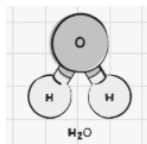


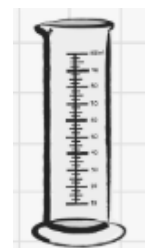
ACIERTAS: APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS POR
INDAGACIÓN EN REDES TRANSVERSALES COLABORATIVAS



PLANTEAMIENTO EDUCATIVO PARA 3º DE ESO

BLOQUE TEMÁTICO:

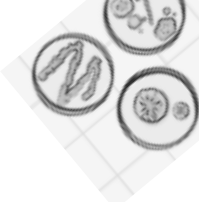
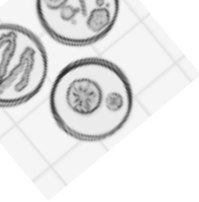
D. LA INTERACCIÓN

UNIVERSIDAD
DE BURGOS

Mireya Marcos Martín

Universidad de Burgos

2025/26



ÍNDICE

1. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

2. METODOLOGÍA

3. CONTENIDOS

4. SECUENCIA DIDÁCTICA

4.1. RECURSOS Y MATERIALES. SITUACIONES DE APRENDIZAJE

A) CINEMÁTICA

B) FUERZAS

C) LEYES DE NEWTON

4.2. TEMPORALIZACIÓN

5. EVALUACIÓN

6. BIBLIOGRAFÍA

1. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

Asignatura	Física y Química	
Curso	3º de ESO	
Bloque de contenidos	D. La interacción (No se abordan todos los contenidos de este bloque, dada su gran extensión).	Contenidos abordados en el presente planteamiento educativo: -Cinemática -Fuerzas -Leyes de Newton

He elegido el bloque temático: **D. La interacción** dentro de la asignatura de **Física y Química** en **3º de ESO**.

El **principal motivo por el que he elegido 3º de ESO** es porque considero que es un punto crítico en el desarrollo cognitivo de los alumnos en el que empiezan a adquirir la capacidad de generalizar y abstraer los conocimientos. Para conseguir un desarrollo adecuado de estas habilidades cognitivas es esencial la impartición de materias como la física, la química o las matemáticas que permiten el establecimiento de nuevas conexiones neuronales y refuerzan aquellas ya existentes. La enseñanza de la asignatura de Física y Química en cursos tan tempranos puede suponer un gran reto tanto para los profesores como para los propios alumnos que se enfrentan a una avalancha de conceptos completamente desconocidos y abstractos. Sin embargo, las **posibilidades y métodos de enseñanza hoy en día** son innumerables, incluyendo **metodologías** como la STEAM o la clase invertida (*Flipped Classroom*) y **herramientas** (como páginas web interactivas, prácticas de laboratorio, experiencias de cátedra o instrumentos relativamente económicos que facilitan la comprensión en los alumnos), que combinadas, facilitan y amenizan la impartición de estas asignaturas.

En cuanto a la **elección del bloque temático**, he optado por “La interacción” debido a que es un tema con una gran variedad de actividades posibles. No obstante, es un tema muy amplio en el que se imparten algunos de los conceptos más importantes de la física, como lo son los tipos de movimiento (cinemática); la masa y el peso; las fuerzas; las leyes de Newton y la gravedad, entre otros. Dada la elevada extensión de este bloque, es oportuno seleccionar exclusivamente algunos de los temas incluidos para realizar la situación de aprendizaje. En el presente planteamiento educativo se van a abordar los **contenidos** sobre los tipos de movimiento, las fuerzas y las leyes de Newton.

Los **objetivos** que se pretende que los alumnos alcancen con este planteamiento educativo son:

- Identificar, comprender y explicar los fenómenos físicos cotidianos más habituales a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas.
- Resolver problemas sencillos de cinemática y fuerzas.
- Reconocer y describir algunos de los movimientos y las fuerzas observados en la vida cotidiana en base a lo aprendido en el tema.

-Emplear datos en diferentes formatos (textos, tablas y gráficos) para interpretar y comunicar información relativa a los procesos físicos concretos estudiados.

-Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física incluyendo el uso de unidades de medida y las herramientas matemáticas.

-Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.

Estos objetivos han sido extraídos y adaptados de las competencias específicas, recogidas en el BOCYL, que deben alcanzar los alumnos de 3º de ESO en Física y Química.

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada combina diferentes técnicas y métodos de enseñanza, algunos de ellos innovadores y orientados a que los alumnos desarrollen habilidades más allá de las propiamente académicas. Estas son las conocidas metodologías activas, que sitúan al alumno en el centro del aprendizaje y orientan los contenidos de forma que los alumnos reflexionen, piensen y trabajen sobre ellos de manera práctica y activa.

En este planteamiento educativo se utilizan concretamente las siguientes técnicas o metodologías:

- Aprendizaje basado en indagación.
- Aprendizaje basado en problemas.
- Aprendizaje Cooperativo.
- Clase invertida (*Flipped Classroom*).
- Técnicas y dinámicas de grupo.
- Trabajo individual y reflexivo.
- Desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad.

Algunas de las actividades planteadas posteriormente utilizan el **aprendizaje basado en indagación** como método para que los alumnos aprendan, como pueden ser la exposición sobre científicos o los ejercicios para realizar en casa.

Como se verá posteriormente se propone una experiencia de cátedra interactiva para demostrar las tres leyes de Newton. Esta actividad pondría en juego varias técnicas didácticas como el **aprendizaje basado en problemas**, el **aprendizaje cooperativo**, la **clase invertida**, la **reflexión individual** y el **desarrollo del pensamiento crítico** y la **creatividad**. La forma en la que se plantea la experiencia de cátedra contiene características propias del aprendizaje basado en problemas: a los alumnos se les plantea un problema (se realiza la experiencia de cátedra) y se les pide que piensen porqué ocurre lo que han observado, este tiempo de reflexión de manera individual a su vez favorece el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad. Además, integra un componente de “clase invertida” ya que los propios alumnos son los que intentan explicar los contenidos sin una clase magistral previa, como habitualmente se realiza.

Otras como el *Kahoot*, favorecen la **motivación intrínseca** y la **creatividad** del alumnado. La realización de un TikTok de forma grupal permite fomentar el **trabajo cooperativo** y las **dinámicas en grupo**. Además, ofrece a los alumnos otra perspectiva de las redes sociales, en la que se les da un uso muy positivo que permite el aprendizaje de conocimientos de manera

entretenida y visual. De manera que les ayude a comprender que las redes sociales no son en sí el problema, sino el mal uso que se puede hacer de ellas.

