

**upna**

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS, SOCIALES Y DE LA EDUCACIÓN**

**GIZA, GIZARTE ETA HEZKUNTZA ZIENTZIEN FAKULTATEA**

**Máster Universitario de Profesorado de Educación Secundaria**

**Unibertsitate Masterra Bigarren Hezkuntzako Irakasletzan**

**Trabajo Fin de Máster**  
***Master Bukaerako Lana***

# **La dinámica en Física y Química en 4º de la ESO. El ejemplo de los parques de atracciones para motivar al alumnado**

**Estudiante/Ikaslea: Álvaro Antonio Maestre Pérez**

**Tutores: Alberto López Ortega y Alfonso Cornejo Ibergallartu**

**Especialidad Espezialitatea: Física y Química**

**Septiembre, 2022**

## AGRADECIMIENTOS

“A veces las cosas suceden porque deben suceder así. Tras acabar un grado y un Máster de tecnología de alimentos llego el COVID y tras un año de parón, intentando buscar trabajo, me decidí por hacer el máster de profesorado. Quizá debía pasar así. La verdad, no me arrepiento de nada. Creo haber encontrado una profesión que combina tanto las ciencias como ayudar a las personas.

Quiero agradecer en primer lugar a Alfonso y a Alberto, mis tutores del TFM por guiarme en este trabajo, animarme a mejorar y por todas las correcciones que me han hecho muchas veces a contrarreloj e incluso desde un tren.

Agradecer a Eva, mi tutora en el Prácticum II por guiarme durante el tiempo que estuve en el Liceo y hacer que mi estancia fuera tan enriquecedora, por darme la oportunidad de realizar la intervención en el aula y por su ayuda para completar el TFM.

También agradecer al alumnado del Liceo que hicieron que confirmara mi vocación y en especial al grupo de 4ºD, con quienes realicé mi intervención y quienes hicieron que dar clase fuera muy fácil y agradable.

Agradecer a Beti Gazte y Siñar Zubi y su gente por haberme visto crecer como persona y darme ciertas bases y herramientas necesarias para esta profesión que se presenta ante mí, por darme aliento y descubrir mi inclinación por el trabajo con personas.

Por último, agradecer a la gente que tengo cerca por animarme a seguir en los momentos más difíciles y más estresantes y sobre todo a mis padres por servirme como referencia a la hora de ser una buena persona inculcándome sus valores.

Se que a partir de ahora mi camino seguirá siendo incierto, pero lo que sí que tengo claro es que mi objetivo es acompañar a personas en su crecimiento a la vez que aprenden.”

**Álvaro Antonio Maestre Pérez**

## **RESUMEN**

En el presente Trabajo Fin de Máster se plantea una unidad didáctica sobre el tema de dinámica de la asignatura de Física y Química del curso de 4º de la ESO. Dicha unidad se enmarca en el contexto de un parque de atracciones con el objetivo de motivar al alumnado y que éste adquiera los conceptos del tema propuestos en la intervención. Se presenta un estudio del currículo de Física y Química, del tema de dinámica en concreto y de las dificultades del alumnado en este tema. Empleando la herramienta de marco simbólico para motivar a los alumnos, se elaboran recursos didácticos del tema de dinámica enmarcados en un contexto de parque de atracciones. Estos se aplican en la propuesta didáctica. Se presentan los resultados de aprendizaje en las sesiones en las que se desarrolla la citada unidad didáctica.

*Palabras clave: Física y Química; Dinámica; 4º de ESO; Parque de atracciones*

## **ABSTRACT**

In this Master's Thesis, a didactic unit is proposed on the topic of dynamics of the subject of Physics and Chemistry of the 4th year of ESO. This unit is framed in the context of an amusement park with the aim of motivating students and for them to acquire the concepts of the topic proposed in the intervention. A study of the Physics and Chemistry curriculum is presented, specifically the subject of dynamics and the difficulties of students in this topic. Using the symbolic framework tool to motivate the students, didactic resources on the topic of dynamics framed in an amusement park context are elaborated. The learning results are presented in the sessions in which the aforementioned didactic unit is developed.

*Keywords: Physics and Chemistry; Dynamic; 4th of ESO; Amusement Park.*

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. METODOLOGÍAS TRADICIONALES.....	5
1.2. METODOLOGÍAS INNOVADORAS.....	6
1.2.1. Marco simbólico.....	7
1.2.2. Elementos complementarios.....	8
2. CONTEXTO.....	8
2.1. Contexto del Centro.....	8
2.2. Características del alumnado del curso: 4º de la ESO.....	9
3. OBJETIVOS.....	9
4. ANALISIS CURRICULAR.....	10
4.1. Análisis curricular de la asignatura de Física y Química.....	10
4.2. Temario de dinámica.....	11
4.3. Análisis de dificultades.....	13
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	14
5.1. Preparación de la propuesta.....	14
5.1. Desarrollo de las sesiones.....	16
5.2. Elementos de evaluación.....	31
5.2.1. Evaluación de las sesiones.....	31
5.2.2. Evaluación del alumnado.....	31
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
6.1. <i>Feedback</i> de las sesiones.....	36
6.2. Impacto de aprendizaje.....	36
6.2.1. Pruebas de evaluación.....	36
6.3. Resultados de formularios de evaluación.....	39
7. Conclusiones.....	41
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	43

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Currículo de Física y Química, 4º de ESO. Bloque 4. El movimiento y las fuerzas .....	12
Tabla 2 Ideas erróneas y errores frecuentes del tema de dinámica .....	13
Tabla 3 Contenidos y objetivos específicos a trabajar en las sesiones .....	15
Tabla 4 Resumen de sesiones previas y posteriores a la intervención .....	16
Tabla 5 Resumen de las actividades realizadas en la intervención didáctica .....	17
Tabla 6 Descripción detallada de las actividades llevadas a cabo en las sesiones 5, 6 y 7 .....	20
Tabla 7 Elementos de evaluación del alumnado .....	31
Tabla 8 Frecuencia de respuesta a la pregunta acerca de motivaciones.....	39
Tabla 9 Frecuencia de respuesta acerca del grado de acuerdo sobre la aplicación del contexto .....	40

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pirámide de aprendizaje de Edgar Dale. Fuente: (Andrade & Chacón, 2018, p. 3).....	7
Figura 2 Puntos y Cartel de canjeo de puntos (Elaboración propia a partir de imágenes de la web de Port Aventura).....	19
Figura 3 Logotipo del programa (Elaboración propia a partir de las imágenes de la web de Port Aventura).....	21
Figura 4 Descomposición de fuerzas en plano inclinado (Elaboración propia).....	23
Figura 5 Datos para el ejercicio Shambhala (Elaboración propia).....	25
Figura 6 Fotografía de los botes empleados en la sesión 5.....	27
Figura 7 QR para evaluar sesiones (Elaborado a partir de <a href="http://www.qrcode-monkey.com">www.qrcode-monkey.com</a> y la web de PortAventura).....	28
Figura 8 Diapositiva de ejercicio Dragón Khan (Elaboración propia) .....	29
Figura 9 Corrección del ejercicio Dragón Khan I (Elaboración propia).....	30
Figura 10 Prueba de clase realizada (Elaboración propia) .....	33
Figura 11 Parte 1 de la propuesta de examen (Elaboración propia).....	34
Figura 12 Parte 2 de la propuesta de examen (Elaboración propia).....	35
Figura 13 Parte 3 de la propuesta de examen (Elaboración propia).....	36
Figura 14 Prueba intermedia resuelta con comentarios (Elaboración propia) .....	38

## INTRODUCCIÓN

Según la RAE, la Física es la ciencia que estudia las propiedades de la materia y de la energía, y las relaciones entre ambas. Para algunos alumnos, la física es una materia difícil y que genera cierto desinterés que es debido, en muchos casos, a la metodología tradicional de enseñanza empleada (Méndez Coca, 2015). Es por ello que en este trabajo se busca el empleo de metodologías innovadoras para aumentar el interés y la motivación del alumnado

Física y Química es una asignatura en la que se pueden realizar distintas experimentaciones, por lo que es propicia para programar actividades alternativas a la clase magistral clásica, lo que, *a priori*, debiera aumentar la motivación del alumnado mediante el acercamiento de la ciencia a contextos reales y a la vida cotidiana (García Martínez et al., 2018).

La Física en Educación Secundaria se imparte junto a la Química hasta 2º de Bachillerato, donde cada materia pasa a ser una asignatura independiente. Física y Química es obligatoria en 2º y 3º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) donde se fijan los conceptos básicos de esta asignatura. En 4º de la ESO y Bachiller pasa a ser optativa para las modalidades de ciencias, ampliándose la base obtenida en 2º y 3º. En la ESO, de acuerdo con el Decreto Foral 24/2015 (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015a) la asignatura se divide en 5 bloques, uno genérico (“la actividad científica”), dos dedicadas a química (“la materia” y “los cambios”) y dos a física (“movimiento y fuerzas” y “la energía”). El tema de dinámica se encuentra en el bloque “movimiento y fuerzas” y se estudia en 2º y 4º de la ESO.

Centrándonos en 4º de la ESO, las mayores dificultades procedimentales detectadas habitualmente en el tema de dinámica son la descomposición de fuerzas y la elaboración de dibujos y trigonometría. Se detectan también errores conceptuales: es frecuente confundir la energía o la inercia con una fuerza que provoca el movimiento, confundir la masa y el peso o ligar únicamente la existencia de fuerzas al movimiento.

El presente Trabajo Fin de Máster plantea una unidad didáctica para el tema de dinámica de la asignatura Física y Química de 4º de la ESO empleando para ello el ejemplo de un parque de atracciones para motivar al alumnado y de este modo conseguir que adquiriera los conceptos propuestos en el tema. La propuesta en cuestión se llevó a la práctica en el periodo de Prácticum II en un aula de 4º de la ESO del Colegio Concertado Liceo Monjardín.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. METODOLOGÍAS TRADICIONALES

Durante los últimos años se ha experimentado una evolución constante en las metodologías empleadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las metodologías tradicionales de enseñanza

están basadas en las clases magistrales. El protagonismo en dichas clases recaía casi exclusivamente en el docente, quien dictaba o leía la teoría y demostraba los ejercicios en la pizarra. El papel del alumnado consistía principalmente en copiar y en aprender, muchas veces de memoria, los conceptos transmitidos por el docente. La metodología tradicional, en ocasiones resulta monótona y poco participativa y esta perdura ya que muchos docentes enseñan tal y como han sido enseñados siendo alumnos (Méndez Coca, 2015). Esto es, una trasmisión oral del docente donde el alumnado debe escuchar, comprender y memorizar. Conforme han evolucionado las metodologías docentes hacia metodologías más activas, poco a poco el alumnado ha ido tomando una parte más activa en el proceso de aprendizaje y el enfoque docente ya no se basa únicamente en aprender de memoria el contenido, sino que se centra cada vez más en que exista un entendimiento y un aprendizaje activo por parte del alumnado.

Pero la metodología tradicional también tiene aspectos positivos, por lo que no debe desecharse completamente. Esta metodología permite transmitir una información a un gran número de personas. Estimula el esfuerzo personal del alumnado y su autonomía, ya que tiene que hacer escucha activa. Se trabajan también los procesos de memoria. Es por esto que también deberá de tenerse en cuenta a la hora de escoger las metodologías a emplear en función de las características del grupo y del/ la docente o combinarla con metodologías más activas.

## **1.2. METODOLOGÍAS INNOVADORAS**

En la propuesta didáctica que se presenta en este TFM se va a emplear principalmente una herramienta llamada marco simbólico, la cual se acompañará con algún elemento del aprendizaje basado en caso y la gamificación. Es por ello que esta propuesta didáctica utiliza herramientas que centran su atención en la motivación del alumnado, elemento importante en la consecución del aprendizaje, sobre todo en cursos como 4º de la ESO, ya que esta motivación desciende conforme avanzan los niveles (Méndez Coca, 2015). Una forma de motivarles es intentar hacerles parte activa del proceso de aprendizaje o acercarles la materia a la realidad (García Martínez et al., 2018).

La propuesta de intervención didáctica está basada en aumentar la motivación del alumnado, para lo cual se realizará un acercamiento a situaciones reales o cotidianas. Tal y cómo podemos ver en la figura 1, según la pirámide de aprendizaje de Edgar Dale, cuanto mayor implicación existe por parte del alumnado y más activo es su aprendizaje, mayor es el grado de adquisición de conceptos, por lo que se buscará que el alumnado sea parte activa en las sesiones en la medida de lo posible.



Figura 1 Pirámide de aprendizaje de Edgar Dale. Fuente: (Andrade & Chacón, 2018, p. 3)

### 1.2.1. Marco simbólico

El marco simbólico es una herramienta empleada en el ámbito del ocio y tiempo libre. Se emplea para trabajar una serie de valores o aprendizajes mediante una historia que sirve como hilo conductor. A este hilo conductor se enlazan gran parte de actividades, juegos, talleres y dinámicas realizadas. Esta herramienta es bastante conocida también por emplearse en el movimiento Scout (Federació d'Escoltisme Valencià, 2018). En el caso del movimiento Scout, se establece un marco simbólico por cada franja de edad.

Trasladando esta herramienta al ámbito de educación, con su aplicación lo que se busca es conectar cada uno de los conceptos a estudiar y cada actividad realizada en el aula con el contexto o historia que se establece. Con esto se busca hacer más motivadoras las sesiones, introduciendo un elemento de juego e invitando al alumnado a ser parte decisiva de la "historia" en las sesiones.

El conocimiento adquirido, deberá ser utilizado para un objetivo relacionado con dicha historia. A diferencia del aprendizaje basado en casos, que generalmente se centra en un caso en concreto, con la herramienta del marco simbólico se busca enlazar varios casos reales o ficticios, consiguiendo así una especie de secuencia de aprendizaje la cual cobra un sentido de conjunto

Esta herramienta es fácilmente adaptable a cada edad, ya que para edades más tempranas se puede recurrir más a la fantasía y al mundo mágico, con historias más simples que pueden ir haciéndose más realistas conforme aumenta la edad de los alumnos, con lo que podemos aunar esta herramienta con el aprendizaje basado en casos. Además, para grupos de mayor edad se puede acudir a temas con un trasfondo más social o educativo en valores, como por ejemplo el comercio justo, el cuidado del medioambiente, etc. En muchas ocasiones, esta herramienta lleva consigo la aparición de



personajes o cartas o vídeos que serán elementos que también sirvan como guía en el transcurso de la historia.

### 1.2.2. Elementos complementarios

- El aprendizaje basado en casos: puede considerarse una variante del aprendizaje basado en problemas; otros autores, en cambio la consideran la misma metodología. En ambos casos lo que se busca es un aprendizaje activo e involucrar al alumnado en su propio proceso de enseñanza. Esta metodología consiste en plantear un problema o situación real o simulando serlo para la cual el alumnado deberá analizar y deberá aportar posibles soluciones (Díaz-Barriga Arceo, 2006). El caso en cuestión suele tener un componente narrativo pudiendo ser un artículo periodístico, una novela, un video, etc. El aprendizaje basado en casos suele estructurarse en cuatro fases: la presentación del caso que tiene que ser resuelto estudio y análisis del caso, puesta en común de las diferentes propuestas y discusión y, por último, una evaluación.
- La *gamificación* o también llamada aprendizaje basado en juegos es una herramienta que emplea elementos de los juegos aplicada a otros contextos (Valderrama, 2015), en este caso el ámbito de educación. La gamificación ofrece un componente claramente motivacional, pudiendo potenciarse si se implanta de manera correcta la cooperación y el trabajo en equipo. Esta herramienta se está empleando cada vez más con mayor frecuencia debido a la irrupción de las nuevas tecnologías y su disponibilidad en las aulas. Un ejemplo de ello es el empleo de la herramienta “*Kahoot!*”, que consiste en una plataforma digital que permite realizar preguntas con varias opciones en la que los jugadores deben responder correctamente en el menor tiempo posible (*kahoot.com*, 2022). *Kahoot!* se emplea en el aula habitualmente como elemento de repaso o incluso de evaluación. La gamificación en educación puede llevar tres líneas de trabajo: el uso controlado del juego como forma de desarrollar competencias y habilidades; el uso de elementos característico del juego, como medallas, puntos, niveles etc.; y por último el rediseño de una asignatura como si fuese un juego, siendo esta la opción que más trabajo conlleva (Quintanal Pérez, 2016). En el caso del presente trabajo, se optará por la segunda línea, en donde serán empleados puntos para premiar la evolución de los alumnos.

## 2. CONTEXTO

### 2.1. Contexto del Centro

La intervención didáctica que se propone en este Trabajo Fin de Máster fue llevada a cabo en el Colegio Concertado Liceo Monjardín de Pamplona. En 1891 se fundó el colegio de las Ursulinas en la calle San Antón, empezando con 6 alumnas. Fue en 1972, cuando el colegio se instaló en el emplazamiento actual, en la calle Aoiz. En 2006 las hermanas Ursulinas deciden dejar el centro y es el

personal del centro (profesorado, administración y servicios) quienes deciden asumir la gestión creando una cooperativa de profesores: Aoiz Uno S. Cooperativa. La cooperativa está dirigida por un consejo gestor. Es desde este momento en el que el colegio pasa a llamarse Liceo Monjardín.

El centro ofrece ciclos de educación infantil, primaria y secundaria, bachillerato incluido. En el curso actual (2021-22) han atendido a un total de 1730 estudiantes. El centro está especializado en los idiomas, tanto en inglés como en francés, desde 4º de primaria, ofreciendo el Programa de Aprendizaje en Inglés (PAI) en primaria y secciones bilingües en la ESO. En cuanto a las enseñanzas de Bachillerato, se ofrecen cuatro itinerarios: humanidades, ciencias sociales, de ingeniería y de ciencias naturales. El nivel socio-económico de las familias que acuden al centro es de nivel medio-alto. En cuanto a trabajadores, el centro ofrece trabajo a 180 personas (140 puestos directos y 40/50 indirectos).

## **2.2. Características del alumnado del curso: 4º de la ESO**

La intervención didáctica que se presenta en este trabajo se llevó a cabo en el curso 2021-22 en un grupo de 4º de la ESO del Colegio Concertado Liceo Monjardín, compuesto por 29 alumnos entre 15 y 16 años. Estos se encontraban en la adolescencia, que se define como la edad comprendida entre los 10 y los 19 años (Organización Mundial de la Salud, s. f.).

En cuanto a este grupo en concreto, se mostró una evolución desde el prácticum I (diciembre 2021) al prácticum II (marzo – mayo 2022). Del grupo de 29 alumnos, 16 eran chicas y 13 chicos. 2 de los alumnos tenían un diagnóstico censado por Departamento de orientación de TDAH, a los que se les aplicaba medidas educativas especiales como, por ejemplo, darles más tiempo en los exámenes, acercarse a ver si han entendido los enunciados, marcar en negrita y subrayado las palabras clave de las preguntas, dejar huecos en los exámenes, entre otros.

En cuanto al ámbito académico es un grupo que presenta, en general, buenos resultados. Según su profesora, ha habido una evolución muy importante a lo largo del curso en cuanto a su trabajo personal, atención en clase, e interés por la asignatura. Al finalizar el curso, la mayoría de los alumnos pasaron a la opción de Ciencias del bachillerato, alguno continuó sus estudios en FP, y en menor medida otros alumnos pasaron al bachillerato en la rama de ciencias sociales.

## **3. OBJETIVOS**

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Máster es plantear una unidad didáctica para el tema de dinámica de 4º de la ESO empleando para ello la herramienta de marco simbólico, concretamente utilizando el ejemplo de un parque de atracciones, para motivar al alumnado y conseguir que el alumnado adquiriera los conceptos propuestos en el tema.

Para su consecución podemos definir los siguientes tres objetivos específicos:

- Realizar un análisis del currículum de Física y Química y de las dificultades del alumnado, centrándonos en el tema de dinámica.
- Adaptar materiales y elaborar recursos relativos al tema de dinámica en un contexto de parque de atracciones.
- Realizar una programación didáctica de las sesiones en las que se va a realizar la intervención didáctica.

## **4. ANALISIS CURRICULAR**

### **4.1. Análisis curricular de la asignatura de Física y Química**

De acuerdo con la LOMCE (2013) y el Decreto Foral 24/2015 del 22 de abril (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015a), y la asignatura de Física y Química se imparte de manera obligatoria en segundo y tercero de la ESO. En estos dos cursos, por un lado, se busca reforzar los conocimientos adquiridos en Ciencias Naturales de Primaria y por otro, se busca crear una base de conocimientos y cultura científica básica, que para parte del alumnado tendrá carácter terminal. Esto es debido a que en 4º de la ESO, Física y Química pasa a ser optativa según la LOMCE en función de la modalidad que escoja el estudiante. Aunque el Trabajo Fin de Máster se enmarca en la LOMCE, en el curso 2022/23, entra en vigor la LOMLOE (2020) y el Decreto Foral 71/2022 del 29 de junio, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra, (GOBIERNO DE NAVARRA, 2022) para los cursos impares y en el curso 2023/24 para los cursos pares.

En el caso de primero de bachillerato de la modalidad de ciencias según aparece en el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015b), el alumnado podrá escoger 2 asignaturas optativas entre Física y Química, Biología y Geología y Dibujo Técnico I. Por último, en segundo de Bachillerato, la asignatura se divide entre Física y Química, como 2 asignaturas independientes, que pueden ser escogidas en los itinerarios de la modalidad de ciencias: ciencias de la salud y ciencias e ingeniería.

A continuación, se recogen los objetivos generales de la asignatura de Física y Química de 4º de ESO, tal y como aparece en el Decreto Foral 24/2015:

- Adquirir las competencias necesarias para que el alumnado pueda integrarse en la sociedad de forma activa
- Dotar herramientas específicas que le permitan afrontar el futuro con garantías, participando en el desarrollo económico y social al que está ligada la capacidad científica, tecnológica e innovadora de la propia sociedad
- Incentivar un aprendizaje contextualizado
- Relacionar los principios en vigor con la evolución histórica del conocimiento científico
- Establecer la relación entre ciencia, tecnología y sociedad

- Potenciar la argumentación verbal
- Establecer relaciones cuantitativas y espaciales
- Resolver problemas con precisión y rigor
- Afianzar y ampliar los conocimientos que sobre las Ciencias de la Naturaleza adquiridos en la primaria
- Desarrollar las capacidades inherentes al trabajo científico
- Desarrollar destrezas en el manejo del aparato científico (trabajo experimental)
- Clasificar la información según relevancia y fomentar el espíritu crítico
- Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos
- Profundizar y ampliar contenidos relacionados con el currículo
- Mejorar sus destrezas tecnológicas y comunicativas

A lo largo de la ESO, de acuerdo con el Decreto Foral 24/2015 del 22 de abril (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015a) la asignatura Física y Química se divide en cinco bloques.

- Un bloque genérico: “La actividad científica”. Sienta las herramientas y bases tanto para la parte de física como para la de química.
- Dos bloques destinados a Química: bloque 2: “la materia” y bloque 3: “los cambios”.
- Dos bloques destinados a Física: bloque 4: “el movimiento y las fuerzas” y bloque 5: “la energía”.

En 2º y 3º los bloques son complementarios entre los diferentes cursos, ya que hay algunos de ellos que sólo se estudian en 2º y otros sólo en 3º. En 4º sí que se estudia la totalidad de estos bloques, ampliando lo estudiado en 2º y 3º.

En el caso de 1º de Bachillerato, de acuerdo con el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015b), sigue existiendo el bloque genérico de “la actividad científica”, pero aumentan a cuatro los bloques de Química (aspectos cuantitativos de la química, reacciones químicas, transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas y la química del carbono) y aumentan a tres bloques los de Física (cinemática, dinámica y energía)

Por último, en 2º de Bachillerato al separarse de la asignatura de Química, el temario de Física pasa a agruparse en 6 bloques: la actividad científica, interacción gravitatoria, interacción electromagnética, ondas, óptica geométrica y física del siglo XX

#### **4.2. Temario de dinámica**

En el caso concreto de este Trabajo Fin de Máster, la intervención se va a centrar en el tema de dinámica, más concretamente en el curso de 4º de la ESO, por lo que vamos a hacer un pequeño análisis de la situación de este tema en concreto en el currículum de la ESO y Bachillerato:

- El tema en cuestión se estudia previamente en 2º de la ESO, estableciéndose una base para la asignatura de 4º. En 2º de la ESO se estudian las fuerzas como causa del movimiento y de deformaciones, su relación con la velocidad y la aceleración, maquinas simples y fuerzas que se encuentran en la naturaleza, como el rozamiento o la gravedad.
- En 4º se introduce como novedad la fuerza como magnitud vectorial, se amplía el conocimiento de las leyes de Newton, se incorporan los planos inclinados en el estudio del movimiento de un cuerpo y se empieza a estudiar dinámica circular, concretamente el movimiento circular uniforme (MCU).
- En 1º de Bachillerato, según aparece en el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015b), aumentará la complejidad ya que se estudiará más de un cuerpo simultaneo y en el caso de la dinámica circular se estudia también el movimiento circular uniformemente acelerado (MCUA).
- En 2º de Bachillerato no existe un bloque de dinámica como tal, sino que se integran los bloques de cinemática, dinámica y energía para componer una visión panorámica de las interacciones gravitatoria, eléctrica y magnética, tal como se dice en el DF 25/2015 (GOBIERNO DE NAVARRA, 2015b).

Para más detalle, véase extracto del currículo en el anexo 1.

En el tema de dinámica en 4º de ESO, los contenidos que se van a trabajar en la propuesta de intervención didáctica son los siguientes:

- Concepto de fuerza. Fuerzas: peso, normal, rozamiento. Fuerza de gravitación.
- Leyes de Newton. Resolución de problemas numéricos

Dichos conceptos deberán estar ligados a los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables que aparecen en la tabla 1 que se muestra a continuación:

*Tabla 1 Currículo de Física y Química, 4º de ESO. Bloque 4. El movimiento y las fuerzas*

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Naturaleza vectorial de las fuerzas. Leyes de Newton. Fuerzas de especial interés: peso,	6. Reconocer las fuerzas como la causa de los cambios en la velocidad de los cuerpos y representarlas vectorialmente. 7. Utilizar el principio fundamental de la Dinámica en	6.1. Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo. 6.2. Representa vectorialmente el peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la tensión en distintos

normal, rozamiento, centrípeta.	la resolución de problemas en los que intervienen varias fuerzas. 8. Aplicar las leyes de Newton para la interpretación de fenómenos cotidianos.	casos de movimientos rectilíneos y circulares. 7.1. Identifica y representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento, tanto en un plano horizontal como inclinado, calculando la fuerza resultante y la aceleración. 8.1. Interpreta fenómenos cotidianos en términos de las tres leyes de Newton.
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 4.3. Análisis de dificultades

Se realizó un estudio de ideas erróneas o errores frecuentes que suele tener el alumnado en el tema de dinámica. Para ello, se llevó a cabo una consulta de errores de concepto frecuentes utilizando una página web especializada en este tipo de contenido (*Spark.Iop.Org*, 2022) y en un artículo científico (Liu & Fang, 2016). También, se hizo una entrevista a los docentes del centro en que se realizaron las prácticas. Por último, se realizó una observación en sesiones de otros niveles (2º de la ESO y 1º de Bachiller) y en sesiones de otra/os docentes en el tema en cuestión. A continuación, en la tabla 2 se puede observar una lista de ideas erróneas y errores frecuentes.

*Tabla 2 Ideas erróneas y errores frecuentes del tema de dinámica*

Ideas erróneas y errores frecuentes (fuente)
- Se piensa que las fuerzas solo pueden ser ejercidas por seres vivos y algunas máquinas y no por objetos inanimados (1)
- La fuerza debe ser activa, no puede haber fuerzas pasivas (2)
- La aplicación de fuerzas implica movimiento (2)
- El reposo es el estado natural de todos los cuerpos (2)
- Qué exista aceleración implica un incremento de fuerzas (2)
- Un objeto es difícil de empujar sólo porque es pesado (2)
- La fuerza es una energía (2)
- Confunden la masa y el peso (2)
- La gravedad solo actúa si un cuerpo está en contacto con el suelo (2)
- La gravedad aumenta con el peso (2)
- La fricción siempre dificulta el movimiento (2)
- La fuerza de rozamiento es constante (2)

- Muchos alumnos confunden la fuerza de rozamiento con la normal (1)
  - Si existe inercia (velocidad inicial), existe una fuerza (2) (observación en clase)
  - Uno de los mayores fallos es debido a no realizar bien los dibujos (entrevista)
  - Otro fallo frecuente es el uso de la trigonometría (entrevista)
  - Algunos/as alumnos/as de se les hace difícil usar otra letra diferente a la "x" para nombrar a una incógnita, sobre todo en 2º y 3º (observación)
- 

(1) Página web con errores de concepto (*Spark.Iop.Org*, 2022)

(2) Artículo sobre errores de concepto (Liu & Fang, 2016)

A estas dificultades hay que añadir que, debido a la situación epidemiológica, con la suspensión de las clases en el año 2020, parte del alumnado con el que se realizó la intervención didáctica, no llegó a estudiar el tema de dinámica en 2º de la ESO y puesto que en 3º de la ESO no se imparte este tema, es posible que para este alumnado sea la primera vez que estudia el tema de dinámica, lo que habrá que tener en cuenta para el desarrollo de las sesiones.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Una vez analizado el currículo de Física y Química, más en concreto, el tema de dinámica, las dificultades que tiene el alumnado con respecto a este tema, se detallará a continuación la propuesta de intervención.

### 5.1. Preparación de la propuesta

Tal y como se ha introducido en el bloque de metodología, la propuesta didáctica constará de una integración de las tres herramientas: el marco simbólico, el aprendizaje basado en casos y la gamificación. Es importante que la metodología a aplicar se adapte bien tanto al docente que va a impartir las sesiones como a las características del grupo, sobre todo si la motivación va a ser clave en el aprendizaje tal y como se ha comentado. Por esto mismo, antes de definir el contexto tuvieron lugar conversaciones acerca de las motivaciones del grupo, con la docente de Física y Química y con los propios alumnos. Una de sus motivaciones eran los parques de atracciones, por lo que la intervención se basó en un contexto de parque de atracciones. Durante una revisión de noticias sobre parques de atracciones se leyó la noticia acerca de la preparación de un terreno para la construcción de una nueva atracción ubicada en el Far West (Diari de Tarragona, 2022), una de las zonas de Port Aventura, por lo que esto se emplearía como elemento inicial sobre el que realizar la intervención y el problema a resolver en el contexto: la construcción de una nueva atracción.

Se realizó una pequeña investigación acerca de los parámetros de las diferentes atracciones para enmarcar los problemas en un contexto lo más realista posible, para lo que se consultó la página

web del parque de atracciones (*PortAventura World, 2022*) y elaboró una tabla con esos datos (véase Anexo 2).

Una vez realizada dicha investigación, se procedió a preparar los materiales y recursos que se utilizarían durante el desarrollo de las sesiones. Dichos materiales y recursos se describirán en el apartado de desarrollo de las sesiones.

De cara a la programación didáctica, se estudiaron los contenidos y redactaron unos objetivos específicos, que se pueden observar en la tabla 3. Estos serán necesarios para enmarcar las actividades en la base teórica, como se verá en el apartado de desarrollo de las sesiones.

*Tabla 3 Contenidos y objetivos específicos a trabajar en las sesiones*

Contenidos	Objetivos específicos
C1 - Naturaleza vectorial de las fuerzas.	OE1 - Identificar las fuerzas que intervienen en fenómenos cotidianos: peso, fuerza normal, fuerza de rozamiento y Tensión
C2 - Leyes de Newton.	OE2 - Aplicar las 3 leyes de Newton en fenómenos cotidianos
C3 - Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.	OE3 - Representar vectorialmente las fuerzas existentes en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares  OE4 - Calcular correctamente la fuerza resultante en un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme en plano horizontal o inclinado OE5 - Calcular correctamente la fuerza resultante y la aceleración en un cuerpo en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en plano horizontal o inclinado OE6 - Calcular correctamente la fuerza resultante y la aceleración en un cuerpo en movimiento circular uniforme OE7 - Relacionar correctamente los conceptos de cinemática y dinámica y aplicarlo en la resolución de ejercicios

La propuesta en cuestión se llevó a cabo en un aula de 4º de la ESO del Colegio Concertado Liceo Monjardín, en la cual asisten como 29 alumnos y alumnas de entre 15 y 16 años. El grupo tenía 3 sesiones de Física y Química a la semana: el lunes y viernes de 13:35 a 14:30 (última hora) y el martes de 11:15 a 12:10 (cuarta hora). La propuesta didáctica fue llevada a cabo a mediados de la tercera evaluación. Para el temario de dinámica se destinaron 8 sesiones (además del examen). De estas 8 sesiones, en 3 de ellas será en las que se realice la intervención, tras dos sesiones de introducción a los conceptos básicos. La propuesta didáctica será desgranada a continuación en el apartado de desarrollo de las sesiones.



### 5.1. Desarrollo de las sesiones

Tal y como se ha citado en el apartado anterior, se realizan dos sesiones previas a la intervención didáctica propuesta y otras tres tras la intervención. A continuación, se puede observar en la tabla 4 un desglose de las actividades llevadas a cabo en las sesiones, así como los contenidos y objetivos específicos a los que hace referencia cada sesión.

Tabla 4 Resumen de sesiones previas y posteriores a la intervención

Sesión	Actividades	Contenidos	Objetivos
1	Explicación teórica de los conceptos dinámica, fuerza y magnitud vectorial	C1	OE3
	Explicación y ejercicio de cálculo de fuerzas resultantes	C1	OE3
	Explicación y ejercicios de descomposición de fuerzas (Cálculo de la componente horizontal y vertical)	C1	OE3
2	Realización de un problema el cual se introducen y definen cada una de las fuerzas existentes.	C1, C3	OE1, OE3, OE5, OE7
	Dictado de los principios de la dinámica y relación con el ejercicio anterior	C2	OE2, OE7
<i>Las sesiones 3,4 y 5 se detallan a continuación en mayor profundidad</i>			
6	Dibujo de descomposición de fuerzas en movimiento circular uniforme	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3
	Dictado de la teoría sobre fuerzas en un cuerpo con movimiento circular uniforme	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3
	Problemas de dinámica del MCU en los que la fuerza solo actúa en una componente (vertical u horizontal)	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3, OE6, OE7
7	Repaso de la teoría explicada en la sesión anterior.	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3
	Problemas de dinámica del MCU donde la fuerza sea combinación de ambas componentes	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3, OE6, OE7
8	Repaso de la teoría del tema	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3
	Problema de plano inclinado	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3, OE5, OE7
	Problema de dinámica del MCU	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3, OE6, OE7
	Problema de competencias	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE7
Examen	Examen (Comprende cinemática del MCU y dinámica)	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3, OE4, OE5, OE6, OE7

Tras introducir las sesiones previas y posteriores a la intervención en el tema de dinámica de 4º, se presenta a continuación en la tabla 5 una propuesta desglosada por actividades a realizar en las sesiones en las que se hizo la intervención didáctica, ligando estas actividades a los contenidos y objetivos específicos, indicando a su vez cual es tiempo estimado para el desarrollo de dicha actividad, así como los criterios de evaluación aplicados en cada caso.