3. CONTENIDOS

Los contenidos recogidos en el BOCYL para el bloque de “La interacción” en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO son:

D. La interacción

- 1) Predicción del **movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado** a partir de los conceptos de la **cinemática**, formulando hipótesis comprobables sobre valores futuros de estas magnitudes, validándolas a través del cálculo numérico, la interpretación y elaboración de gráficas, el trabajo experimental o la utilización de simulaciones informáticas.
- 2) Estudio del carácter **vectorial de las fuerzas**. Las fuerzas como agentes de cambio en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo.
- 3) **Aplicación de las leyes de Newton**: observación de situaciones cotidianas o de laboratorio que permiten entender cómo se comportan los sistemas materiales ante la acción de las fuerzas y predecir los efectos de estas en situaciones cotidianas y de seguridad vial.
- 4) Fenómenos gravitatorios, diferenciación de los conceptos de masa y peso. Interpretación de la aceleración de la gravedad. Fenómenos eléctricos y magnéticos: experimentos sencillos que evidencian la relación con las fuerzas de la naturaleza.

Como puede observarse es un tema muy amplio, por lo que se van a abordar en profundidad los **tres primeros puntos**:

1. Predicción del movimiento rectilíneo: MRU y MRUA

La cinemática es la parte de la Física que estudia el movimiento de los cuerpos sin atender a las causas que lo producen. Para describir un movimiento es necesario definir previamente un sistema de referencia, una posición inicial y el tiempo a partir del cual se observa el movimiento. A partir de estos elementos se introducen las principales magnitudes cinemáticas: posición, desplazamiento, velocidad y aceleración.

- **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)**

Un cuerpo realiza un movimiento rectilíneo uniforme cuando se desplaza en línea recta con velocidad constante. Esto implica que recorre espacios iguales en tiempos iguales y que su aceleración es nula.

La ecuación fundamental del MRU es:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t$$

donde: x es la posición final, x_0 es la posición inicial, v es la velocidad constante y t es el tiempo transcurrido.

A partir de esta expresión es posible formular hipótesis comprobables sobre la posición futura de un móvil. Por ejemplo, si se conoce la velocidad de un tren y el tiempo que va a circular, se puede predecir con precisión la distancia recorrida.

Las gráficas características del MRU son:

- **Posición-tiempo**: una línea recta, cuya pendiente representa la velocidad (a mayor pendiente, mayor velocidad y viceversa). Si la recta crece, entonces el móvil avanza en sentido positivo y si la recta decrece, el móvil se mueve en sentido contrario.
- **Velocidad-tiempo**: es una recta paralela al eje del tiempo, que indica que la velocidad es constante.

La validación de estas predicciones puede realizarse mediante:

-Cálculo numérico, sustituyendo valores en la ecuación.

-Gráficas posición-tiempo, que en el MRU son líneas rectas cuya pendiente representa la velocidad.

-Experimentos sencillos, como el movimiento de un carrito sobre una pista horizontal.

-Simulaciones informáticas, que permiten modificar variables y observar el efecto en el movimiento.

- **Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)**

En el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, el móvil se desplaza en línea recta pero su velocidad cambia de forma uniforme, es decir, mantiene una aceleración constante.

Las ecuaciones principales del MRUA son:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$v(t) = v_0 + a \cdot t$$

Estas expresiones permiten predecir valores futuros de la velocidad y la posición, como ocurre en la caída libre de los cuerpos o en la aceleración de un vehículo al arrancar.

Las gráficas características del MRUA son:

- Posición-tiempo: una curva parabólica, que indica que la velocidad no se mantiene constante.
- Velocidad-tiempo: una línea recta cuya pendiente es la aceleración.

El uso combinado de cálculos, gráficas y simulaciones permite comprobar la coherencia de las hipótesis planteadas y comprender mejor el comportamiento del movimiento acelerado.

2. Las fuerzas

Una fuerza es toda interacción capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo, o de producir deformaciones en él. Las fuerzas no se describen únicamente por un valor numérico, sino que tienen carácter vectorial.

Un vector fuerza queda definido por:

- Módulo: intensidad de la fuerza, medida en newtons (N).
- Dirección: la línea de acción de la fuerza.
- Sentido: hacia dónde actúa la fuerza.
- Punto de aplicación: lugar del cuerpo donde se ejerce.

Este carácter vectorial explica por qué fuerzas de igual intensidad pueden producir efectos distintos dependiendo de cómo actúen. Por ejemplo, empujar una puerta cerca de las bisagras no produce el mismo efecto que empujarla desde el extremo.

Las fuerzas actúan como agentes de cambio:

- Pueden poner en movimiento un cuerpo en reposo.
- Pueden detener un cuerpo en movimiento.
- Pueden cambiar la velocidad o la dirección del movimiento.
- Pueden no producir un efecto observable. El apreciar visualmente o no el efecto de la fuerza, depende de la fuerza resultante, de la masa del cuerpo y de las condiciones a las que esté sometido.

Cuando varias fuerzas actúan sobre un mismo cuerpo, su efecto conjunto se obtiene mediante la resultante, que es la suma vectorial de todas ellas. Si la resultante es nula, el cuerpo puede permanecer en reposo o moverse con velocidad constante.

3. Aplicación de las leyes de Newton

Las leyes de Newton describen la relación entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y el movimiento que este experimenta. Constituyen la base de la dinámica clásica.

- Primera ley de Newton o ley de la inercia

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme mientras la fuerza resultante que actúa sobre él sea nula. Esta ley explica, por ejemplo, por qué los pasajeros de un vehículo tienden a seguir moviéndose cuando el coche frena bruscamente.

$$\Sigma F=0$$

- Segunda ley de Newton

La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa:

$$F = m \cdot a$$

Esta ley permite predecir los efectos de las fuerzas. Por ejemplo, un mismo empujón produce mayor aceleración en un objeto ligero que en uno pesado. En laboratorio, puede comprobarse mediante carros con masas diferentes sometidos a la misma fuerza.

- Tercera ley de Newton o principio de acción y reacción

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este ejerce simultáneamente una fuerza de igual módulo y dirección, pero de sentido contrario. Estas fuerzas actúan sobre cuerpos distintos.

Un ejemplo cotidiano es el impulso al caminar: el pie empuja el suelo hacia atrás y el suelo empuja al cuerpo hacia delante, permitiendo el avance.

4. SECUENCIA DIDÁCTICA

En este apartado se plantean las diferentes actividades distribuidas en **9 sesiones** en relación con el bloque de la interacción incluido en el BOCYL para los alumnos de **3 de ESO en la asignatura de Física y Química**.

Las actividades se han dividido en los **tres bloques temáticos** correspondientes:

A) ACTIVIDADES DE CINEMÁTICA

B) ACTIVIDADES DE FUERZAS

C) ACTIVIDADES SOBRE LAS LEYES DE NEWTON

En cada bloque temático **se introduce cada una de las actividades con una tabla** que indica el número de actividad, el bloque temático al que pertenece, los recursos y materiales necesarios y la duración de la actividad.

3.1. RECURSOS Y MATERIALES. SITUACIONES DE APRENDIZAJE

En este apartado se va a describir la secuencia de actividades que se realizarían en el aula para impartir el bloque de contenidos escogido. Como ya se ha comentado, las sesiones se dividen en tres bloques temáticos, impartidos en el siguiente orden.