Tabla 5 Resumen de las actividades realizadas en la intervención didáctica

Sesión	Actividad	Contenidos	Objetivos	Tiempo	Evaluación*
3	Introducción			5'	
	Descomposición de fuerzas: Dibujo		OE1, OE3	20'	
	Teoría: Fuerzas en cuerpo con movimiento rectilíneo uniforme	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3	5'	EV1, EV3
	Ejercicio de plano horizontal		OE1, OE2, OE3, OE4, OE7	18'	
	Cierre de la sesión y tarea		OE1, OE2, OE3, OE4, OE7	2'	
4	Introducción y repaso: descomposición de fuerzas en plano inclinado		OE1, OE2, OE3	10'	
	Resolución de ejercicio de tarea (Ejercicio de MRU en plano inclinado)		OE1, OE2, OE3, OE4, OE7	15'	
	Teoría: Fuerzas en cuerpo con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3	5'	EV1, EV3
	Ejercicio de MRUA en plano inclinado		OE1, OE2, OE3, OE5, OE7	18'	
	Cierre de la sesión y tarea		OE1, OE2, OE3, OE4, OE5, OE7	2'	
5	Introducción			10'	
	Ejercicio repaso 1		OE1, OE2, OE3, OE5, OE7	10'	EV1, EV3
	Ejercicio repaso 2	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3, OE4, OE7	10'	
	Prueba corta de contenidos.		OE1, OE2, OE3, OE5, OE7	12'	EV2
	Cierre de la sesión			8'	
5**	Introducción y repaso	C1, C2, C3	OE1, OE2, OE3	5'	EV1, EV3

Descomposición de fuerzas MCU:	OE1, OE3	10'
Dibujo		
Teoría: Fuerzas en cuerpo con movimiento circular uniforme	OE1, OE2, OE3	5'
Ejercicio 1	OE1, OE2, OE3, OE6, OE7	10'
Ejercicio 2	OE1, OE2, OE3, OE6, OE7	20'

\* Las siglas EV1, EV2 y EV3 corresponden a prueba escrita (EV1), pequeñas pruebas de contenidos (EV2) y actitud (EV3). Esto se desarrollará en mayor medida en el apartado de evaluación.

\*\*La quinta sesión estaba planificada para tratar la dinámica del movimiento circular, pero fue necesario realizar una sesión de repaso de dinámica en planos inclinados. La descripción de dicha sesión viene recogida tanto en el anexo 3 que contiene la guía de las sesiones, como en el anexo 4, que contiene la presentación en *Power Point* que serviría como acompañamiento a las explicaciones del aula.

Es importante también indicar el empleo de la metodología propuesta, así como el momento de aplicación de cada uno de sus componentes en cada una de las sesiones:

- En el caso del marco simbólico, se emplea a lo largo de todas las sesiones en las que se realiza la intervención (sesiones 3-5). Como introducción al contexto se les invita a participar en un programa de jóvenes talentos con motivo de formarse para el desarrollo de una nueva atracción. En la quinta sesión llegan al desenlace, ya que los problemas realizados en dicha sesión supondrían los cálculos necesarios para el desarrollo final de esta nueva atracción mencionada en la primera sesión. Aunque el contexto es un parque de atracciones, el aprendizaje que se busca conseguir es la adquisición de conceptos de dinámica y movimiento y la práctica de ejercicios relacionados.
- En el caso del aprendizaje basado en casos (ABC), se realiza una simplificación del mismo, ya que salvo en el problema de la prueba de la sesión 5 en la que sí que es necesaria la contribución de todo el alumnado de la clase para la consecución de un objetivo común, se suprime parte de la metodología original en la que se realiza una puesta en común del caso para su resolución y el trabajo por pequeños grupos. En la propuesta didáctica simplemente se presentan los casos pseudo-reales (basados en datos reales de las atracciones) para la práctica de la teoría de dinámica y movimiento. Esta simplificación de ABC se puede observar en los diversos problemas de elaboración propia propuestos por el docente, sobre todo en la sesión 5 en la que se realizó la prueba de evaluación intermedia.

- En cuanto a la gamificación es empleada como elemento motivador con la instauración de un sistema de recompensas basada en puntos del parque temático. Estos servirán para motivar la participación en las clases, otorgándose a quienes se atrevieran a salir a la pizarra, como refuerzo positivo a la elaboración de la tarea (de la sesión 4 a la 5) y sobre todo los puntos son relevantes en la prueba de la quinta sesión para hacer el cierre a la intervención y conseguir la recompensa para la clase, ya que cada alumno con respuesta correcta en la evaluación intermedia obtenía un punto. Los puntos y el sistema de puntuación empleado pueden verse a continuación en la figura 2:



Figura 2 Puntos y Cartel de canjeo de puntos (Elaboración propia a partir del imágenes de la web de Port Aventura)

A continuación, se realiza una descripción más detallada de cada una de las actividades que fueron desarrolladas en las sesiones 3 a 5. Dicha descripción puede observarse en la tabla 6.

Tabla 6 Descripción detallada de las actividades llevadas a cabo en las sesiones 5, 6 y 7

Sesión	Actividad	Procedimiento/ Metodología
3	Introducción	<p>Para comenzar la sesión, empleando la herramienta nombrada del marco simbólico, se les introdujo en el contexto mediante la aparición del docente con un jersey azul, caracterizado como un trabajador del parque (véase anexo 5) y sonando de fondo la canción Port Aventura <i>Celebration</i> (Karaoke). El docente les dará la bienvenida y les explicará que desde Port Aventura se está trabajando en una nueva atracción en la zona del Far West, pero que les faltan grandes ideas y es por ello por lo que han implementado un programa de formación de diseñadores de atracciones y que se ha pensado en ellas y ellos para participar en este proyecto, por lo que les invita a participar en el 1<sup>er</sup> Programa de Formación de Jóvenes Talentos de Port Aventura diciendo lo siguiente:</p> <p><i>“Benvinguts a Port Aventura ¡Hola a todas y todos! Hello everybody!</i></p> <p><i>Desde Port Aventura estamos en la búsqueda de jóvenes talentos para el desarrollo de nuestras futuras atracciones.</i></p> <p><i>Ya sabéis que desde Port Aventura apostamos siempre por la innovación. Estamos a punto de construir una nueva atracción. Ya tenemos un terreno preparado en el Far West y sólo nos faltan grandes ideas.</i></p> <p><i>Para ello hemos implementado un programa de formación de diseñadores de atracciones y creemos que vuestro perfil encaja a la perfección con el programa.</i></p> <p><i>Hemos estudiado con rigor lo necesario para implementar estos cursos y creemos que vosotros y vosotras encajáis perfectamente en el programa,</i></p> <p><i>¿Aceptáis el reto?</i></p> <p><i>Doncs, benvinguts al 1er Programa de Formación de Jóvenes Talentos de Port Aventura”</i></p>

Una vez aceptado el “reto”, se les dio unos cartelitos para que pusieran su nombre, de cara a poder dirigirse al alumnado por su nombre (véase anexo 6) y se colocó en la clase el cartel del programa que aparece en la figura 3



Figura 3 Logotipo del programa (Elaboración propia a partir de las imágenes de la web de Port Aventura)

<p>Descomposición de fuerzas: Dibujo</p>	<p>Lo primero que se hizo fue analizar las fuerzas que actuaban en diferentes atracciones de Port Aventura, incluso en aquellas en las que existía un plano inclinado se realizó la descomposición de fuerzas. Para un par de atracciones se les dio la oportunidad de salir a la pizarra a algún/a alumno/a para que lo intentaran resolver. A quienes salieron, se les dio un punto, como elemento de la gamificación. Las imágenes de las atracciones para descomponer pueden verse en el anexo 4.</p>
<p>Teoría: Fuerzas en cuerpo con movimiento rectilíneo uniforme</p>	<p>Lo siguiente fue explicar qué ocurre a un cuerpo en el que actúan fuerzas, pero sigue un movimiento rectilíneo uniforme:</p>

---

*“En este punto podemos relacionar los conceptos que habéis dado en el tema anterior (cinemática) con los de este tema (dinámica). Si conocemos las fuerzas que actúan, podemos llegar a saber el tipo de movimiento. Empezamos relacionando la dinámica con el MRU (movimiento rectilíneo uniforme). Esto se daba cuando un cuerpo está en reposo (no existe movimiento) o cuando el movimiento se hace con velocidad constante. Esto quiere decir que la aceleración es 0.*

*Aplicando esto a la segunda ley de Newton vemos que, si la aceleración es 0, el sumatorio de fuerzas también.”*

$$\sum \vec{F} = m * \vec{a} \quad \text{Si } \vec{a} = 0 ; \quad \sum \vec{F} = 0$$

---

Ejercicio de plano horizontal    Tras explicar la teoría, esta se acompañó de un ejemplo basado en un caso real (una adaptación del ABC): el ejercicio del tren de vapor:

*“Una vez que el tren de vapor ha arrancado de Penitence Station en dirección al Far West, marcha a una velocidad constante de 36 km/h. Si el tren tiene una masa de 22,5 T (pasajeros incluidos) y las vías tienen un coeficiente de rozamiento de 0,2.*

- 1)     *Dibuja las fuerzas ejercidas*
- 2)     *¿Qué fuerza ejerce el motor de vapor?”*

---

Cierre de la sesión y tarea    Lo próximo sería realizar un ejercicio similar, pero en este caso el plano estaba inclinado. Este ejercicio se planteó por encima y se mandó para que se intentara hacer en casa. Dicho ejercicio es el Dragón Khan I y se introdujo de la siguiente manera:

*“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador, pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”*

*El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de 26º y en la bajada de 45º.*

*El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.*

*Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:*

---

		<p>1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida</p> <p>2) Calcula la fuerza que ejerce el motor"</p>
4	<p>Introducción y repaso: descomposición de fuerzas en plano inclinado</p>	<p>Comenzó la sesión de nuevo con el docente con jersey azul, pero esta vez sonando la canción Hola, Hola de Port Aventura.</p> <p>Lo primero que se hizo fue un pequeño repaso de la sesión anterior, descomponiendo las fuerzas que intervienen en un cuerpo apoyado en un plano inclinado, tal y como se puede ver en la figura 4 a continuación:</p>

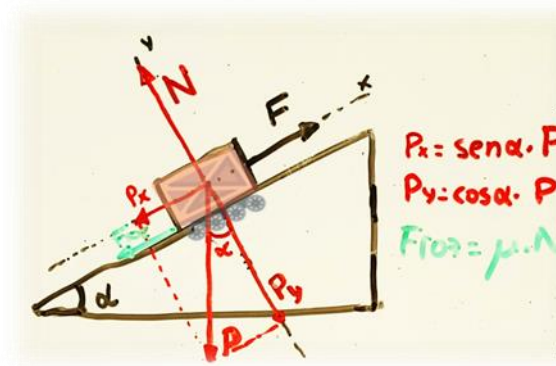


Figura 4 Descomposición de fuerzas en plano inclinado (Elaboración propia)

<p>Resolución de ejercicio de tarea (Ejercicio de MRU en plano inclinado)</p>	<p>A continuación, se presentó el enunciado de la tarea y se animó a una persona a corregirlo.</p> <p>Una vez corregido, se hicieron indicaciones explicando lo que había realizado la alumna.</p>
<p>Teoría: Fuerzas en cuerpo con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado</p>	<p>El siguiente paso fue relacionar la dinámica con el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado a partir de la fórmula de la 2ª ley de Newton de la siguiente manera:</p>



---

	<p>“Cuando el sumatorio de fuerzas no es nulo, existirá una aceleración y por tanto el movimiento será acelerado. Esta aceleración nos permitirá relacionar las fórmulas de cinemática con las de dinámica. Veamos esto con un ejemplo”</p>
Ejercicio de MRUA en plano inclinado	<p>Para apoyar la teoría recientemente mencionada, se realizó por parte del docente el ejercicio Dragón Khan II, como continuación al problema anterior:</p> <p><i>“El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de 26º y en la bajada de 45º. El ascenso se hace a una velocidad de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg. Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:</i></p> <p><i>En el primer descenso llega hasta los 104,6 km/h</i></p> <p><i>3) Dibuja las fuerzas en la bajada</i></p> <p><i>4) ¿Cuál será la aceleración?</i></p> <p><i>5) ¿Cuánto tarda en bajar?”</i></p>
Cierre de la sesión y tarea	<p>Para la siguiente sesión, que iba a desarrollarse tres días después, se mandó de tarea que hicieran el ejercicio resuelto 8 de la página 173 del libro de Santillana (Vidal Fernández et al., s. f.) a modo de repaso de lo aprendido, el problema Shambhala (ejercicio voluntario) y revisar MCU (págs. 150 y 151 del libro), ya que el movimiento circular requería un mayor repaso</p> <p>A continuación, se muestra el enunciado del problema Shambhala:</p> <p><i>“En un valle de Asia Central, entre las inexpugnables montañas del Himalaya, dice la leyenda que se encuentra una ciudad que es la cuna de la eterna juventud, un centro de felicidad y un reino de paz y sabiduría. Cuenta el antiguo mito que en este lugar se ubica la sede del rey del mundo, conectada a todos los continentes por medio de pasadizos secretos. Esta ciudad se llama Shambhala.</i></p>

---

La Shambhala llegó a ser la montaña rusa con más altura de Europa con 76 metros de altura (100m horizontal) y en la primera subida, seguida de una caída de 78 metros (y  $77,4^\circ$  de desnivel) alcanzando una velocidad de 134 km/h. A continuación, podemos ver un esquema con las medidas.

El vagón sube con velocidad constante y se ejerce una fuerza de 36850 N. En el descenso, no se aplican fuerzas externas.

Datos: Masa de vagones + pasajeros 4800 kg.

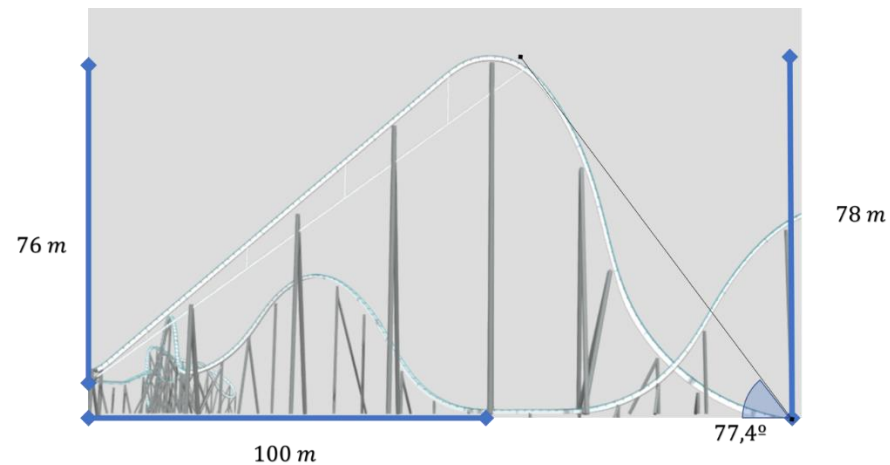


Figura 5 Datos para el ejercicio Shambhala (Elaboración propia)

- 1) Dibuja la representación de fuerzas en la subida y en la bajada.
- 2) Calcula la fuerza de rozamiento en la subida y coeficiente de rozamiento (3 decimales)
- 3) Calcula la aceleración de bajada."

Entre  
la 4 y  
la 5

Tras la sesión, se vio que el alumnado necesitaba refuerzo en planos inclinados, por lo que se decidió dedicarle otra sesión, pero empleando problemas más sencillos.

Los problemas corregidos, fueron mandados a la profesora para que los colgase en *Classroom* (Véase problemas corregidos en el anexo 7)

---

5	Introducción	<p>Aunque en esta quinta sesión el docente entró en la clase con el jersey azul, se ausentó por un momento y entró de nuevo disfrazado de vaquero emulando el lejano oeste (véase anexo 5). Además, entró con una caja sorpresa (que contenía unos dulces) y con un cartel de canjeo de puntos para poder abrir la caja sorpresa, el cual puede verse en la figura 2.</p> <p>En primer lugar, se otorgaron tantos puntos como personas habían hecho la tarea. Tras decirles lo que se iba a realizar ese día (2 ejercicios de repaso y una prueba final) y comenzó la clase de la siguiente manera:</p> <p><i>“Ya estamos ultimando la nueva atracción de Far West, pero nos queda hacer los últimos cálculos. Aunque habéis tenido un duro entrenamiento, no os preocupéis, los problemas van a ser más fáciles. Hoy haremos un par de problemas para calentar motores y acabaremos con una prueba. Así que ya podéis estar atentos y atentas hoy porque voy a ir como un tiro.</i></p> <p><i>¿Listos y listas para el duelo? Pues que empiecen los problemas:</i></p> <p><i>La nueva atracción consistirá en una carrera de carros de caballos. Cada carro tendrá una masa de 200 kg. Vamos a hacer problemas con varios tramos del recorrido”</i></p>
	Ejercicio repaso 1	<p>Se dictó el enunciado del primer problema de repaso y se resolvió:</p> <p><i>“En la primera bajada, se sitúa el carro de 200 kg en lo alto de un plano inclinado de 60º de inclinación con la horizontal. Aplicamos además una fuerza de 201 N hacia abajo (paralela al plano). Datos: Se parte de reposo y el coeficiente de rozamiento = 0,1</i></p> <p><i>Haz el dibujo y calcula:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>A) <i>La aceleración con la que baja el carro</i></li><li>B) <i>La velocidad que tendrá tras 4 segundos bajando</i></li><li>C) <i>La distancia recorrida”</i></li></ul>
	Ejercicio repaso 2	Se dictó el enunciado del segundo problema de repaso y se resolvió:

---

Después de esa bajada, el carro de 200 kg sube por un plano inclinado de 45°. Si el coeficiente de rozamiento = 0,1, haz el dibujo y calcula:

A) La fuerza que debe aportar el caballo si queremos que se mantenga la velocidad de subida.

Prueba intermedia de contenidos

Una vez hechos los ejercicios de repaso, llego el momento de la prueba. Para realizarla, sólo debían tener en la mesa calculadora y un papel en el que debían anotar su nombre. Para resolver el problema, tuvieron 10 minutos. Una vez acabado el problema, en la mesa del profesor había 6 botes con 6 resultados y debían meter su nombre en el bote que coincidía con el resultado. Véase figura 6 con los botes a continuación:



Figura 6 Fotografía de los botes empleados en la sesión 5

El problema de la prueba se puede observar en el apartado 5.2 Elementos de evaluación

Cierre de la sesión

Una vez acabado el tiempo, quienes acertaban daban un punto a la clase. Claramente consiguieron abrir la caja y conseguir la sorpresa.