A) CINEMÁTICA

Actividad 1- Cinemática	“Kahoot” sobre cinemática.
Recursos y materiales	Sala de ordenadores.
Duración de la actividad	2 sesiones (Solo se utilizarán 10-15 minutos al principio de la primera sesión y al final de la segunda sesión, el resto del tiempo se impartirá la teoría introductoria relacionada con el movimiento).

La primera actividad que se realizará en el aula es un “Kahoot” sobre los diferentes tipos de movimiento y algunos conceptos de cinemática, para comprobar el nivel de los alumnos en este campo y la posible existencia de concepciones alternativas. La realización del “Kahoot” es percibida por los alumnos como una actividad entretenida y amena, sin embargo, al mismo tiempo es útil para aprender y fijar conocimientos. Esta actividad se efectuará en la primera sesión y también, en la última sesión sobre cinemática, para comprobar cómo ha sido la evolución del alumnado. El resto del tiempo de las dos sesiones se dedica a impartir la teoría introductoria correspondiente al tema de cinemática.

ACCESO Y PREGUNTAS DEL KAHOOT

Enlace al kahoot: https://kahoot.it/challenge/01152289?challenge-id=c10513dc-a5e1-4292-91d4-b5141b11105e_1767036080968

PIN del juego: 01152289

Código QR:



¿Qué es la cinemática?

13



29

Respuestas

▲ Estudio de las fuerzas

◆ Estudio del movimiento

● Estudio de las fuerzas y el movimiento

■ Estudio de los fenómenos ópticos

Si un coche recorre 120 km en 2 h, su velocidad media es:

17



12

Respuestas

▲ 60 km/h

◆ 120 km/h

● 50 km/h

■ Faltan datos para poder calcularla

¿Qué es un sistema de referencia?

17



11

Respuestas

▲ Un objeto en reposo

◆ Un punto desde el cual se observa el movimiento

● Un movimiento rectilíneo

■ Una fuerza que actúa sobre un cuerpo de referencia

16

Un pasajero camina a 5 km/h dentro de un tren que va a 60 km/h en la misma dirección. Su velocidad respecto al suelo es:



15

Respuestas

▲ 55 km/h

◆ 65 m/s

● 65 km/h

■ 55 m/s

Un sistema de referencia inercial es aquel que:

16



17

Respuestas

▲ Está acelerando

◆ Esta en reposo o MRU

● Cambia de dirección constantemente

■ Avanza por inercia

Si un objeto recorre 8 m/s durante 15 s, la distancia es:

17



12

Respuestas

▲ 23 m/s

◆ 120 m/s

● 100 m/s

■ 15 m/s

La velocidad instantánea es:

17



12

Respuestas

▲ La velocidad total de un viaje

◆ La velocidad en un instante en concreto

● La velocidad media del recorrido

■ La aceleración de un objeto

En una gráfica en la que en el eje y está la posición (x) y el eje x está el tiempo (t), la pendiente representa:

17



12

Respuestas

▲ La aceleración (v/t)

◆ La velocidad (x/t)

● La velocidad (v/t)

■ La aceleración (x/t)

En una gráfica en la que en el eje x se representa el tiempo (t) y en el eje y la velocidad (v), la pendiente representa:

17



12

Respuestas

▲ La velocidad (v/t)

◆ La velocidad (x/t)

● La aceleración (v/t)

■ El tipo de movimiento

Si un objeto se mueve en círculo y vuelve al punto de inicio, su desplazamiento es:

16



13

Respuestas

▲ Igual a la longitud de la trayectoria

◆ Cero

● Igual al radio del círculo

■ Igual a la velocidad

Actividad 2-Cinemática	Manejo de Excel
Recursos y materiales	Sala de ordenadores
Duración de la actividad	Sesión de 50 min

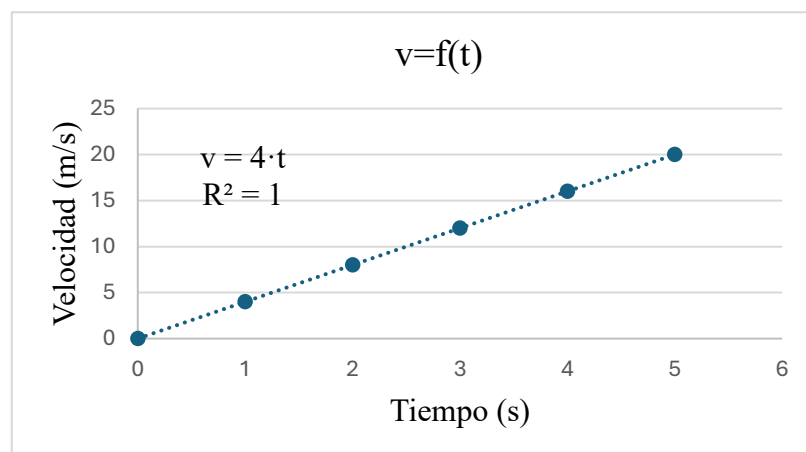
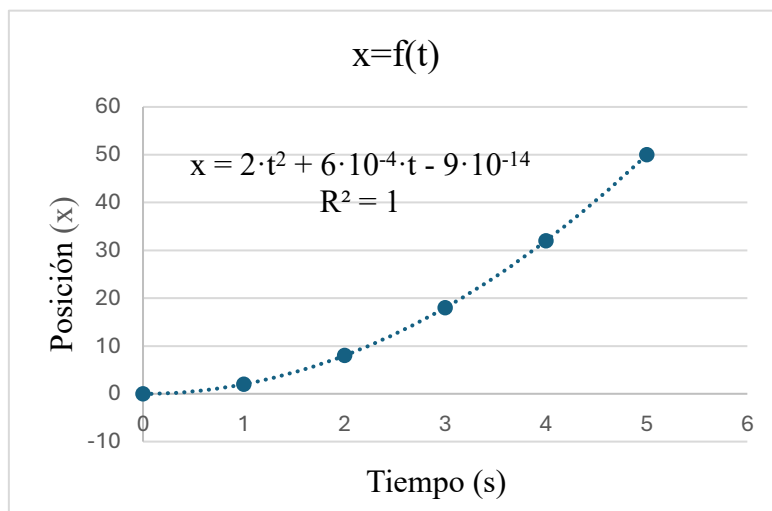
En esta sesión se enseñarán a los alumnos los fundamentos básicos de Excel, con el objetivo de que aprendan a representar gráficas a partir de tablas de datos. Excel es una herramienta muy potente y útil, por lo que considero importante introducirla de forma progresiva. De este modo, el alumnado que aprenda a utilizarla adecuadamente contará con una base sólida, especialmente valiosa para aquellos que decidan continuar con estudios de la rama científica. Además, Excel y otros programas similares son herramientas ampliamente utilizadas tanto en el ámbito académico como en el industrial.