Por último, des dio un código QR y la tutora les colgó un enlace que llevaba a un formulario de Google para que realizaran una evaluación de las sesiones. (Anexo 8) El código QR puede verse en la figura 7 a continuación



Figura 7 QR para evaluar sesiones (Elaborado a partir de [www.qrcode-monkey.com](http://www.qrcode-monkey.com) y la web de PortAventura)

---

**Tras la  
5**

Tras la quinta sesión, se envió a la profesora archivos con los enunciados y la corrección de los ejercicios que no habían sido compartidos con el alumnado para que sea subido a la plataforma *Classroom*. (Véase anexo 7)

---

A continuación, se va a mostrar algún ejemplo de cómo se ha llevado a cabo la intervención didáctica.

En primer lugar, se muestra un ejemplo de diapositiva empleadas en la clase. El resto de las diapositivas pueden encontrarse en el anexo 4. Tal y cómo se puede apreciar en la figura 8, cuando se presentaban los ejercicios, se contaba primeramente un poco de historia de la atracción, tal y como se ve en gris. Además, se añadía una imagen para que pudieran hacerse una idea de la inclinación real y que sirva de ayuda para descomponer las fuerzas en un contexto real. Por último, se presentaba el problema, para el cual se empleaban, en la medida de lo posible, datos reales.

## Dragón Khan I

**Ejercicio**

“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”

El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ . El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.

Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

- 1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida
- 2) Calcula la fuerza que ejerce el motor




Figura 8 Diapositiva de ejercicio Dragón Khan (Elaboración propia)

Todos los ejercicios que se realizaban en clase o que eran mandados como tarea, posteriormente se compartieron resueltos al alumnado. Un ejemplo de ello, lo podemos ver en la figura 9, que nos muestra la corrección del ejercicio que se presentaba en la figura 8: Dragón Khan I. Tal y como se ve en la figura 9, se destaca donde empezaría la corrección de cada apartado y en los primeros ejercicios resueltos (como es este caso en concreto) se incluyen comentarios en azul que pueden ser de ayuda, teniendo en cuenta que es posible que para alguno de los alumnos sea la primera vez que estudian el tema de dinámica, tal y como se ha comentado en el apartado de contexto del alumnado. El resto de los ejercicios resueltos se pueden ver en el anexo 7.

Corrección de ejercicio

# Dragón Khan I



“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador, pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”

El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de 26º y en la bajada de 45º.

El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.

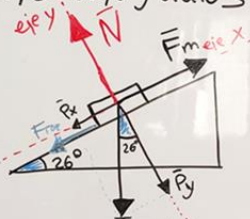
Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida

2) Calcula la fuerza que ejerce el motor

1)

1) Dibujo y datos



$m = 2300 \text{ kg}$   
 $\mu = 0,05$

**RECUERDA**

- $P$  = peso (N)
- $N$  = Normal (N)
- $\mu$  = Coeficiente de rozamiento
- $F_{roz}$  = fuerza de rozamiento (N)
- $F_m$  = fuerza del motor (N)

2)

2) Fuerzas

$F_m$ : ¿?

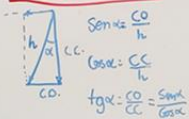
$$P = m \cdot g = 2300 \cdot 9,8 = 22540 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin \alpha = 22540 \cdot \sin 26^\circ = 9881 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos \alpha = 22540 \cdot \cos 26^\circ = 20259 \text{ N}$$

$$F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0,05 \cdot 20259 = 1013 \text{ N}$$

**RECUERDA**



3) Aplicación leyes de dinámica

Eje y

$$\sum F_y = m \cdot \bar{a}$$

Si no se mueve en el eje:  
 $\bar{a} = 0$

$$\sum F_y = 0$$

$$P_y - N = 0$$

$$P_y = N^*$$

Eje x

$$\sum F_x = m \cdot \bar{a}$$

Si se mueve con velocidad constante  
 $\bar{a} = 0$  (MRU)

$$\sum F_x = 0$$

$$F_m - P_x - F_{roz} = 0$$

**RECUERDA**

- Si una fuerza es igual sentido que el movimiento → Suma (+)
- Si va en sentido contrario → Resta (-)

4) Cálculos

$$\sum F_x = 0$$

$$F_m - F_{roz} - P_x = 0$$

$$F_m = F_{roz} + P_x$$

$$F_m = 1013 + 9881 = \underline{\underline{10894 \text{ N}}}$$

Figura 9 Corrección del ejercicio Dragón Khan I (Elaboración propia)

## 5.2. Elementos de evaluación

### 5.2.1. Evaluación de las sesiones

Para evaluar las sesiones, por un lado, tras cada una de ellas se recibía *feedback* por parte de la docente responsable en dónde se comentaban aquellos aspectos de mejora. Además, se generó un formulario de Google cuyo objetivo era evaluar las sesiones por parte del alumnado (Anexo 8) en el que se realizan las siguientes cuestiones: Nombre

- ¿Cómo he estado de motivado/a? (Del 1 al 7)
- De las sesiones me ha motivado ... (Del 1 - nada al 5 - mucho)
  - o ... el contexto de PortAventura
  - o ... que los problemas sean situaciones reales
  - o ... poder participar en las sesiones
  - o ... el temario de dinámica/ asignatura
  - o ... el docente y su implicación
  - o ... el horario de la clase
  - o ... poder conseguir mini puntos
- De las opciones anteriores, ¿cuál es la que más me ha motivado?
- Al estar aplicado un contexto de PortAventura... Indica tu grado de acuerdo (1 nada - 5 mucho)
  - o ... hace que los problemas sean más complejos
  - o ... hace que esté más motivad@
  - o ...hace que sea más fácil de entender
- ¿Qué te ha gustado?
- ¿Qué mejorarías de las sesiones?
- Algo que quieras comentar

### 5.2.2. Evaluación del alumnado

Por otro lado, también es necesario especificar cuáles van a ser los elementos de evaluación para el alumnado y a cuál de ellos va a contribuir cada actividad para ser evaluada. Dicha relación viene recogida anteriormente en el apartado desarrollo de las sesiones. Para mostrar los elementos de evaluación, se presenta un pequeño desglose en la tabla 7:

Tabla 7 Elementos de evaluación del alumnado

Ítem	Descripción	Porcentaje
EV1	Se realiza una media ponderada de los exámenes que se realicen en dicha evaluación y el proyecto (en caso de realizarse en esa evaluación). En el caso de la tercera evaluación, sólo se realizarían	80 %



Prueba escrita (Examen) o proyectos	exámenes. Los exámenes buscan trabajar diferentes competencias y, por tanto, en las sesiones se deberán preparar actividades para practicar cada tipo de pregunta del examen. Los exámenes suelen contener las siguientes secciones: Preguntas tipo test, conceptos, problemas, pregunta de competencias y para química: formulación y nomenclatura.	
EV2 Pruebas intermedias de contenidos	Se realizan hasta 5 pruebas de 10 minutos. Estas pruebas sirven para que el alumnado mantenga una práctica constante de la asignatura en lugar de estudiar únicamente para el examen del tema.	10 %
EV3 Actitud	Comprende la elaboración o no de las tareas y el comportamiento en clase a partes iguales.	10 %
Las evaluaciones tienen un peso de 30% la 1ª y la 2ª, un 20% la 3ª y otro 20% el examen global		

A continuación, en la figura 10, se muestra la prueba intermedia de contenidos que se realizó en las sesiones de intervención. Dicha prueba se realizó en la sesión 5, tras los ejercicios de repaso 1 y 2, que pueden verse en la tabla 6 donde se describen las sesiones 3, 4 y 5. Estos ejercicios de repaso, junto con la prueba de evaluación forman parte de una secuencia de problemas. Desde el punto de vista del marco simbólico, estos problemas simbolizan los cálculos necesarios para el desarrollo de la nueva atracción.

**NOMBRE Y APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**CURSO:** \_\_\_\_\_

Notas de las pruebas de la clase. A lo largo de la evaluación de harán varias pruebas que cuestan el 10 % de la nota.

Nota de la prueba 1	Nota de la prueba 2	Nota de la prueba 3	Nota de la prueba 4	Nota de la prueba 5

**Prueba X. de la clase**

Para el último tramo, las vías pasan a ser de metal para aumentar su velocidad y su **coeficiente de rozamiento = 0,05**. De nuevo, el **ángulo** del plano inclinado es de **60º**. Si tarda en descender **5 segundos** y parte con una **velocidad de 18 m/s**

Dato: **masa** del carro **200 kg**

Haz el **dibujo** y calcula:

A) La **velocidad** que alcanzará el carro antes de la frenada

Figura 10 Prueba de clase realizada (Elaboración propia)

Con esta prueba en concreto, se buscaba observar si el alumnado ha adquirido los conocimientos del tema y más en concreto si sabe identificar y representar las fuerzas empleando vectores, si sabe aplicar las leyes de Newton, si sabe calcular correctamente la fuerza resultante y la aceleración en un cuerpo en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en plano horizontal o inclinado y, por último, si sabe relacionar los conceptos de dinámica y cinemática.

Al final del tema de dinámica, se realizó una prueba para evaluar si se han alcanzado los objetivos específicos de la propuesta. Como no se dispone del examen que se realizó, a continuación, se muestra una propuesta de examen que podría servir para el mismo propósito, tal y como se puede ver en las figuras 11, 12 y 13 y en el anexo 9. La propuesta de examen en cuestión contiene una parte de tipo test, una parte de problemas similares a los realizados en las sesiones y una lectura comprensiva. Como se puede observar en las figuras, se resalta en negrita aquellas palabras clave para facilitar su comprensión, tal y como se recomienda en la normativa de atención a la diversidad (Navarra, Consejería de Educación, 2012). También se presenta un ejercicio por hoja, con apartados diferenciados para facilitar su lectura. (Véase anexo 9)

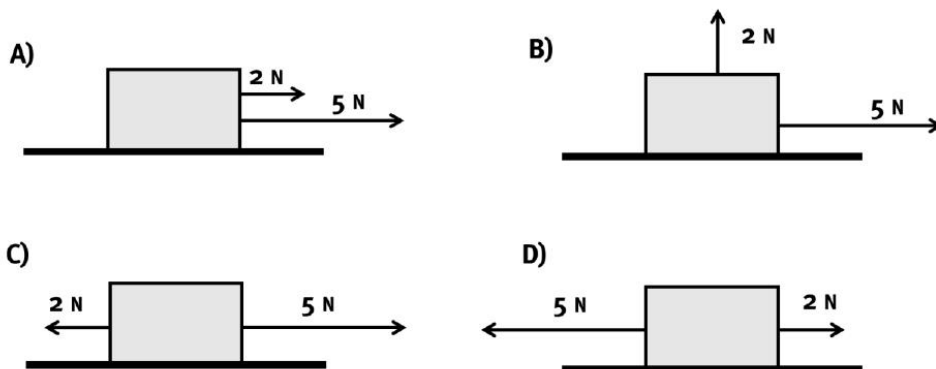
**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**CURSO:**

1.- (2 Puntos) **Contesta** a las siguientes preguntas tipo test **en la tabla** (solo se tendrán en cuenta las respuestas que estén en la tabla). Los errores contarán negativo (Dos fallos restan una correcta o la parte proporcional).

1	2	3	4	5
A	A	A	A	A
B	B	B	B	B
C	C	C	C	C
D	D	D	D	D

1) En cuál de estas situaciones se obtiene una fuerza constante de 3 N a la derecha:



2) Indica cuál de los siguientes conceptos NO es una fuerza:

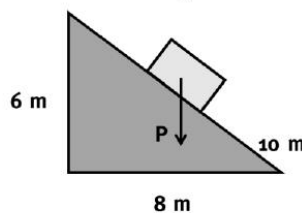
- A) Normal
- B) Inercia
- C) Rozamiento
- D) Peso

3) Si la fuerza total que se ejerce sobre un cuerpo es cero:

- A) El cuerpo se encuentra en reposo
- B) El cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo uniforme
- C) Su aceleración es cero
- D) Todas las respuestas son posibles

4) Escoge la aceleración que adquirirá este cuerpo con los datos otorgados:

- A)  $4 \text{ m/s}^2$
- B)  $6 \text{ m/s}^2$
- C)  $10 \text{ m/s}^2$
- D)  $14 \text{ m/s}^2$



**Datos**

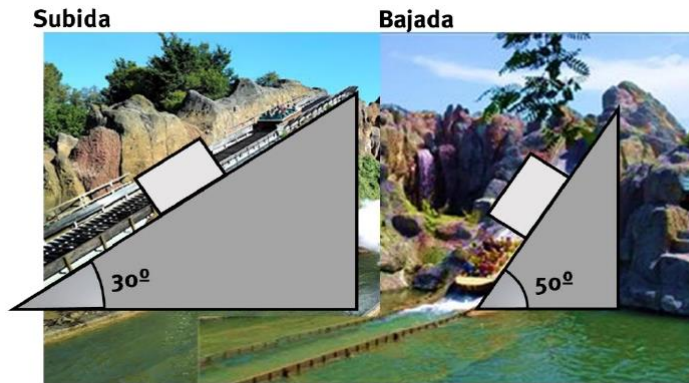
Masa: 10 kg  
 $g : 10 \text{ m/s}^2$   
 No hay rozamiento

5) En un movimiento circular uniforme:

- A) No existen fuerzas porque el módulo de la velocidad es constante
- B) La fuerza tiene un módulo constante
- C) La fuerza es independiente del radio de giro
- D) La aceleración aumenta constantemente

Figura 11 Parte 1 de la propuesta de examen (Elaboración propia)

Las islas polinesias, situadas en el océano Pacífico, no son tan tranquilas como aparentan sus playas de fina arena blanca. Oculto en medio de la selva polinesia de PortAventura, donde solo los aborígenes saben llegar, se encuentra dormida una de las fuerzas de la naturaleza más devastadoras: un terrible volcán a la espera de despertar de su largo letargo. Desafía al volcán a bordo de una barcaza por unas aguas que esconden un sinfín de sorpresas.



2.- **Tutuki Splash I:** Una barca cargada del Tutuki Splash tiene una masa de unos **2500 kg**. Si sube con una **velocidad constante de 3,6 km/h** y se ejerce una **fuerza motor de 16500 N**:

Datos: **gravedad  $9,8 \text{ m/s}^2$  y  $30^\circ$  inclinación**

- A) Haz el **dibujo** y la descomposición de fuerzas (0,75 puntos)
- B) Calcula la **fuerza de rozamiento** (1 punto)
- C) Calcula el **coeficiente de rozamiento** (0,5 puntos)

3.- **Tutuki Splash II:** En la bajada la barca desciende durante **20 metros** con una **velocidad inicial el de 3,6 km/h**. Si no existe fuerza motor:

Datos: Masa, gravedad igual que en el problema anterior. **Coeficiente de rozamiento de bajada 0,2** e inclinación  $50^\circ$

- A) Haz el **dibujo** y la descomposición de fuerzas (0,75 puntos)
- B) Calcula la **aceleración** (1 puntos)
- C) Calcula el **tiempo** que tarda en bajar y con qué **velocidad** llega abajo (1 punto)

Históricamente, el té ha sido una bebida que ha estado presente en todas las reuniones sociales en China. ¿Podrás aguantar sus vueltas?



4.- **Tea Cups:** La atracción Tea Cups tiene un **radio de giro de 4 m**. Mario y su familia se montan en una taza y la **masa total es de 150 kg**. Si gira a **9 r.p.m.**

- A) Haz el **dibujo** y la representación de fuerzas (0,5 puntos)
- B) Calcula la **aceleración** centrípeta (0,5 puntos)
- C) Calcula la **fuerza** centrípeta (0,5 puntos)
- D) Si el **radio** de giro sería de **2 m**, ¿cuánto sería la **velocidad**? (0,5 puntos)

Figura 12 Parte 2 de la propuesta de examen (Elaboración propia)

5-. Lee el texto y responde a las siguientes cuestiones

*Cuando los primeros colonizadores europeos llegaron al nuevo continente americano no había leyes de propiedad, por lo que el primero que llegaba a un buen terreno podía reclamar las tierras. Esta carrera es la que se simula en la atracción Stampida de PortAventura.*

Mario de 40 kg y su padre de 80 kg se encuentran ambos en el vagón rojo tras una larga espera. Emocionados gritan durante la primera bajada al compás del traqueteo de la madera contra el metal. De pronto llega una repentina curva a la izquierda. Tras varias subidas y bajadas, llegan al tramo final por delante del vagón azul. ¡Van a ganar la carrera! Y de repente, un frenazo brusco indica el final.



“¡Qué emocionante ha sido papa! Vamos a vernos en las fotos”

- ¿Qué les ocurrirá a Mario y a su padre en la curva a la izquierda? (0,25 puntos)
- ¿Qué les ocurrirá a Mario y a su padre tras la frenada? (0,25 puntos)
- ¿A qué se debe todo esto? ¿Es por una fuerza? (0,25 puntos)
- ¿Cuál de los dos sentirá un mayor efecto? (0,25 puntos)

Figura 13 Parte 3 de la propuesta de examen (Elaboración propia)

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Feedback de las sesiones

Tras realizar cada una de las sesiones, se tuvo una breve reunión con la tutora para comentar aspectos de mejora para implementarlos en futuras sesiones. En cuanto aquellas mejoras que guardan relación con la propuesta didáctica se encuentran:

- Graduar el nivel de dificultad de los diferentes problemas, de modo que la dificultad de estos aumente progresivamente.
- Ponderar la dificultad numérica de los ejercicios, ya que son problemas basados en datos reales.
- Añadir una sesión de repaso de planos inclinados, lo que fue un acierto.