En esta sesión práctica se planteará a los alumnos un problema sencillo de cinemática, para el cual elaborarán una tabla de datos que introducirán a Excel y representarán las gráficas correspondientes, incluyendo la ecuación de la recta y el coeficiente de determinación (R^2). Aunque no entiendan todavía el concepto de R^2 , es importante que conozcan su existencia y tengan la idea de que te da información sobre la “calidad del ajuste”. Una vez realizada la tabla y la gráfica en Excel copiarán la resolución del ejercicio en un documento de Word y subirán esta tarea a la plataforma. Se pretende que esta actividad se realiza en su totalidad durante los 50 minutos correspondientes a la sesión de clase, pues como docente es importante asegurarse de que son los propios alumnos los que están realizando la actividad y no la inteligencia artificial o ayuda externa.

El problema planteado es:	
Ejercicio 1	Un coche parte desde el reposo en una pista recta y se mueve con aceleración constante de 4 m/s² durante varios segundos. Se desea estudiar su movimiento midiendo la posición y la velocidad del coche en diferentes instantes de tiempo.
1. Calcula la posición $x(t)$ del coche en los instantes $t = 0,1,2,3,4,5$ segundos usando la ecuación: $x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 0 + 0 + 0.5 \cdot 4 \cdot t^2 = 2 \cdot t^2$ En $x_0 = 0$ m y $v_0 = 0$ m/s. 2. Calcula la velocidad $v(t)$ del coche en los mismos instantes usando la ecuación: $v(t) = v_0 + a \cdot t = 0 + 4 \cdot t = 4 \cdot t$ 3. Representación en Excel Representando el tiempo (en segundos) en el eje de abscisas y la posición (en metros) o la velocidad (en metros/segundos) en el eje de ordenadas se obtienen las gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo.	

De la gráfica posición-tiempo se concluye que la velocidad no es constante con el tiempo, ya que no se trata de una línea recta si no una curva con forma de parábola. De la gráfica velocidad-tiempo se concluye que la aceleración sí es constante con el tiempo, ya que se observa una línea recta, es decir, la pendiente en cada uno de los puntos no varía.

Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)
0	0	0
1	2	4
2	8	8
3	18	12
4	32	16
5	50	20



Actividad 3-Cinemática	Práctica sobre MRUA
Recursos y materiales	Cinta métrica, pista o superficie de al menos 60 m (polideportivo), cinta o conos para señalizar, cronómetro, silbato y por supuesto, vuestra energía para correr.
Duración de la actividad	Sesión de 50 min

Esta sesión permitirá a los alumnos entender el MRUA de manera práctica y entretenida. Para ello, el/la docente dedicará los 10 primeros minutos de la clase para explicarles superficialmente el objetivo y procedimiento de la práctica. Posteriormente, se agruparán en parejas y efectuarán la parte experimental tal y como se recoge en el informe. A los alumnos se les proporcionará el siguiente guion en el que se detallan rigurosamente el proceso y las tareas que deben realizar una vez obtengan los resultados.

Se realiza el informe de manera individual y se entrega en 7 días.

- **INFORME DE LA PRÁCTICA: MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO.**

INTRODUCCIÓN

En Física, el estudio del movimiento de los cuerpos permite entender cómo los objetos varían su posición y velocidad a lo largo del tiempo. Existen diversos tipos de movimientos: aquellos en los que la velocidad permanece constante o aquellos en los que la acción de una aceleración provoca que varíe la velocidad.

En esta práctica se estudia el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), que consiste en el desplazamiento de un **objeto en línea recta y con aceleración constante diferente de 0**, por lo que la velocidad no se mantiene constante con el tiempo, sino que varía uniformemente. Algunos ejemplos de este tipo de movimiento son: la caída de un objeto cuando se desprecia el rozamiento o el arranque de un coche.

Las ecuaciones que describen este movimiento son:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (1) \qquad v(t) = v_0 + a \cdot t \quad (2)$$

Adaptándolas a la situación concreta de esta práctica, en la que $x_0 = 0$, porque se toma como origen la línea de salida del corredor y $v_0 = 0$, porque el corredor parte del reposo.

$$x(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (3) \qquad v(t) = a \cdot t \quad (4)$$

OBJETIVO

Estudiar el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado desde un punto de vista personal, recorriendo 60 metros lisos. Suponer que no existe rozamiento con el aire y que la aceleración no varía.

MATERIALES

Cinta métrica, cinta o conos para señalizar, pista o superficie de al menos 60 m (polideportivo), cronómetro, silbato y por supuesto, vuestra energía para correr.

PROCEDIMIENTO

- 1) En primer lugar, se miden 60 metros con una cinta métrica y se coloca un trozo de cinta o un par de conos en la salida y en la llegada del trayecto.
- 2) Uno de los alumnos de cada pareja se coloca en la salida y el otro miembro de la pareja se sitúa en la llegada con un cronómetro.
- 3) Cada uno de los compañeros en la llegada indican a su pareja cuando deben empezar a correr, momento en el cual ponen en marcha el cronómetro.
- 4) Repiten este proceso 3 veces para obtener datos suficientes.
- 5) Una vez con los 3 tiempos cronometrados y con ayuda de las expresiones del MRUA, calcularán la aceleración (a partir de la ecuación 3) y la velocidad (a partir de la ecuación 4). Los datos que se deben recoger son:

Repetición	Espacio (m)	Tiempo (s)	$a = \frac{2 \cdot x}{t^2}$	$v = a \cdot t$
1	60			
2	60			
3	60			

- 6) Se obtienen 3 valores para la aceleración y 3 para la velocidad, cada par aceleración-velocidad correspondiente a cada una de las repeticiones. Se realiza la media entre ellos y así se obtienen los valores de aceleración y velocidad finales.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- 1) Hallar la media de las tres mediciones para la aceleración y para la velocidad.
- 2) Dibujar las tres gráficas en Excel: Espacio Tiempo, Velocidad-Tiempo y Aceleración-Tiempo e interpreta la forma de las gráficas obtenidas.
- 3) ¿Crees que la aceleración que has llevado en el recorrido ha sido constante?
- 4) Con los datos de la aceleración media obtenidos anteriormente, calcula el tiempo que tardarías y la velocidad final que llevarías en recorrer los 100 metros lisos.

B) FUERZAS

Actividad 4-Fuerzas	Clase práctica e interactiva para introducir el concepto de fuerza y grabación de un <i>TikTok</i> .
Recursos y materiales	Una mochila, varios libros y una cuerda.
Duración de la actividad	2 sesiones de 50 min

El concepto de fuerza frecuentemente genera quebraderos de cabeza en los alumnos porque no siempre las ideas previas que tienen están en concordancia con las explicaciones físicas reales. Por ello, creo que es importante dedicar una sesión de 50 minutos completamente a que los alumnos comprendan y experimenten este concepto.

En vez de impartir una clase magistral aburrida y ordinaria en la que a menudo los alumnos desconectan o se distraen con otras tareas, una buena idea sería realizar una actividad didáctica en grupo que permita a los estudiantes comprender como se comportan las fuerzas por experiencia. Con esta actividad se intenta que los alumnos trabajen las siguientes ideas sobre las fuerzas:

- Las fuerzas siempre actúan por pares.
- Las fuerzas pueden cambiar o no el movimiento del lugar donde son aplicadas.
- Las fuerzas pueden compensarse.
- No siempre “empujar más” significa “ir más rápido”.

Para estimular el nivel de participación y la motivación de los alumnos grabaremos y editaremos un TikTok, realizando las 3 fases del experimento e incluyendo una breve explicación oral. **El vídeo no se publicará en ninguna parte a excepción de la página del centro si así lo autorizasen los padres.** En cualquier caso, no tienen por qué aparecer las caras de los alumnos en el vídeo.

Para poner en marcha esta actividad se requiere material muy fácilmente accesible en un aula: una mochila, varios libros y una cuerda.

Los alumnos se colocarían en grupos de 4 o 5 personas, de manera que cada grupo graba su propio video (así todos los alumnos pueden participar más). En cada una de las actividades incluidas en el video (TikTok) sería uno de los alumnos el responsable de grabar y el resto de preparar y ejecutar la escena.

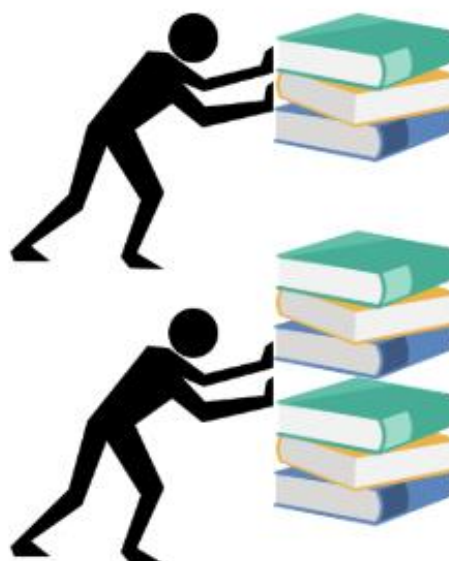
La actividad se divide en 3 fases:

- **Fase 1. Oposición al movimiento.**

Un alumno del grupo empujará una mochila vacía y posteriormente esa misma mochila con bastantes libros dentro. El resto de los compañeros del grupo y el propio alumno reflexionarán sobre las siguientes preguntas: ¿Por qué ahora cuesta más?; ¿Qué está cambiando: ¿la fuerza del alumno, la mochila o ambos?; ¿Empujar con la misma intensidad produce el mismo cambio en la posición de la mochila?

Posteriormente, grabarían un par de escenas empujando la mochila con diferentes pesos y pensarían la forma más breve y adecuada de describir lo que están observando en el TikTok.

Con esta primera parte observarán que algo se opone al movimiento y que el desplazamiento del objeto varía según su masa (dependencia descrita en la 2ª Ley de Newton que se estudiará en la siguiente sesión).



- **Fase 2. ¿Quién puede más?**

En la segunda actividad, dos alumnos del grupo tirarán de una cuerda en sentidos opuestos, primero con fuerzas parecidas y luego con la máxima fuerza que puedan. En el primer caso verán que las fuerzas se están anulando, situación en la que, pese a existir fuerzas no hay movimiento, aunque este concepto se aborda más en detalle en la última fase (Fase 3). En el segundo caso, un alumno probablemente tirará más fuerte que el otro y entonces la cuerda y el alumno del lado donde se ejerce una menor fuerza serán desplazados hacia el lado contrario. En este caso no hay compensación de fuerzas, por lo que la resultante de fuerzas es diferente de cero y sí se observa movimiento. Con este breve experimento entenderán de manera visual la importancia de calcular la resultante de fuerzas, teniendo en cuenta que fuerzas se compensan y cuáles no.



- **Fase 3. Derrumbemos la pared...**

Todos los alumnos del grupo, excepto el cámara, empujarán una pared con diferentes fuerzas. Se les preguntará la razón por la que pese a estar ejerciendo una fuerza, no se observa movimiento. Con esta sencilla experiencia, los alumnos entenderán que no todas las fuerzas provocan movimiento, detienen un cuerpo o producen una deformación, sino que cuando la resultante de fuerzas es nula, no se aprecia movimiento.



- **Conclusiones**

Una **fuerza** es una interacción que puede cambiar el movimiento o la forma de un objeto, puede hacer que empiece a moverse, que se frene, que cambie de dirección o que no pase nada si está compensada.

C) LEYES DE NEWTON

Actividad 5- Leyes de Newton	Exposición breve sobre científico español.
Recursos y materiales	Proyector y pantalla digital.
Duración de la actividad	Se estiman 3 sesiones (5 min x 25 alumnos=125 min + tiempo de reserva).

Para comenzar el estudio de las Leyes de Newton se les presentará brevemente a los alumnos al científico Newton, con esta explicación se iniciará una nueva didáctica, en la que cada uno de ellos **buscará información sobre un científico/a español**, bien sea actual o de la antigüedad, y lo presentará al resto de los compañeros en una breve exposición de 5 minutos. No es necesario narrar toda su vida, sino simplemente una introducción básica y alguna curiosidad que les llame la atención. Con esta actividad se pretenden conseguir dos objetivos: el primero, que los alumnos conozcan científicos/as españoles de diferentes épocas y, además, se familiaricen con hablar en público. Para realizar esta breve exposición pueden apoyarse con una pequeña presentación (4 o 5 diapositivas es suficiente).

A continuación, se recoge un ejemplo de presentación en la que se exponen brevemente algunos de los datos personales y profesionales sobre el científico español **Juan Ignacio Cirac**.

BIOGRAFÍA

JUAN IGNACIO CIRAC



INTRODUCCIÓN



- Es físico teórico y uno de los mayores expertos mundiales en computación cuántica y física cuántica.
- Nació en Manresa (Barcelona) en 1965.
- Dirige el Instituto Max Planck de óptica Cuántica en Alemania, uno de los centros más importantes del mundo en este campo.



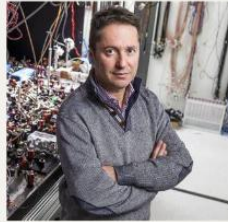
¿A QUÉ SE DEDICA?

Investiga cómo usar las propiedades cuánticas (como la superposición o el entrelazamiento) para crear ordenadores cuánticos, que podrían resolver problemas imposibles para los ordenadores actuales.

PREMIOS IMPORTANTES

- Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica (2006).
- Considerado durante años como candidato al Premio Nobel por la comunidad científica.

CURIOSIDAD



Aunque trabaja en uno de los centros científicos más punteros del mundo, sigue dando mucha importancia a la educación y ha dicho varias veces que la física se entiende mejor con **buenas preguntas que con fórmulas memorizadas**.