### 6.2. Impacto de aprendizaje

#### 6.2.1. Pruebas de evaluación

##### PRUEBA DE EVALUACIÓN AL FINAL DE LA QUINTA SESIÓN

Cómo se ha comentado en el apartado de descripción de la propuesta, en la tercera sesión de intervención se realizó una prueba de evaluación corta de 10 minutos en la que se plantea un problema

con 6 posibles respuestas con el objetivo de comprobar que se hubieran alcanzado los objetivos específicos sobre:

- realizar dibujos de fuerzas en planos inclinados
- identificar las fuerzas existentes
- descomponer de fuerzas
- aplicar los principios de la dinámica
- relacionar la dinámica con la cinemática

En esta tercera sesión participaron 28 alumnos y alumnas, de los cuales 22 de ellos llegaron al resultado correcto, el 79% del alumnado. Es un porcentaje bastante elevado, por lo que se puede decir que se ha cumplido en gran medida el objetivo de trasladar los conceptos del tema al alumnado y que estos aprendan a resolver los problemas del tema en cuestión.

No se tienen datos de las calificaciones obtenidas en la prueba realizada, ya que en ese instante sólo se buscaba obtener el número de personas que conseguían la respuesta correcta (22). En la figura 14 que se muestra a continuación puede observarse la corrección de la prueba de una alumna, así como los objetivos conseguidos. En dicha figura se muestra la calificación que obtendría la alumna en el caso de que la prueba fuera calificada. Para dicha puntuación se tiene en cuenta que se hayan alcanzado los objetivos nombrados, valorando el planteamiento del problema (datos y dibujo) y la obtención de los resultados. Se arrastrará el fallo de un apartado a otro, dando importancia al procedimiento.

El carro de 200 kg, coef roz se reduce a 0,05, el ángulo del plano inclinado es de 60° T = 5 s, v = 18 m/s.

Datos  
 $m = 200 \text{ kg}$   
 $c_r = 0,05$   
 $T = 5 \text{ s}$   
 $v = 18 \text{ m/s}$

$P = m \cdot g$   
 $200 \cdot 9,8 = 1960 \text{ N}$

$P_x = P \cdot \sin 60^\circ$   
 $P_x = 1960 \cdot \sin 60^\circ = 1697,4 \text{ N}$

$P_y = P \cdot \cos 60^\circ$   
 $P_y = 1960 \cdot \cos 60^\circ = 980 \text{ N}$

$F_{roz} = \mu \cdot N$   
 $F_{roz} = 0,05 \cdot 980 = 49 \text{ N}$

$P_x - F_{roz} = m \cdot a$   
 $1697,4 - 49 = 200 \cdot a$        $a = 8,242 \text{ m/s}^2$

$v_f = v_0 + a \cdot t$        $v_f = 0 + 8,242 \cdot 5$        $v_f = 41,21 \text{ m/s}$   
 $18$        $v_f = 59,21 \text{ m/s}$

✓ Realiza dibujos de fuerzas en planos inclinados  
 ✓ Identifica las fuerzas existentes  
 \* Descompone de fuerzas:  
 A mejorar: Los vectores deben guardar una proporción

✓ Aplica los principios de la dinámica

✓ Descompone de fuerzas

✓ Relaciona la dinámica con la cinemática

**Puntuación: 9**

- Dibujo: 3/4: El dibujo y la identificación de fuerzas son correctas, aunque la descomposición de fuerzas no se hace de forma proporcional.
- Obtención de aceleración: 4/4: Se realizan todos los pasos necesarios para llegar al resultado. Como mejora, estaría bien expresar la fórmula usada.
- Obtención de la velocidad: 2/2: Se realizan todos los pasos necesarios para llegar al resultado. Como mejora, estaría bien expresar el tipo de movimiento.

Figura 14 Prueba intermedia resuelta con comentarios (Elaboración propia)

### PRUEBA DE EVALUACIÓN FINAL

No se disponen datos numéricos acerca de los resultados del examen del tema de dinámica, debido a la política de protección de datos del centro. Únicamente se dispone de la apreciación de la docente, quien valora positivamente los resultados del examen y considera que la parte del tema impartida en las sesiones ha sido asimilada eficazmente. Tampoco puede compararse con datos de cursos anteriores o con datos de grupos que han seguido una metodología más tradicional, pero sería lo idóneo y un aspecto de mejora del presente trabajo.

En su defecto, se hace una propuesta de valoración del examen, así como los objetivos que el alumnado debe conseguir con cada ejercicio, que puede verse en el anexo 10.

### 6.3. Resultados de formularios de evaluación

El formulario fue respondido por las 29 personas que recibieron las sesiones.

- A la pregunta de “¿Cómo he estado de motivado/a? (Del 1 al 7)”, el 26 de las 29 personas indicaron 7 (90%) y 3 sobre 23 indicaron 6 (11%). Esto indica el alto grado de motivación conseguido en las sesiones, que era uno de los objetivos principales de la intervención.
- A la pregunta “en las sesiones me ha motivado...” se han obtenido las respuestas que se recogen a continuación en la tabla 8. Además, se ha añadido en la última fila la frecuencia de respuesta a la pregunta

Tabla 8 Frecuencia de respuesta a la pregunta acerca de motivaciones

	Contexto	Casos reales	Poder participar	Temario	Docente	Horario	Ganar puntos
1 (Nada)	0	0	0	0	0	0	0
2 (Poco)	0	1	0	1	0	2	0
3 (Algo)	32	2	3	5	2	4	3
4 (Bastante)	4	4	7	7	3	5	3
5 (Mucho)	22	22	19	16	24	18	23
Promedio	4,66	4,62	4,55	4,31	4,76	4,34	4,69
Más motivante	10	1	1	1	14	0	2

Tal y como se puede observar en la tabla 8, el nivel de motivación general es alto para todos los parámetros, incluso para el temario (4,31) y el horario de la clase (4,34) que son los factores con menor promedio. El promedio más alto corresponde al docente (4,76), seguido de cerca por la posibilidad de ganar puntos (4,69) (que guarda relación con la gamificación), la aplicación del contexto (4,66) (ligado a la herramienta marco simbólico) y que sean casos reales (4,62) (adaptación del ABC). Estos resultados pueden indicar el grado de acierto de las metodologías escogidas en relación con el objetivo de motivar al alumnado.

Por otro lado, al analizar la pregunta de “qué es lo más motivante”, se vislumbra al docente como pieza clave para motivar al alumnado, ya que 14 de 29 alumnos/as han escogido esta opción, seguida de la aplicación de un contexto motivante como lo es un parque de atracciones, escogido por 10 de 29 alumnos/as como aquello que más les motivó. Por tanto, aunque en un principio el introducir al grupo en una historia puede ser una apuesta arriesgada dado que en 4º de la ESO pueden considerarse demasiado mayores y que esto les desmotive, en este caso, ha funcionado y se ha sabido transmitir la motivación desde el docente al alumnado.

- A la pregunta “Al estar aplicado un contexto de PortAventura... (Indicar grado de acuerdo)” se han obtenido las respuestas que se recogen a continuación en la tabla 9:



Tabla 9 Frecuencia de respuesta acerca del grado de acuerdo sobre la aplicación del contexto

	Problemas más complejos	Más motivante	Más fácil de entender
1 (Nada)	4	0	1
2 (Poco)	4	0	0
3 (Algo)	7	1	1
4 (Bastante)	5	5	7
5 (Mucho)	8	23	20
Promedio	3,38	4,76	4,55

Como se puede ver en la tabla 9, gran parte del alumnado piensa que la aplicación de los problemas a un contexto real de un parque de atracciones hace que los problemas sean más difíciles. Esta dificultad puede venir ligada al empleo de datos reales, que hace que sean más difíciles de manejar desde un punto de vista numérico comparados con los ejercicios que se suelen realizar. Por otro lado, aunque una parte de la clase considere que la aplicación del contexto supone que los problemas sean más complejos, a su vez, gran parte del alumnado piensa que la aplicación de este contexto hace que las sesiones sean más motivantes e incluso más fáciles de entender, lo que podría compensar en parte el hecho de que los problemas sean más complejos.

- Por último, se plantearon 3 preguntas de carácter abierto, “¿qué te ha gustado”, “¿qué mejorarías de las sesiones?” y “algo que comentar”.
  - o En la primera pregunta las respuestas hacen alusión al docente, su implicación y actitud (12), así como el esfuerzo (3) y la forma de explicar (7). En cuanto a la propuesta didáctica les gustó que haya sido divertida/amena (4), que se base en situaciones reales (3) y la ambientación (4). Por último, también se destaca el conseguir motivar al alumnado (3).
  - o En la segunda pregunta, la mayoría de las personas se sienten conformes. Sí que se puede extraer como mejora ir más despacio en las explicaciones (3), una mayor explicación en los problemas (2). Por último, tres personas indican que debería durar más sesiones y una que deberían de tener más problemas de ese estilo.
  - o En la última pregunta, 20 personas han respondido a la misma (no siendo muy común que haya un índice tan alto en una pregunta optativa) y las respuestas están llenas de felicitaciones y elogios.

## 7. Conclusiones

- Se ha planteado una unidad didáctica para el tema de dinámica de 4ª ESO empleando el ejemplo de un parque de atracciones que posteriormente se ha traducido en una intervención didáctica.
- Se realizado un análisis del currículum de Física y Química un estudio de dificultades del alumnado de 4º de la ESO en el tema de dinámica
- Se han adaptado materiales y creado recursos con el contexto de un parque de atracciones para el tema de didáctica.
- Los resultados de aprendizaje obtenidos fueron altamente satisfactorios.
- Se consiguió motivar al alumnado con la intervención didáctica

## REFERENCIAS

Andrade, E., & Chacón, E. (2018). Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida.

*Pulso*. 2018, n. 41 ; p. 251-267. <http://hdl.handle.net/11162/189344>

Diari de Tarragona. (2022, abril 9). *Una nueva atracción de PortAventura se construye en la zona del*

*Far West*. <https://www.diaridetarragona.com/costa/una-nueva-atraccion-de-portaventura-se-construye-en-la-zona-del-far-west-20220408-0065-NJDT202204080065>

Díaz-Barriga Arceo, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.

<https://www.uv.mx/rmipe/files/2016/08/Ensenanza-situada-vinculo-entre-la-escuela-y-la-vida.pdf>

España, Jefatura del Estado. (2013, diciembre 9). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la*

*mejora de la calidad educativa*. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886)

España, Jefatura del Estado. (2020, diciembre 30). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la*

*que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*.

<https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>

Federació d'Escoltisme Valencià. (2018). *Una propuesta educativa para la manada*.

<https://www.scoutsfev.org/wp-content/uploads/Publicaciones/pdj-lobatos-web.pdf>

- García Martínez, N., Soledad, G. M., Andreo-Martínez, P., & Almela Ruiz, L. (2018). Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(3).  
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v36-n3-garcia2-garcia3-andreo-et-al>
- GOBIERNO DE NAVARRA. (2015a, abril 22). *DECRETO FORAL 24/2015, de 22 de abril, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra*. <http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=36132>
- GOBIERNO DE NAVARRA. (2015b, abril 22). *DECRETO FORAL 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra*. <http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=36133>
- GOBIERNO DE NAVARRA. (2022, junio 29). *DECRETO FORAL 71/2022, del 29 de junio, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra*. <http://bon.navarra.es/es/anuncio/-/texto/2022/155/1>
- IOPSpark*. (2022). <https://spark.iop.org/>
- Kahoot! | Learning games | Make learning awesome!* (2022). <https://kahoot.com/>
- Liu, G., & Fang, N. (2016). Student Misconceptions about Force and Acceleration in Physics and Engineering Mechanics Education. *International Journal of Engineering Education*, 32, 19-29.
- Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés (Study of the motivations of secondary students of physics and chemistry and the influence of the methodologies of education in their interest). *Educación XX1*, 18(2), 215-235. Education Collection; Publicly Available Content Database.
- Navarra, Consejería de Educación. (2012, junio 18). *ORDEN FORAL 65/2012, de 18 de junio, del Consejero de Educación, por la que se regula la respuesta educativa al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo derivadas de trastornos de aprendizaje y trastorno por déficit de atención e hiperactividad en Educación Infantil, Educación Primaria,*

*Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional de la Comunidad*

*Foral de Navarra*. <http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=26478>

Organización Mundial de la Salud. (s. f.). *Salud del adolescente*. Recuperado 17 de junio de 2022, de

[https://www.who.int/es/health-topics/adolescent-health#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1)

*PortAventura World*. (2022). <https://www.portaventuraworld.com/>

Quintanal Perez, F. (2016). *Gamificación y la Física–Química de Secundaria*.

<http://hdl.handle.net/10366/132127>

Valderrama, B. (2015). Los secretos de la gamificación. *Capital Humano*, 72.

Vidal Fernández, M. <sup>a</sup> del C., Sánchez Gómez, D., & de Luis García, J. L. (s. f.). *FISICA Y QUIMICA 4º*

*Método Saber Hacer* (2016.<sup>a</sup> ed.). Santillana.

## ANEXOS

- Anexo 1: Extracto del currículum relacionado con el tema de dinámica ( 3 págs.)
- Anexo 2: Datos empleados para la creación de problemas (1 pág.)
- Anexo 3: Guion de las sesiones (9 págs.)
- Anexo 4: Presentación empleada como soporte en las sesiones (17 págs.)
- Anexo 5: Fotos de los atuendos empleados (2 págs.)
- Anexo 6: Carteles recortables para los nombres (2 págs.)
- Anexo 7: Corrección de actividades (13 págs.)
- Anexo 8: Formulario de evaluación de las sesiones (2 págs.)
- Anexo 9: Propuesta de examen (5 págs.)
- Anexo 10: Propuesta de examen resuelto y con anotaciones (5 págs.)

# Anexo 1

Extracto del currículum  
relacionado con el tema de  
dinámica  
(3 págs.)

## Análisis del currículo para dinámica de 4º de la ESO

### Dinámica en 4º de la ESO

<b>Bloque 4. El movimiento y las fuerzas</b>		
<p>Naturaleza vectorial de las fuerzas.</p> <p>Leyes de Newton.</p> <p>Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.</p>	<p>6. Reconocer las fuerzas como la causa de los cambios en la velocidad de los cuerpos y representarlas vectorialmente.</p> <p>7. Utilizar el principio fundamental de la Dinámica en la resolución de problemas en los que intervienen varias fuerzas.</p> <p>8. Aplicar las leyes de Newton para la interpretación de fenómenos cotidianos.</p>	<p>6.1. Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo.</p> <p>6.2. Representa vectorialmente el peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la tensión en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares.</p> <p>7.1. Identifica y representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento, tanto en un plano horizontal como inclinado, calculando la fuerza resultante y la aceleración.</p> <p>8.1. Interpreta fenómenos cotidianos en términos de las tres leyes de Newton.</p>

### Dinámica previo a 4º de la ESO

#### 2º de la ESO

<b>Bloque 4. El movimiento y las fuerzas</b>		
<p>Las fuerzas. Efectos</p> <p>Velocidad media, velocidad instantánea y aceleración.</p> <p>Máquinas simples.</p> <p>Fuerzas de la naturaleza.</p>	<p>1. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en el estado de movimiento y de las deformaciones.</p> <p>2. Establecer la velocidad de un cuerpo como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo invertido en recorrerlo.</p>	<p>1.1. En situaciones de la vida cotidiana, identifica las fuerzas que intervienen y las relaciona con sus correspondientes efectos en la deformación o en la alteración del estado de movimiento de un cuerpo.</p> <p>1.2. Establece la relación entre el alargamiento producido en un muelle y las fuerzas que han producido esos alargamientos, describiendo el material a utilizar y el procedimiento a seguir para ello y poder comprobarlo experimentalmente.</p>

## Análisis del currículo para dinámica de 4º de la ESO

	<p>3. Diferenciar entre velocidad media e instantánea a partir de gráficas espacio/tiempo y velocidad/tiempo, y deducir el valor de la aceleración utilizando éstas últimas.</p> <p>4. Valorar la utilidad de las máquinas simples en la transformación de un movimiento en otro diferente, y la reducción de la fuerza aplicada necesaria.</p> <p>5. Comprender el papel que juega el rozamiento en la vida cotidiana.</p> <p>6. Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos, de los movimientos orbitales y de los distintos niveles de agrupación en el Universo, y analizar los factores de los que depende.</p>	<p>1.3. Describe la utilidad del dinamómetro para medir la fuerza elástica y registra los resultados en tablas y representaciones gráficas expresando el resultado experimental en unidades en el Sistema Internacional.</p> <p>2.1. Determina, experimentalmente o a través de aplicaciones informáticas, la velocidad media de un cuerpo interpretando el resultado.</p> <p>2.2. Realiza cálculos para resolver problemas cotidianos utilizando el concepto de velocidad.</p> <p>3.1. Deduce la velocidad media e instantánea a partir de las representaciones gráficas del espacio y de la velocidad en función del tiempo.</p> <p>3.2. Justifica si un movimiento es acelerado o no a partir de las representaciones gráficas del espacio y de la velocidad en función del tiempo.</p> <p>4.1. Interpreta el funcionamiento de máquinas mecánicas simples considerando la fuerza y la distancia al eje de giro y realiza cálculos sencillos sobre el efecto multiplicador de la fuerza producido por estas máquinas.</p> <p>5.1. Analiza los efectos de las fuerzas de rozamiento y su influencia en el movimiento de los seres vivos y los vehículos.</p> <p>6.1. Relaciona cualitativamente la fuerza de gravedad que existe entre dos cuerpos con las masas de los mismos y la distancia que los separa.</p> <p>6.2. Distingue entre masa y peso calculando el valor de la aceleración de la gravedad a partir de la relación entre ambas magnitudes.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3º de la ESO: No se estudia nada relacionado con dinámica

## Análisis del currículo para dinámica de 4º de la ESO

### Dinámica posterior a 4º de la ESO

#### 1º de Bachillerato

<b>Bloque 7. Dinámica</b>		
<p>La fuerza como interacción.</p> <p>Fuerzas de contacto. Dinámica de cuerpos ligados.</p> <p>Fuerzas elásticas. Dinámica del M.A.S.</p> <p>Sistema de dos partículas.</p> <p>Conservación del momento lineal e impulso mecánico.</p> <p>Dinámica del movimiento circular uniforme.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.</li> <li>2. Resolver situaciones desde un punto de vista dinámico que involucran planos inclinados y /o poleas ideales.</li> <li>3. Reconocer las fuerzas elásticas en situaciones cotidianas y describir sus efectos.</li> <li>4. Aplicar el principio de conservación del momento lineal a sistemas de dos cuerpos y predecir el movimiento de los mismos a partir de las condiciones iniciales.</li> <li>5. Justificar la necesidad de que existan fuerzas para que se produzca un movimiento circular.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Representa todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, obteniendo la resultante, y extrayendo consecuencias sobre su estado de movimiento.</li> <li>1.2. Dibuja el diagrama de fuerzas de un cuerpo situado en el interior de un ascensor en diferentes situaciones de movimiento, y calcula su aceleración tanto si el observador está montado en el ascensor como si está fuera en reposo.</li> <li>2.1. Resuelve supuestos en los que aparezcan fuerzas de rozamiento en planos horizontales o inclinados, aplicando las leyes de Newton.</li> <li>2.2. Resuelve supuestos en los que varios cuerpos están unidos mediante cuerdas y poleas, o en contacto y calcula la fuerza que actúa sobre cada uno de los cuerpos.</li> <li>3.1. Describe cómo se determina experimentalmente la constante elástica de un resorte aplicando la ley de Hooke y calcula la frecuencia con la que oscila una masa conocida unida a un extremo del citado resorte.</li> <li>3.2. Demuestra que la aceleración de un movimiento armónico simple (M.A.S.) es proporcional al desplazamiento utilizando la ecuación fundamental de la Dinámica.</li> <li>3.3. Calcula el valor de la gravedad a partir del periodo del péndulo simple.</li> <li>4.1. Establece la relación entre impulso mecánico y momento lineal aplicando la segunda ley de Newton.</li> <li>4.2. Explica el movimiento de dos cuerpos en casos prácticos como colisiones y sistemas de propulsión mediante el principio de conservación del momento lineal.</li> <li>5.1. Determina las fuerzas responsables de la aceleración centrípeta para resolver e interpretar el movimiento de cuerpos en curvas y en trayectorias circulares en general.</li> </ol>

2º de Bachillerato: no existe un bloque de dinámica como tal, sino que se integran los bloques de cinemática, dinámica y energía para componer una visión panorámica de las interacciones gravitatoria, eléctrica y magnética



## Anexo 2

Datos empleados para la  
creación de problemas  
(1 pág.)