BIBLIOGRAFÍA

- [Juan Ignacio Cirac – Premio Príncipe de Asturias 2006 \(Fundación Princesa de Asturias\)](#)
- [Ignacio Cirac, padre de la computación cuántica \(UCLM\)](#)
- [Juan Ignacio Cirac recibe la Medalla CSIC a la Excelencia Científica 2025](#)
- [Juan Ignacio Cirac: “Es difícil saber qué puede hacer un ordenador cuántico...” \(El País\)](#)

MUCHAS

gracias

MIREYA MARCOS



Juan Ignacio Cirac

Actividad 6- Leyes de Newton	Experiencia de cátedra para demostrar las leyes de Newton.
Recursos y materiales	<u>Experimento 1:</u> huevo, trozo de cartón, rollo de papel y vaso de plástico con agua. <u>Experimento 2:</u> globos, cuerda, tijeras, celo, pajitas y moneda. <u>Experimento 3:</u> canica, vaso de plástico, tijeras y globo.
Duración de la actividad	1 sesión (50 min)

Con el objetivo de introducir a los alumnos las tres leyes de Newton se realizará una experiencia de cátedra. Esta actividad va a ser interactiva, pues los alumnos que se ofrezcan voluntarios podrán participar en la demostración de las tres leyes de Newton. Realizando esta experiencia, conseguiremos que los estudiantes recuerden y entiendan las leyes de Newton de manera profunda y significativa.

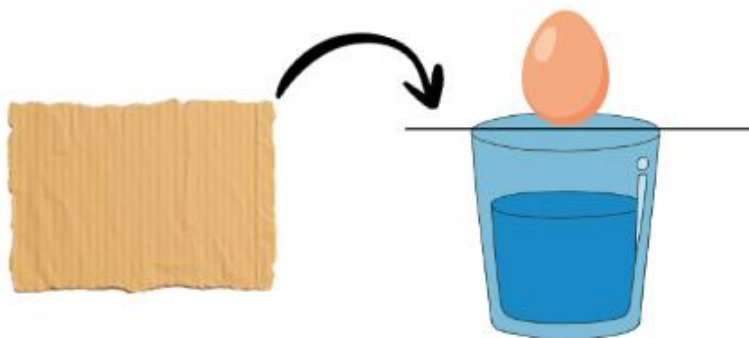
Cada vez que se realice la demostración de una de las leyes, se procederá a que los alumnos anoten en su cuaderno conclusiones pueden extraer y posteriormente se les aportará la explicación correcta, la cuál deberán anotar también. Estas actividades se revisarán cuando el profesor/a recoja el cuaderno, proporcionando una nota para las actividades en clase.

La experiencia de cátedra para demostrar las tres leyes de Newton es la siguiente:

- **1º LEY DE NEWTON- Ley de la Inercia:** Un objeto tiende a permanecer su estado inicial (reposo o MRU) siempre y cuando no actúen fuerzas externas sobre él que modifiquen su estado de equilibrio ($\Sigma F=0$).

EXPERIMENTO:

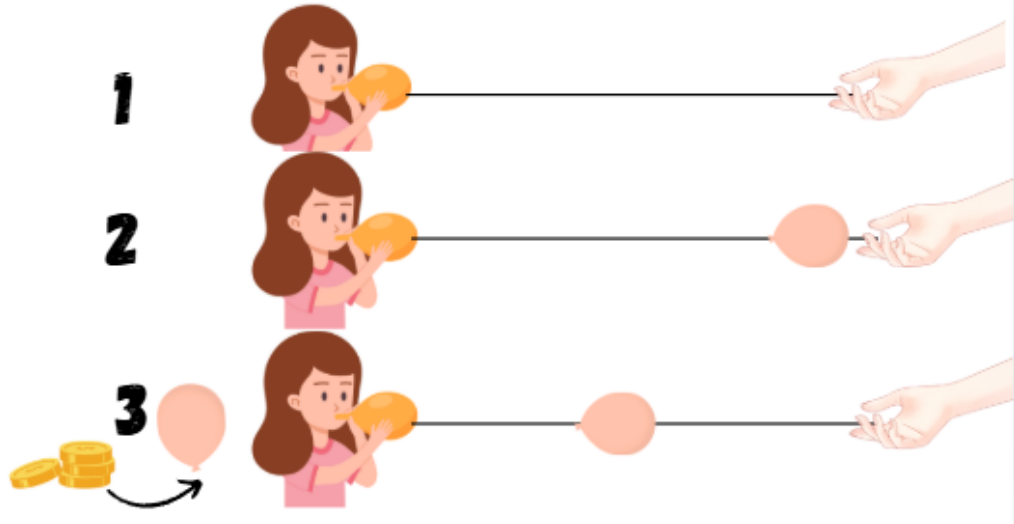
1º LEY DE NEWTON



- 1) Llenamos $\frac{2}{3}$ partes del vaso con agua y lo colocamos en la mesa. Ponemos el plato sobre el vaso y, a continuación, situamos el rollo de cartón centrado respecto a la boca del vaso. Por último, colocamos el huevo encima del rollo.
 - 2) Deslizamos bruscamente el plato hacia un lado y observamos qué ocurre con el huevo.
 - 3) ¿Cae el huevo verticalmente en el vaso? Sí, porque se cumple la 1ª ley de Newton: el huevo tiende a mantener su estado inicial (reposo) ya que la fuerza que se ejerce en la horizontal tiende a ser nula. Sin embargo, al perder la superficie de apoyo, actúa la gravedad haciendo que caiga hacia el vaso verticalmente (no cae fuera del vaso, como se esperaría en caso de que no se cumpliese la 1ª ley de Newton).
- **2ª LEY DE NEWTON-Ley Fundamental de la Dinámica:** la aceleración que experimenta un objeto es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él (también en dirección y sentido) e inversamente proporcional a su masa. La ecuación que determina esta relación es la siguiente: $F = m \cdot a$.

EXPERIMENTO:

2º LEY DE NEWTON



- 1) Primero, pegamos un trozo de pajita al globo. A través del orificio de la pajita introducimos la lana.
- 2) Después tomamos el globo, lo inflamos sin cerrarlo, tensamos la cuerda y lo soltamos.
- 3) Observamos cómo el globo avanza a lo largo del hilo, que está fijado por su otro extremo.
- 4) Inflamos nuevamente el globo, pero esta vez le añadimos una pequeña bolsa con monedas, incrementando así su masa. Conviene intentar inflar el globo hasta un

volumen similar, de modo que la fuerza generada por el aire que sale sea aproximadamente la misma.

- 5) Comprobamos que el globo recorre una distancia menor que en el caso anterior. Por tanto, si la fuerza es la misma, un aumento de masa produce una disminución de la aceleración.
- **3º LEY DE NEWTON- Principio de Acción y Reacción:** las fuerzas actúan siempre por pares, de manera que cada fuerza de acción va acompañada por una fuerza de reacción de igual magnitud, pero en sentido contrario. Es muy importante destacar que no son ejercidas sobre diferentes cuerpos por lo que no se anulan

EXPERIMENTO:

3º LEY DE NEWTON



- 1) Cortamos la base del globo y la ajustamos a un vaso.
- 2) A continuación, soltamos la canica sobre el globo y observamos que ocurre. La canica comienza a rebotar, es decir, su fuerza de acción está provocando una fuerza de reacción del globo de la misma magnitud, pero en sentido contrario.
- 3) Se observa que la canica va perdiendo energía (y altura del salto) debido a que la energía cinética se va disipando en forma de calor.

Actividad 7- Leyes de Newton	Actividades de tarea
Recursos y materiales	Plataforma para subir las actividades
Duración de la actividad	Trabajo en casa

Una vez realizada la experiencia de cátedra, se plantearían algunos ejercicios prácticos a los alumnos para comprobar que han entendido las tres leyes de Newton y saben aplicarlas correctamente. Esta pequeña tarea se entrega al profesor/a y puntúa como tarea de clase.

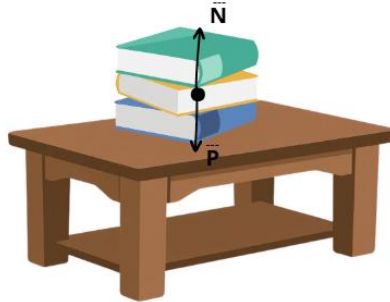
Los ejercicios planteados son los siguientes (Incluir diagramas de fuerza):	
Ejercicio 1	Un coche de 800 kg es empujado con una fuerza de 1600 N. Dibuja el diagrama de fuerzas y calcula su aceleración . Supón rozamiento nulo.
La segunda ley de Newton establece que: $F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m}$ $a = \frac{1600}{800} = 2 \text{ m/s}^2$ En conclusión, el coche acelera a 2 m/s².	
Ejercicio 2	Un patinador de 50 kg está en reposo sobre una pista de hielo. No hay fricción. De repente, empuja un balón de 2 kg, que sale expulsado hacia delante con una velocidad de 4m/s. Explica qué sucede con el patinador (realiza cálculos numéricos utilizando la conservación del momento lineal: $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$).
La primera ley de Newton dice que un objeto en reposo permanece en reposo hasta que actúa una fuerza externa. Cálculo aproximado usando conservación del momento: $m_{\text{patinador}} \cdot v_{\text{patinador}} = m_{\text{balón}} \cdot v_{\text{balón}}$ Si el balón adquiere 4 m/s hacia adelante: $50 \cdot v_{\text{patinador}} = 2 \cdot 4 \Rightarrow v_{\text{patinador}} = 0.16 \text{ m/s hacia atrás}$ En conclusión, el patinador se mueve hacia atrás con velocidad de 0,16 m/s. Sabemos que el patinador se mueve hacia detrás por el principio de acción y reacción que establece la 3º ley de Newton.	
Ejercicio 3	Un niño empuja una pared con una fuerza de 50 N. Calcula la fuerza que la pared ejerce sobre el niño .
La tercera ley de Newton establece que las fuerzas actúan por pares, de manera que la fuerza que ejerce la pared sobre el niño será la misma que ejerce el niño sobre la pared, pero en sentido	

contrario: $\vec{F}_{\text{acción}} = -\vec{F}_{\text{reacción}}$. Según este sencillo razonamiento, la fuerza que ejerce la pared sobre el niño serán 50 N.

Ejercicio 4

Un libro está apoyado sobre una mesa y **permanece en reposo**.
a) Dibuja el **diagrama de fuerzas** que actúan sobre el libro.
b) Explica por qué el libro no se mueve.

a) El diagrama de fuerzas sería el siguiente:



Donde los vectores $\vec{N}$ y $\vec{P}$ representan la fuerza normal y la fuerza peso, respectivamente.

b) El libro no se mueve porque se cumple la 1ª Ley de Newton, que establece que cuando $\Sigma \vec{F} = 0$, el cuerpo permanece en equilibrio. En este caso: $\vec{F}_{\text{resultante}} = \vec{N} + \vec{P} = 0 \rightarrow \vec{N} = -\vec{P}$

3.2. TEMPORALIZACIÓN

En este apartado se incluye la organización temporal para la realización de estas actividades. Debe indicarse que al incluirse muchas actividades prácticas e interactivas suele necesitarse más tiempo para organizar a los alumnos y realizar las experiencias. No obstante, es la forma más eficiente de que los alumnos aprendan y se involucren e interesen por la asignatura. En la siguiente tabla se recogen las actividades que van a realizarse y el tiempo que se estima destinar a las mismas.

Actividad	Bloque temático dentro de: La interacción.	Tiempo	Justificación
1-Kahoot	A) Cinemática	Dos sesiones de 50 min.	Se invierten unos 10-15 minutos al inicio de la primera sesión dedicada a este planteamiento didáctico. El resto de la sesión se invierte explicando conceptos. En la siguiente sesión realizan problemas sobre la teoría explicada el día anterior y los últimos 10-15 minutos se destinan a repetir el <i>Kahoot</i> para observar si los alumnos han entendido los conceptos.
2-Manejo de Excel	A) Cinemática	Una sesión de 50 min.	La tercera sesión se dedica a enseñar a los alumnos el manejo básico de Excel.
3-Práctica sobre MRUA	A) Cinemática	Una sesión de 50 min.	La cuarta sesión consiste en la realización de una práctica sobre el MRUA, en la que tendrán que realizar gráficas en Excel. Se subirá el informe, individualmente realizado, a la plataforma en 7 días tras la realización de esta (la mayoría del trabajo se lo deberían llevar hecho de clase).
4-Clase práctica + TikTok	B) Fuerzas	Dos sesiones de 50 min.	La quinta sesión se emplea para comenzar a entender las fuerzas realizando diferentes experimentos con los alumnos, a la vez que grabamos la experiencia. La sexta sesión se dedica a continuar grabando, editar el vídeo y establecer las conclusiones que se han observado sobre las fuerzas.
5-Exposiciones sobre autores	C) Leyes de Newton	Tres sesiones de 50 min.	Estas tres sesiones se destinan a que los alumnos realicen una breve exposición (5 minutos) sobre algún científico español. Se estima un aula de unos 25 alumnos, por tanto, se requieren 125 min, sin incluir el tiempo que se invierte en abrir las presentaciones, conseguir que todos los alumnos se centren, etc. Por ello es necesario dedicar 3 sesiones a esta actividad.
7-Actividades de tarea	C) Leyes de Newton	Trabajo en casa	Se trata de un conjunto de ejercicios para comprobar si los alumnos saben aplicar las leyes de Newton. No supone tiempo presencial en el aula.
TOTAL	La propuesta didáctica se impartirá en 9 sesiones de 50 minutos.		

4. EVALUACIÓN

En este apartado se incluye como se van a evaluar cada una de las actividades.