Datos para problemas

Atracción	Altura máxima (m)	Altura mínima (m)	Caída máxima (m)	Masa del bagón	Recorrido (m)	Tiempo recorrido	V max km/h	Personas/vagón	aceleración	Otros		
Shambhala	76	-2	78		1564	3 min	134	32		Caida angulo 77,4°	altura loops al menos 20 m	
Stampida	25,6	0	25,6		953,1	1:40	74	24	2,5g			
Dragón Khan	45,1	-4	49,1		1269,5	69	104,6	28		26°(subida) 45° bajada	1 min subida	36 m loop
Furius Baco	14		14	10,5 t con pasajeros	850	55	135	24	135 km/h / 3`5 s			
Red force	112	0	112		880	24	180	12	180KM/H / 5 S	30km/h v minima		
Huracan condor	100	14	86		100		115	4				
Tutuki splash	15	0			440	5:15	56	20				
Silver river flume	16				689	6:30	55	4				
Grand Canyon Rapids					465	3 min	15	9				
El diablo tren de la mina	16,5				1.007,70	3:10	60	34				
Tami Tami	8				207	44	35	16				
Tomahawk	13,4				440,1	1:10	48,3	16				

# Anexo 3

Guion de las sesiones

(9 págs.)

*La dinámica en Física y Química en 4º de la ESO.*

*El ejemplo de los parques de atracciones para motivar al alumnado*

## Sesión 1 - Introducción al contexto

*(Intro música: y uso de camiseta/chaqueta azul con logo)*

Benvinguts a Port Aventura

¡Hola a todas y todos! Hello everybody!

Desde Port Aventura estamos en la búsqueda de jóvenes talentos para el desarrollo de nuestras futuras atracciones.

Ya sabéis que desde Port Aventura apostamos siempre por la innovación. Estamos a punto de construir una nueva atracción. Ya tenemos un terreno preparado en el Far West y sólo nos faltan grandes ideas.

Para ello hemos implementado un programa de formación de diseñadores de atracciones y creemos que vuestro perfil encaja a la perfección con el programa.

Hemos estudiado con rigor lo necesario para implementar estos cursos y creemos que vosotros y vosotras encajáis perfectamente en el programa,

¿Aceptáis el reto?

Doncs, benvinguts al 1<sup>er</sup> Programa de Formación de Jóvenes Talentos de Port Aventura

*(No olvidéis pasar por la tienda de Mediterránea para recoger la foto de vuestra reacción)*

### Descomposición de fuerzas

Lo primero que debéis saber es que, para mover una atracción, es necesario aplicar una fuerza, para vencer el rozamiento de las vías o contrarrestar el peso del vagón si hay una cuesta o plano inclinado.

Pero claro, tal y como hacéis vosotros en los ejercicios, esto se entiende mejor mediante dibujos.

(Ejercicio de dibujo y descomposición de fuerzas sobre atracciones de Port Aventura)

### Las fuerzas y el movimiento

En este punto podemos relacionar los conceptos que habéis dado en el tema anterior (cinemática) con los de este tema (dinámica). Si conocemos las fuerzas que actúan, podemos llegar a saber el tipo de movimiento.

#### MRU

Empecemos relacionando la dinámica con el MRU (movimiento rectilíneo uniforme). Esto se daba cuando un cuerpo está en reposo (no existe movimiento) o cuando el movimiento se hace con velocidad constante. Esto quiere decir que la aceleración es 0.

Aplicando esto a la segunda ley de Newton vemos que, si la aceleración es 0, el sumatorio de fuerzas también.

$$\sum \vec{F} = m * \vec{a} \quad \text{Si } \vec{a} = \mathbf{0} ; \quad \sum \vec{F} = \mathbf{0}$$

Ejemplo:

Una vez que el tren de vapor ha arrancado de Penitence Station en dirección al Far West, marcha una velocidad constante de 36 km/h. Si el tren tiene una masa de 22,5 T (pasajeros incluidos) y las vías tienen un coeficiente de rozamiento de 0,2.

- 1) Dibuja las fuerzas ejercidas
- 2) ¿Qué fuerza ejerce el motor de vapor?

**TAREA: EJERCICIO DRAGÓN KHAN I**

“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador, pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”

El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ .

El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.

Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

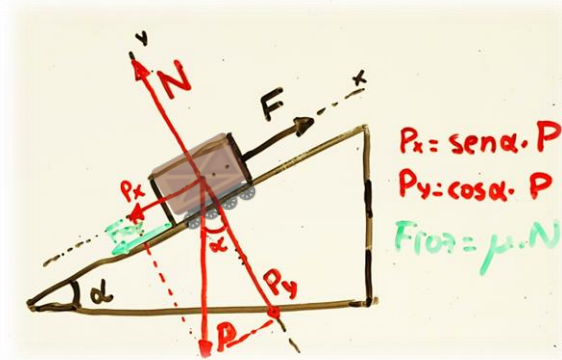
- 1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida
- 2) Calcula la fuerza que ejerce el motor

## Sesión 2: Las fuerzas y el movimiento, continuación

Comienza la sesión y de nuevo aparezco con el jersey azul, pero esta vez sonando la canción Hola, Hola de Port Aventura

### Repaso: Descomposición de fuerzas

Antes de empezar, hacemos un repaso del día anterior mediante este dibujo básico:



Aquí está nuestro vagón, al que le aplicamos una fuerza, pero claro, si hay movimiento, puede existir un rozamiento que siempre se opone. Además, el vagón tiene un peso que descomponemos en el eje  $x$  y en el eje  $y$ . Al estar apoyado en una superficie, también tenemos una normal.

Si fijamos unos ejes  $x$  e  $y$ , podemos ver como en “ $y$ ” no existirá movimiento, por lo que  $N$  debe ser igual a  $P_y$ .

### CORRECCIÓN DEL EJERCICIO DRAGÓN KHAN I

#### MRUA

Cuando el sumatorio de fuerzas no es nulo, existirá una aceleración y por tanto el movimiento será acelerado. Esta aceleración nos permitirá relacionar las fórmulas de cinemática con las de dinámica.

Pero veámoslo mejor con un ejemplo:

#### PROBLEMA DRAGÓN KHAN II:

El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ .

El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.

Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

En el primer descenso llega hasta los 104,6 km/h

3) Dibuja las fuerzas en la bajada

4) ¿Cuál será la aceleración?

5) ¿Cuánto tarda en bajar?

**TAREA:**

- Ejercicio resuelto 8 pág. 173
- Problema Shambhala (Voluntario)
- Revisar MCU (págs. 150 y 151)

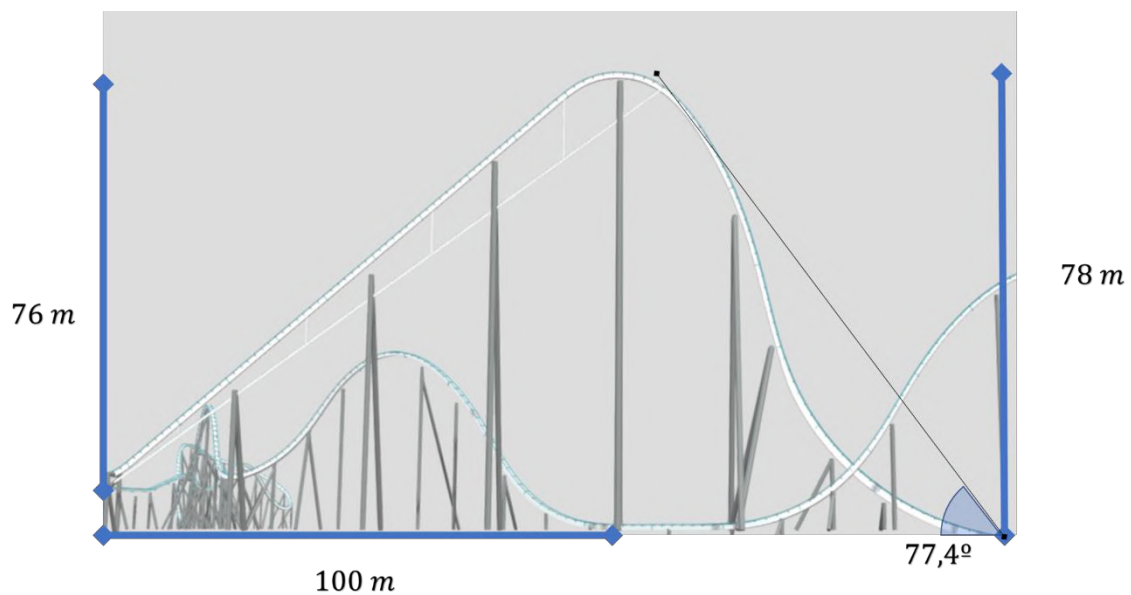
**PROBLEMA SHAMBHALA**

*En un valle de Asia Central, entre las inexpugnables montañas del Himalaya, dice la leyenda que se encuentra una ciudad que es la cuna de la eterna juventud, un centro de felicidad y un reino de paz y sabiduría. Cuenta el antiguo mito que en este lugar se ubica la sede del rey del mundo, conectada a todos los continentes por medio de pasadizos secretos. Esta ciudad se llama Shambhala.*

La Shambhala llegó a ser la montaña rusa con más altura de Europa con 76 metros de altura (100m horizontal) y en la primera subida, seguida de una caída de 78 metros (y  $77,4^\circ$  de desnivel) alcanzando una velocidad de 134 km/h. A continuación, podemos ver un esquema con las medidas.

El vagón sube con velocidad constante y se ejerce una fuerza de 36850 N. En el descenso, no se aplican fuerzas externas.

Datos: Masa de vagones + pasajeros 4800 kg.



- 1) Dibuja la representación de fuerzas en la subida y en la bajada.
- 2) Calcula la fuerza de rozamiento en la subida y coeficiente de rozamiento (3 decimales)
- 3) Calcula la aceleración de bajada.

### SESIÓN 3 (DE REPASO Y CIERRE) – BANG BANG WEST

(1º Entrada falsa. 2º Bienvenida empleando la canción Bang Bang West, disfrazado de vaquero y con la caja bomba. Reparto de puntos a quienes hayan hecho la tarea)

Ya estamos ultimando la nueva atracción de Far West, pero nos queda hacer los últimos cálculos.

Aunque habéis tenido un duro entrenamiento, no os preocupéis, los problemas van a ser más fáciles. Hoy haremos un par de problemas para calentar motores y acabaremos con una pruebilla. Así que ya podéis estar atentos y atentas hoy porque voy a ir como un tiro.

¿Listos y listas para el duelo? Pues que empiecen los problemas:

La nueva atracción consistirá en una carrera de carros de caballos. Cada carro tendrá una masa de 200 kg. Vamos a hacer problemas con varios tramos del recorrido.

#### Problema repaso 1

En la primera bajada, se sitúa el carro de 200 kg en lo alto de un plano inclinado de  $60^\circ$  de inclinación con la horizontal. Aplicamos además una fuerza de 201 N hacia abajo (paralela al plano). Datos: Se parte de reposo y el coeficiente de rozamiento = 0,1

Haz el dibujo y calcula:

- A) La aceleración con la que baja el carro
- B) La velocidad que tendrá tras 4 segundos bajando
- C) La distancia recorrida

#### Problema repaso 2

Después de esa bajada, el carro de 200 kg sube por un plano inclinado de  $45^\circ$ . Si el coeficiente de rozamiento = 0,1

Haz el dibujo y calcula:

- A) La fuerza que debe aportar el caballo si queremos que se mantenga la velocidad de subida.

#### Problema repaso 3 (Por si sobra tiempo)

En un tramo del recorrido, el carro de 200 kg cae por un plano inclinado de 9 m de altura y 15 m de longitud de la rampa. Si el coeficiente de rozamiento = 0,1

Haz el dibujo y calcula:

- A) La aceleración con la que desciende
- B) El tiempo que tarda en descender si parte del reposo
- C) La velocidad que tendrá al final.



**Problema para la prueba.**

Para el último tramo, las vías pasan a ser de metal para aumentar su velocidad y su coeficiente de rozamiento = 0,05. De nuevo, el ángulo del plano inclinado es de  $60^\circ$ . Si tarda en descender 5 segundos y parte con una velocidad de 18 m/s

Dato: masa del carro 200 kg

Haz el dibujo y calcula:

- A) La velocidad que alcanzará el carro antes de la frenada

Se plantea esta actividad como actividad de cierre (de la intervención). Los puntos de toda la clase podrán ser canjeados por una sorpresa.

## Material para otras sesiones

### EJERCICIO FURIUS BACO

*Furius Baco, un genio prepara su nueva máquina para recolectar uvas; pero si su mono ayudante se equivoca de palanca, convertirá el artefacto en una lanzadera descontrolada.*

La atracción Furius Baco alcanza una velocidad de 135 km/h en 3,5 segundos. Teniendo en cuenta que la masa del vagón con pasajeros es de unas 10,5 toneladas y el coeficiente de rozamiento es de 0,1: (suponemos MRUA)

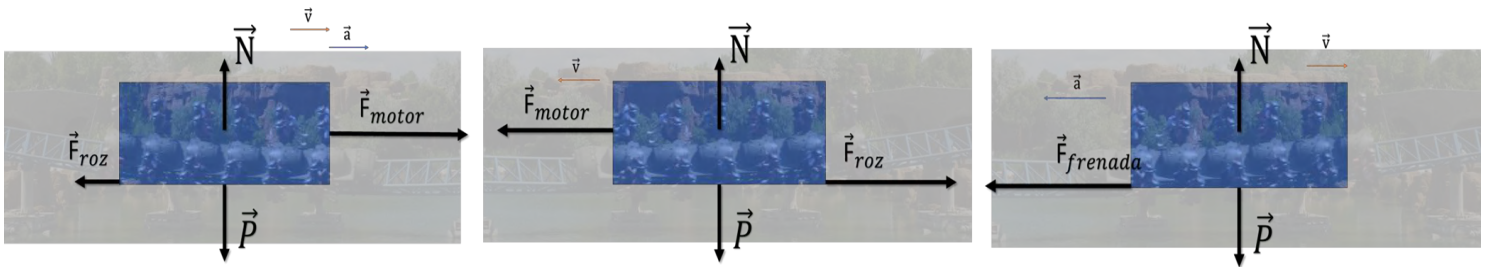
- 1) ¿Qué fuerza se tiene que aplicar?
- 2) ¿Cuántos metros recorre en la aceleración?

Tras acelerar, el Furius Baco mantiene esa velocidad durante 800 metros. (suponemos MRU)

- 3) ¿Cómo debe ser la fuerza ejercida por el motor en este caso?

Al final, frena en los últimos 50 metros.

- 4) Cuanto es la fuerza de frenado y el coeficiente de rozamiento



### MCU

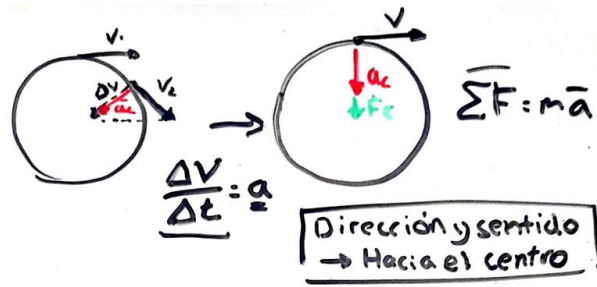
Por último, estudiaremos los giros vertiginosos, aquellas atracciones que dan vueltas y vueltas, las curvas, etc..., aunque en este curso solo los vamos a centrar en aquellas en las que se sigue movimiento circular uniforme.

(uso de bola atado a una cuerda)

En los movimientos circulares, aunque el módulo de la velocidad sea el mismo, su dirección y sentido cambian continuamente, por tanto, si existe un cambio de velocidad, existirá una aceleración.

Si el módulo de la velocidad no cambia (MCU) a esta aceleración se le llama aceleración centrípeta ( $a_c$ )

Esquema



Formula:  $\vec{a}_c = \frac{v^2}{r} = \frac{\omega^2 * r^2}{r} = \omega^2 * r$

Según el 2º principio de la dinámica, si existe una aceleración, es porque existen fuerzas. El sumatorio de fuerzas ( $\Sigma \vec{F}$ ) se le llama fuerza centrípeta.

$$\Sigma \vec{F} = m * \vec{a} \quad \text{Si } \vec{a}_c = \frac{v^2}{r}; \quad \vec{F} = m * \vec{a} = m * \frac{v^2}{r}$$

Ejemplo:

En México hay una atracción llamada Yucatán, que representa una serpiente con cabeza de dragón. Protege los jeroglíficos y acertijos de un acantilado Maya sagrado. ¿Serás capaz de domar a la bestia y resolver el misterio que ha custodiado durante siglos?

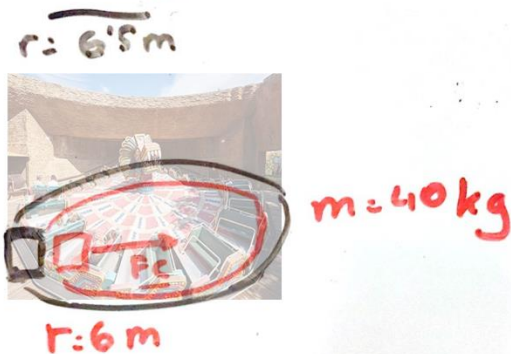
Guillermo y Markel, que entre los dos tienen una masa de 130 kg se montan en la atracción.

- 1) ¿Cuál será la fuerza centrípeta que se ejerce si el radio de giro en el borde es de 6,5m y giran a 13 r.p.m.?
- 2) Si con ellos se monta una niña que pesa 40 kg que se encuentra 50 cm al interior, ¿Con qué fuerza les apretará?



1)

<u>Datos</u>	<u>Dibujó</u>	<u>Cálculos</u>
ω: 13 rpm m: 130 kg r: 6.5 m		$F_c = m \cdot a_c = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ $\omega = 13 \text{ rpm} = \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{13}{30} \pi \text{ rad/s}$ $F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r = 130 \left(\frac{13\pi}{30}\right)^2 \cdot 6.5$ $F_c = 1566 \text{ N}$



2)

<u>Datos</u>	<u>Dibujó</u>	<u>Cálculos</u>
ω: 13 rpm = $\frac{13}{30} \pi \text{ rad/s}$ m: 40 kg r: 6 m		$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r = 40 \cdot \left(\frac{13}{30} \pi\right)^2 \cdot 6$ $F_c = 444.8 \text{ N}$

Ejercicio

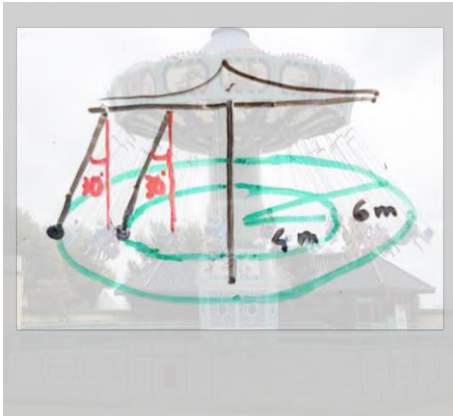
Antes de construir Shambhala, había una atracción de sillas voladoras llamada Fumanchú, que tenía 2 filas de sillas.

Cuando su velocidad angular es constante, las sillas forman un ángulo de 30º

Si Carlos, que tiene una masa de unos 70 kilos vomita si va a más de 10 km/h.

- 1) ¿Podría montarse sin vomitar en alguna de las filas si el columpio exterior se encuentra a 6 m del centro y el interior a 4 m ?
- 2) ¿Cuál será la velocidad angular en cada caso?

1)



$$\text{Si } \Sigma F_y = 0 \quad \begin{matrix} T_y = \cos 30^\circ T \\ T_x = \sin 30^\circ T \end{matrix}$$

$$\boxed{T_y = P}$$

$$\Sigma F_x = F_c = T_x = \sin 30^\circ T$$

$$P = T_y = \cos 30^\circ T \quad F_c = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} \cdot P$$

$$T = \frac{P}{\cos 30^\circ} \quad F_c = \tan 30^\circ \cdot mg$$

$$F_c = \tan 30^\circ \cdot m \cdot g = m \cdot a_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{\tan 30^\circ \cdot m \cdot g \cdot r}{m}}$$

$$v_{\text{ext}} = \sqrt{\tan 30^\circ \cdot 9.8 \cdot 6} = 33.95 \text{ m/s} \quad v_{\text{int}} = \sqrt{\tan 30^\circ \cdot 9.8 \cdot 4} = 27.63 \text{ m/s}$$

$$2) \quad v = \omega \cdot r \quad \omega = \frac{v}{r} \quad \omega = \frac{33.95}{6} = 5.66 \text{ rad/s} \quad \omega_e = \omega_i$$

# Anexo 4

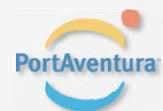
Presentación empleada  
como soporte en las sesiones  
(17 págs.)

**1<sup>er</sup> Programa de  
Formación de Jóvenes  
Talentos de**

**PortAventura®**



**Sesión 1**



# Dibujo de fuerzas



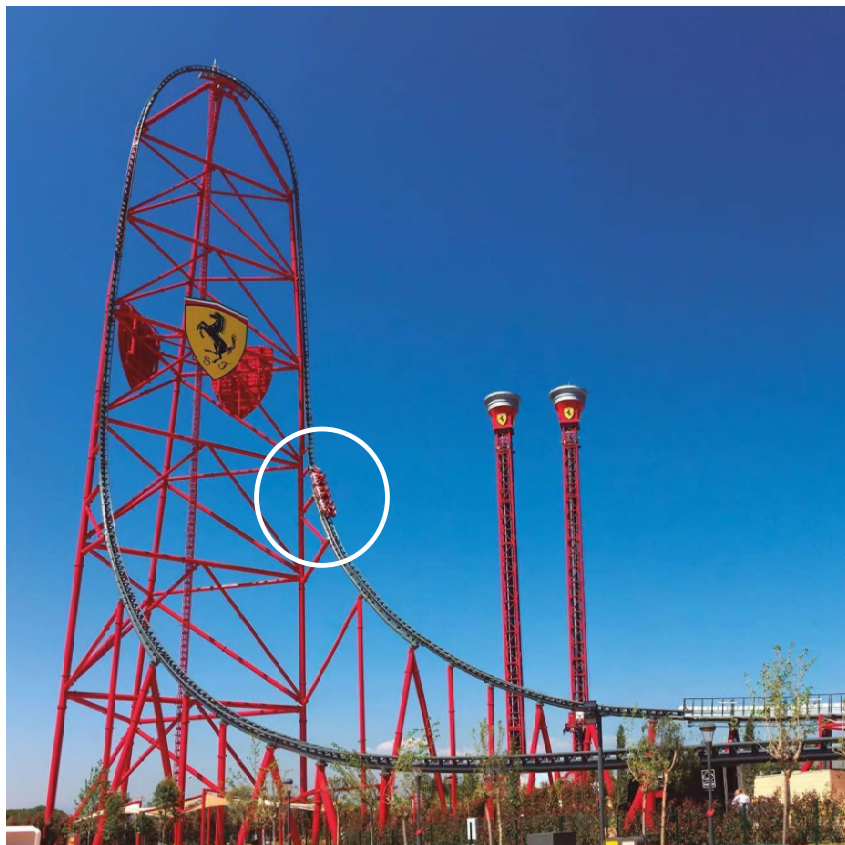
## Furius Baco





## Shambhala

No hay  
fuerza del  
motor



## Red Force







# Hurakan condor

## Subiendo



# Hurakan condor

## Cayendo



# Fuerzas y movimiento

## MRU



## Tren de vapor



Una vez que el tren de vapor ha arrancado de Penitence Station en dirección al Far West, marcha una velocidad constante de 36 km/h. Si el tren tiene una masa de 22,5 T (pasajeros incluidos) y las vías tienen un coeficiente de rozamiento de 0,2.

- 1) Dibuja las fuerzas ejercidas
- 2) ¿Qué fuerza ejerce el motor de vapor?

# Tarea

## - Problema Dragón Khan I



## Dragón Khan I

### *Ejercicio de tarea*



“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador, pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”

El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ . El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.

Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

- 1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida
- 2) Calcula la fuerza que ejerce el motor

# Sesión 2

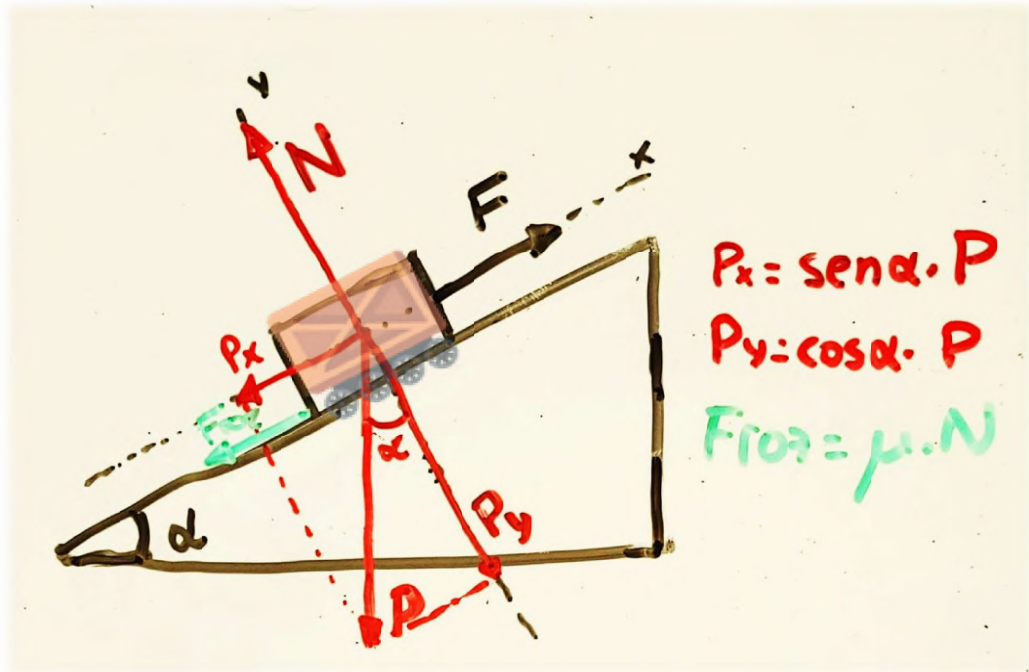


# Repaso

- Descomposición de fuerzas
- MRU + Fuerzas
- MRUA + Fuerzas



# Repaso: Descomposición de fuerzas



## Dragón Khan I

### Ejercicio

“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”



El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ . El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.



Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

- 1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida
- 2) Calcula la fuerza que ejerce el motor

# Fuerzas y movimiento

## MRUA



## Dragón Khan II

*Ejercicio*



El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ . El ascenso se hace a una velocidad de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg. Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

En el primer descenso llega hasta los 104,6 km/h

3) Dibuja las fuerzas en la bajada

4) ¿Cuál será la aceleración?

5) ¿Cuánto tarda en bajar?



# Tarea

- Ejercicio resuelto 8 pág. 173
- Problema Shambhala ◆
- Revisar MCU (págs. 150 y 151)



## Shambhala I

### ◆ *Ejercicio de tarea*



“En un valle de Asia Central, entre las inexpugnables montañas del Himalaya, dice la leyenda que se encuentra una ciudad que es la cuna de la eterna juventud, un centro de felicidad y un reino de paz y sabiduría. Cuenta el antiguo mito que en este lugar se ubica la sede del rey del mundo, conectada a todos los continentes por medio de pasadizos secretos. Esta ciudad se llama Shambhala.

”

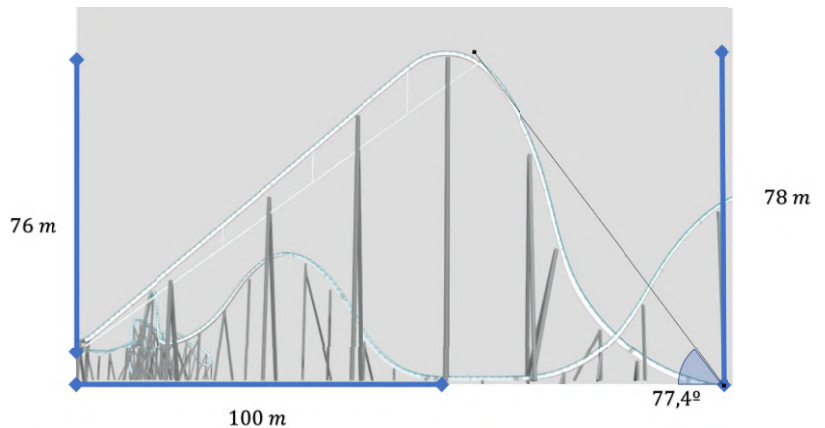
# Shambhala II

La Shambhala llegó a ser la montaña rusa con más altura de Europa con 76 metros de altura (100 m horizontal) y en la primera subida, seguida de una caída de 78 metros (y  $77,4^\circ$  de desnivel) alcanzando una velocidad de 134 km/h.

El vagón sube con velocidad constante y se ejerce una fuerza de 36850 N. En el descenso, no se aplican fuerzas externas.

Datos: Masa de vagones + pasajeros 4800 kg.

## ◆ Ejercicio de tarea



1. Dibuja la representación de fuerzas en la subida y en la bajada.
2. Calcula la fuerza de rozamiento en la subida y coeficiente de rozamiento (3 decimales)
3. Calcula la aceleración de bajada.

# Sesión 3





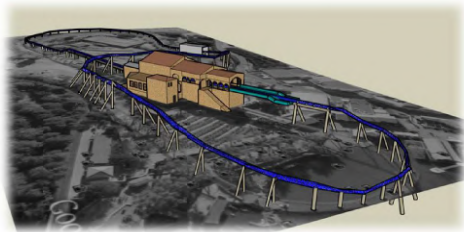
# Problemas de repaso + prueba final



# Para otras sesiones



# Furius Baco I

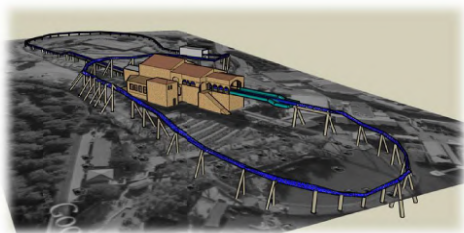


“Un genio prepara su nueva máquina para recolectar uvas; pero si su mono ayudante se equivoca de palanca, convertirá el artefacto en una lanzadera descontrolada. ¿Te atreves a subir?”

La atracción Furius Baco alcanza una velocidad de 135 km/h en 3,5 segundos. Teniendo en cuenta que la masa del vagón con pasajeros es de unas 10,5 toneladas y el coeficiente de rozamiento es de 0,1: (suponemos MRUA)

- 1) ¿Qué fuerza se tiene que aplicar?
- 2) ¿Cuántos metros recorre en la aceleración?

# Furius Baco II



Tras acelerar, el Furius Baco mantiene esa velocidad durante 800 metros. (suponemos MRU)

- 3) ¿Cómo debe ser la fuerza ejercida por el motor en este caso?

Al final, frena en los últimos 50 metros.

- 4) ¿Cuánto es la fuerza de frenado y el coeficiente de rozamiento?

# Fuerzas y movimiento

MCU



# Dibujo de fuerzas





**Fumanchu**



**Fumanchu**

# Yucatán



“En México hay una atracción llamada Yucatán, que representa una serpiente con cabeza de dragón. Protege los jeroglíficos y acertijos de un acantilado Maya sagrado. ¿Serás capaz de domar a la bestia y resolver el misterio que ha custodiado durante siglos?”

Guillermo y Markel, que entre los dos tienen una masa de 130 kg, se montan en la atracción.

1) ¿Cuál será la fuerza centrípeta que se ejerce si el radio de giro en el borde es de 6,5m y giran a 13 r.p.m.?

# Yucatán



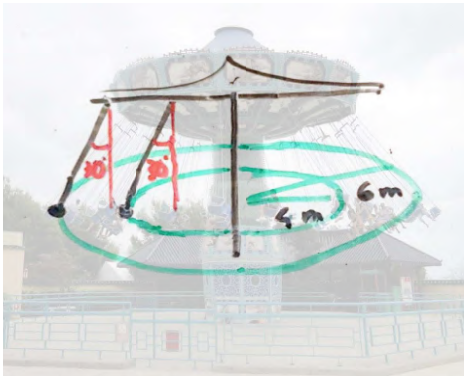
“En México hay una atracción llamada Yucatán, que representa una serpiente con cabeza de dragón. Protege los jeroglíficos y acertijos de un acantilado Maya sagrado. ¿Serás capaz de domar a la bestia y resolver el misterio que ha custodiado durante siglos?”

Guillermo y Markel, que entre los dos tienen una masa de 130 kg, se montan en la atracción.

1) ¿Cuál será la fuerza centrípeta que se ejerce si el radio de giro en el borde es de 6,5m y giran a 13 r.p.m.?

2) Si con ellos se monta una niña que pesa 40 kg que se encuentra 50 cm al interior, ¿Con qué fuerza les apretará?

# Fumanchú



“Antes de construir Shambhala, había una atracción de sillas voladoras llamada Fumanchú, que tenía 2 filas de sillas.”