A continuación, se plantea un **esquema general de como se podría evaluar la asignatura**:

- **Tareas realizadas en casa → 20 %**
- **Informes de prácticas → 30 %**
- **Participación/comportamiento en clase e interés por la asignatura → 20%**
- **Media de los exámenes realizados → 20 %**
- **Exposiciones → 10 %**

ACLARACIÓN: En este planteamiento educativo solo se incluye una parte de todos los temas que se impartirían en el curso de 3º de ESO, por tanto, la suma de los porcentajes de cada tarea individual no suma el porcentaje total asignado a ese apartado, porque faltaría incluir el resto de las actividades que se realicen durante el curso en cada una de las secciones evaluables. Por ejemplo, en esta secuencia didáctica se han planteado dos informes que supondrán únicamente una parte del 45% de todos los informes que se realicen a lo largo del curso.

Por otro lado, todas las rúbricas se evalúan de 0 a 10 puntos, que son posteriormente ponderados al porcentaje que corresponda en cada caso. Por ejemplo, para la actividad 5 (Exposición de un científico español): esta exposición vale un 5% dentro del 10% asignado a todas las exposiciones que se realicen durante el curso. Si tras aplicar la rúbrica de evaluación el alumno obtiene un 8, entonces la nota sobre ese 10% será:

$$\text{Nota} = \frac{8 \cdot 5}{10} = 4 \text{ puntos sobre 5 y 4 puntos sobre el 10 \% del bloque de exposiciones.}$$

La fórmula genérica para cualquier actividad:

$$\text{Nota ponderada} = \frac{\text{Nota rúbrica} \cdot \% \text{ de la actividad}}{10}$$

A) CINEMÁTICA

Actividad 1- Cinemática	“Kahoot” sobre cinemática.
Recursos y materiales	Sala de ordenadores.
Evaluación de la actividad	La primera realización del <i>Kahoot</i> servirá simplemente como una actividad que permita al docente conocer el nivel de los alumnos en el tema que se va a iniciar. En cuanto a la segunda realización del <i>Kahoot</i> , después de haber explicado la materia, se espera que los alumnos respondan bien la mayoría de las preguntas, por lo que aquel alumno que gane el <i>Kahoot</i> conseguirá 0,5 puntos en el apartado de “Participación/comportamiento en clase e interés por la asignatura”.

Actividad 2-Cinemática	Manejo de Excel
Recursos y materiales	Sala de ordenadores
Evaluación de la actividad	Este informe supone el 8% en el apartado de: “Informes de prácticas”. El problema en el que se basa la práctica se realiza individualmente en la sesión de clase se corrige con la siguiente rúbrica evaluada de 0 a 10 (la nota obtenida en la rúbrica se transforma proporcionalmente al porcentaje asignado al informe, en este caso el 8%): • Utiliza las fórmulas adecuadamente → 1 puntos • Plantea la tabla adecuadamente → 2 puntos • Representa adecuadamente la gráfica x-t → 2,5 puntos • Representa adecuadamente la gráfica v-t → 2,5 puntos • Justifica correctamente la forma de las gráficas obtenidas → 2 puntos
Evaluación de la actividad	Sesión de 50 min

Actividad 3-Cinemática	Práctica sobre MRUA
Evaluación de la actividad	Este informe supone el 12% del apartado de “Informes de prácticas”. El informe de prácticas que los alumnos deben entregar individualmente se corrige con la siguiente rúbrica evaluada de 0 a 10 (la nota obtenida en la rúbrica se transforma proporcionalmente al porcentaje asignado al informe, en este caso el 13%):

	• Incluye Introducción, objetivos y materiales redactados de manera adecuada y diferente a la recogida en el guion de prácticas → 1 punto • Explica el procedimiento adecuadamente y rellena la tabla de datos proporcionada → 2 puntos • Responde adecuadamente las preguntas 1 y 2 → 3 puntos • Responde adecuadamente la pregunta 3 → 0,5 puntos • Realiza correctamente el ejercicio 4 → 1,5 puntos • La presentación y organización del informe es adecuada → 1 punto • La redacción es correcta y no hay faltas de ortografía graves → 1 punto
--	--

B) FUERZAS

Actividad 4-Fuerzas	Clase práctica e interactiva para introducir el concepto de fuerza y grabación de un <i>TikTok</i> .
Recursos y materiales	Una mochila, varios libros y una cuerda.
Evaluación de la actividad	Con esta actividad se pretende motivar a los alumnos en los contenidos de la asignatura y conseguir que se les queden grabados los conceptos básicos sobre las fuerzas, pero la evaluación es relativamente difícil ya que el trabajo es grupal, por ello, es una actividad que se valorará positivamente en el apartado “Participación/comportamiento en clase e interés por la asignatura” con una valoración de hasta 0,5 puntos.

C) LEYES DE NEWTON

Actividad 5- Leyes de Newton	Exposición breve sobre científico español.
Recursos y materiales	Proyector y pantalla digital.
Evaluación de la actividad	Esta exposición supone el 5% en el apartado de “Exposiciones”. La exposición se corrige con la siguiente rúbrica evaluada de 0 a 10 (la nota obtenida en la rúbrica se transforma proporcionalmente al porcentaje asignado a la exposición, en este caso el 5%): • La presentación es atractiva, legible, sin excesiva letra, ni faltas de ortografía → 3 puntos

	• Se ciñe al tiempo con un margen de 1 minuto → 1 punto • La información proporcionada sobre el científico es relevante, verídica e incluye bibliografía → 3 puntos • Habla claramente, con vocabulario y velocidad adecuados → 2 puntos • Se nota preparación y dominio del tema → 1 punto
--	--

Actividad 6- Leyes de Newton	Experiencia de cátedra para demostrar las leyes de Newton.
Recursos y materiales	<u>Experimento 1:</u> huevo, trozo de cartón, rollo de papel y vaso de plástico con agua. <u>Experimento 2:</u> globos, cuerda, tijeras, celo, pajitas y moneda. <u>Experimento 3:</u> canica, vaso de plástico, tijeras y globo.
Evaluación de la actividad	Esta es una actividad didáctica no evaluable, ya que es el docente quien la prepara y guía a los alumnos.

Actividad 7- Leyes de Newton	Actividades de tarea
Recursos y materiales	Plataforma para subir las actividades
Evaluación de la actividad	Esta tarea supone el 8% en el apartado de “Tareas realizadas en casa”. La tarea se corrige con la siguiente rúbrica evaluada de 0 a 10 (la nota obtenida en la rúbrica se transforma proporcionalmente al porcentaje asignado a la tarea, en este caso el 8%): • Ejercicio 1 elaborado correctamente → 2,5 puntos • Ejercicio 2 elaborado correctamente → 2,5 puntos • Ejercicio 3 elaborado correctamente → 2,5 puntos • Ejercicio 4 elaborado correctamente → 2,5 puntos

BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.profesorjrc.es/apuntes/practicas/practicas%203eso%20fyq.pdf>
- <https://edtk.co/rbk/558726>
- <https://www.educaciongratuita.es/asignaturas/3-eso/fisica-y-quimica/contenidos-fisica-y-quimica-3-eso.php#contenidos>
- <https://selectividad.intergranada.com/fyq3.html>
- La enciclopedia del estudiante: Física y química. (2005). Santillana Educación / El País.