Quando su velocidad angular es constante, las sillas forman un ángulo de  $30^\circ$

Si Carlos, que tiene una masa de unos 70 kilos vomita si va a más de 10 km/h.

- 1) ¿Podría montarse sin vomitar en alguna de las filas si el columpio exterior se encuentra a 6 m del centro y el interior a 4 m?
- 2) ¿Cuál será la velocidad angular en cada caso?

# Anexo 5

Fotos de los atuendos  
empleados  
(2 págs.)





# Anexo 6

Carteles recortables para los  
nombres  
(2 págs.)



Álvaro Maestre



Álvaro Maestre





# Anexo 7

Corrección de actividades

(13 págs.)

*La dinámica en Física y Química en 4º de la ESO.*

*El ejemplo de los parques de atracciones para motivar al alumnado*

# Tren de vapor



Una vez que el tren de vapor ha arrancado de Penitence Station en dirección al Far West, marcha a una velocidad constante de 36 km/h. Si el tren tiene una masa de 22,5 T (pasajeros incluidos) y las vías tienen un coeficiente de rozamiento de 0,2.

- 1) Dibuja las fuerzas ejercidas
- 2) ¿Qué fuerza ejerce el motor de vapor?

1) DIBUJO Y DATOS

$m = 22,5 \text{ t} \cdot \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ t}} = 22500 \text{ Kg}$   
 $\mu = 0,2$   
 $V = \underline{\text{cte}}$

2) FUERZAS

$P = m \cdot g = 22500 \cdot 9,8 = 220500 \text{ N}$   
 $F_r = \mu \cdot N^* = \mu \cdot P = 0,2 \cdot 220500 = \underline{44100 \text{ N}}$   
 $F_m = ?$

3) Leyes de dinámica y cálculo

Eje y  $\sum F_y = m \cdot \underline{a}$   
Si no hay movimiento  $a = 0$   
 $\sum F_y = 0$   
 $P - N = 0$   
 $P = N^*$

Eje x  $\sum F_x = m \cdot \underline{a} = 0$   
Si  $V = \text{cte} \rightarrow a = 0$   
 $F_m - F_{roz} = 0$   
 $F_m = F_{roz}$   
 $F_m = \underline{44100 \text{ N}}$

# Dragón Khan I



“Cuenta la leyenda que el orgulloso príncipe Hu trató de destronar al emperador, pero fracasó. Como castigo, los sabios dioses lo convirtieron en un enorme dragón y lo condenaron a vagar sin rumbo toda la eternidad.”

El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ .

El ascenso se hace a una velocidad constante de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg.

Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

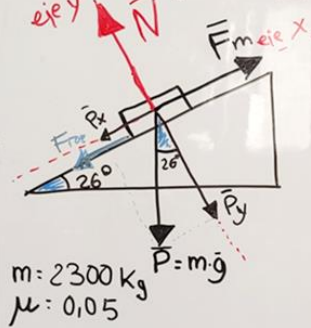
1) Dibuja las fuerzas que actúan en la subida

2) Calcula la fuerza que ejerce el motor

1)

2)

1) Dibujo y datos



**RECUERDA**

- $P$  = peso (N)
- $N$  = Normal (N)
- $\mu$  : coeficiente de rozamiento
- $F_r / F_{roz}$  = fuerza de rozamiento (N)
- $F_m$  = fuerza del motor (N)

2) Fuerzas

$$F_m = ?$$

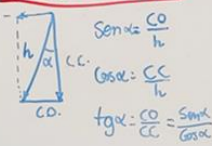
$$P = m \cdot g = 2300 \cdot 9,8 = 22540 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin \alpha = 22540 \cdot \sin 26^\circ = 9881 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos \alpha = 22540 \cdot \cos 26^\circ = 20259 \text{ N}$$

$$F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0,05 \cdot 20259 = 1013 \text{ N}$$

**RECUERDA**



3) Aplicación leyes de dinámica

Eje y

$$\sum \vec{F}_y = m \cdot \vec{a}$$

Si no se mueve en el eje:  
 $a = 0$

$$\sum F_y = 0$$

$$P_y - N = 0$$

$$P_y = N$$

Eje x

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}$$

Si se mueve con velocidad constante  
 $a = 0$  (MRU)

$$\sum F_x = 0$$

$$F_m - P_x - F_{roz} = 0$$

**RECUERDA**

- Si una fuerza en igual sentido que el movimiento  $\rightarrow$  Suma (+)
- Si va en sentido contrario  $\rightarrow$  Resta (-)

4) Cálculos

$$\sum F_x = 0$$

$$F_m - F_{roz} - P_x = 0$$

$$F_m = F_{roz} + P_x$$

$$F_m = 1013 + 9881 = \underline{\underline{10894 \text{ N}}}$$

# Dragón Khan II

Corrección de ejercicio



El Dragón Khan tiene una altura de 45,1 m. En la subida hay un ángulo de  $26^\circ$  y en la bajada de  $45^\circ$ .

El ascenso se hace a una velocidad de 20,75 km/h. La masa del vagón (+ personas) es de 2300 kg. Si el coeficiente de rozamiento es de 0,05:

En el primer descenso llega hasta los 104,6 km/h



3) Dibuja las fuerzas en la bajada

4) ¿Cuál será la aceleración?

5) ¿Cuánto tarda en bajar?

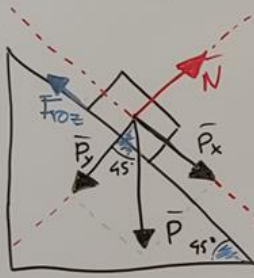
3)

4)

1) DIBUJO Y DATOS

2) FUERZAS

3) Leyes de dinámica



$$m = 2300 \text{ kg}$$

$$\mu = 0.05$$

$$P = m \cdot g = 2300 \cdot 9.8 = 22540$$

$$P_x = P \cdot \sin 45^\circ = 22540 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 15938 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos 45^\circ = 22540 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 15938 \text{ N}$$

(Si  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$   
 $P_x = P_y$ )

$$F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0.05 \cdot 15938 = 797 \text{ N}$$

Eje y

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

$$P = N^*$$

Eje x

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \bar{a}$$

Si MRUA  $\Rightarrow a \neq 0$

¿Qué fuerzas actúan?

$$\sum \vec{F}_x = P_x - F_{roz} = m \cdot a$$

RECUERDA

Si  $\sum \vec{F} = m \cdot \bar{a}$   
↓ si existe  $\bar{a}$

MRUA

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

$$v = v_0 + \bar{a} \cdot t$$

La aceleración correcta. Las fórmulas de cinemática y dinámica.

5)

4) Cálculos

→ Fuerzas

$$\sum F_x = P_x - F_{roz} = m \cdot a$$

$$15938 - 797 = 2300 \cdot a$$

$$\frac{15141}{2300} = a = 6.58 \text{ m/s}^2$$

4) Cálculos

→ MRUA

DATOS

$$v_0 = 20.75 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 5.76 \text{ m/s}$$

$$v_f = 104.6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 29.06 \text{ m/s}$$

$$a = 6.58 \text{ m/s}^2$$

$$t = d?$$

Formula y cálculo

$$v_f = v_0 + a \cdot t$$

$$29.06 = 5.76 + 6.58 t$$

$$\frac{29.06 - 5.76}{6.58} = t = \underline{\underline{3.54 \text{ s}}}$$

# Shambhala I

“En un valle de Asia Central, entre las inexpugnables montañas del Himalaya, dice la leyenda que se encuentra una ciudad que es la cuna de la eterna juventud, un centro de felicidad y un reino de paz y sabiduría. Cuenta el antiguo mito que en este lugar se ubica la sede del rey del mundo, conectada a todos los continentes por medio de pasadizos secretos. Esta ciudad se llama Shambhala.

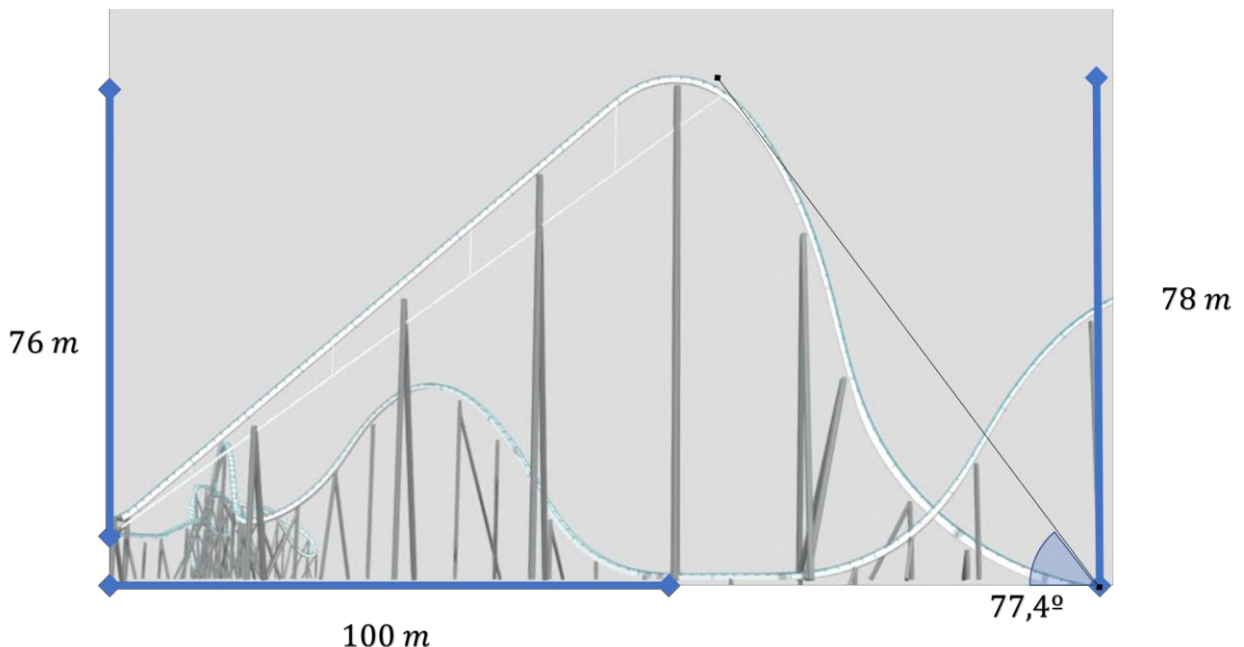


La Shambhala llegó a ser la montaña rusa con más altura de Europa con 76 metros de altura (100m horizontal) y en la primera subida, seguida de una caída de 78 metros (y  $77,4^\circ$  de desnivel) alcanzando una velocidad de 134 km/h.

El vagón sube con velocidad constante y se ejerce una fuerza de 36850 N. En el descenso, no se aplican fuerzas externas.

Datos: Masa de vagones + pasajeros 4800 kg.

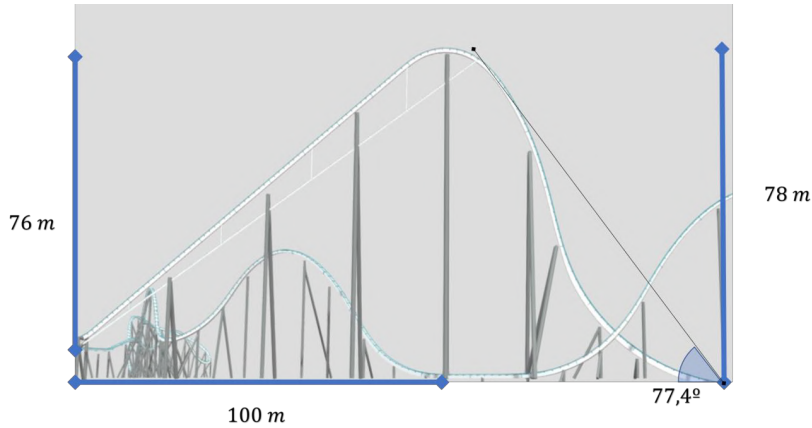
- 1) Dibuja la representación de fuerzas en la subida y en la bajada.
- 2) Calcula la fuerza de rozamiento en la subida y coeficiente de rozamiento (3 decimales)
- 3) Calcula la aceleración de bajada.





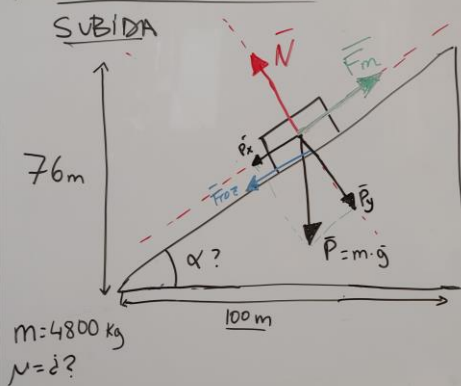
# Shambhala II

- 1) Dibuja la representación de fuerzas en la subida y en la bajada.
- 2) Calcula la fuerza de rozamiento en la subida y coeficiente de rozamiento (3 decimales)
- 3) Calcula la aceleración de bajada.



1)

## 1) DIBUJO Y DATOS



**¡CUIDADO!**  
Puede que tengas que calcular algún dato.  
 $\text{tg } \alpha = \frac{CO}{CC} = \frac{76}{100}$   
 $\alpha = \text{arctg}(0.76) = 37.23^\circ$   
En este caso, el ángulo

## 2) FUERZAS (SUBIDA)

$$F_m = 36850 \text{ N}$$

$$P = m \cdot g = 4800 \cdot 9.8 = 47040 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \text{sen } \alpha = 47040 \cdot \text{sen}(37.23^\circ) = 28460 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \text{cos } \alpha = 47040 \cdot \text{cos}(37.23^\circ) = 37454 \text{ N}$$

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = \mu \cdot 37454$$

## 3) Leyes de dinámica

Eje y  $\sum \vec{F}_y = 0$   
 $P_y = N$

Eje x  $\sum \vec{F}_x = m \cdot a$   
 $\overset{\text{si } a = 0}{\sum \vec{F} = 0}$   
 $F_m - P_x - F_{\text{roz}} = 0$   
 $F_{\text{roz}} = F_m - P_x$

## 4) Cálculos

$$F_{\text{roz}} = 36850 - 28460$$

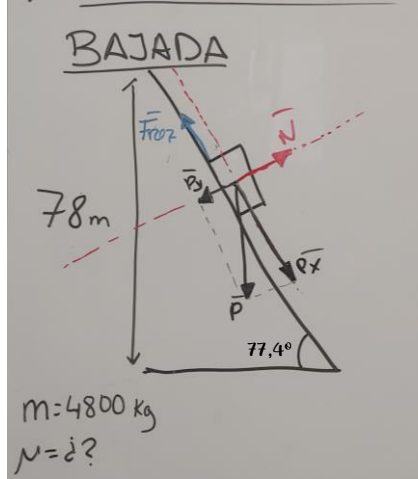
$$F_{\text{roz}} = 8390 \text{ N}$$

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N \Rightarrow \mu = \frac{8390}{37454} = 0.224$$

2)

1)

## 1) DIBUJO Y DATOS



## 5) FUERZAS (bajada)

$$P = m \cdot g = 4800 \cdot 9.8 = 47040 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \text{sen } \alpha = 47040 \cdot \text{sen}(77.4^\circ) = 45907 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \text{cos } \alpha = 47040 \cdot \text{cos}(77.4^\circ) = 10261 \text{ N}$$

$$F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0.224 \cdot 10261 = 2299 \text{ N}$$

## 6) Leyes de dinámica

Eje y  $\sum \vec{F}_y = 0$   
 $P_y = N$

Eje x  $\sum \vec{F}_x = m \cdot a$   
 $\overset{\text{si } a \neq 0}{\text{si } a \neq 0 \Rightarrow \text{MRUA}}$   
 $\sum \vec{F}_x = P_x - F_{\text{roz}} = m \cdot a$   
 $45907 - 2299 = 4800 \cdot a$

$$a = \frac{43608}{4800} = 9.09 \text{ m/s}^2$$

3)

# Ejercicios carros de caballos

Corrección de ejercicio

Ya estamos ultimando la nueva atracción de Far West, pero nos queda hacer los últimos cálculos.

La nueva atracción consistirá en una carrera de carros de caballos. Cada carro tendrá una masa de 200 kg. Vamos a hacer problemas con varios tramos del recorrido.

## Problema repaso 1

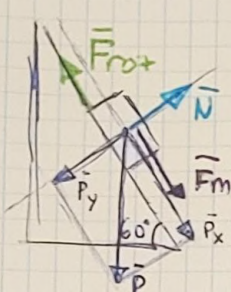
En la primera bajada, se sitúa el carro de 200 kg en lo alto de un plano inclinado de  $60^\circ$  de inclinación con la horizontal. Aplicamos además una fuerza de 201 N hacia abajo (paralela al plano). Datos: Se parte de reposo y el coeficiente de rozamiento = 0,1

Haz el dibujo y calcula:

- A) La aceleración con la que baja el carro
- B) La velocidad que tendrá tras 4 segundos bajando
- C) La distancia recorrida

1) A) ¿a?    B) ¿v (t=4s)?    C) ¿X (t=4s)?

Dibujos y datos      Fuerzas



$m = 200 \text{ kg}$   
 $\mu = 0,1$

MRUA

$x_0 = 0 \text{ m}$   
 $x = d?$   
 $v_0 = 0 \text{ m/s}$   
 $v = d?$   
 $t = 4 \text{ s}$   
 $a = 9 \text{ m/s}^2$

$V = v_0 + at$   
 $V = 9 \cdot 4 = \underline{36 \text{ m/s}}$  (B)

$X_f = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$   
 $X_f = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 4^2 = \frac{9 \cdot 16}{2} = \underline{72 \text{ m}}$  (C)

Leyes y Cálculos

eje y:  $\sum F_y = ma = 0$  (No hay movimiento en el eje y,  $a = 0$ )  
 $P_y - N = 0 \Rightarrow P_y = N$

eje x:  $\sum F_x = m \cdot a$   
 $F_m + P_x - F_{roz} = m \cdot a$

$a = \frac{F_m + P_x - F_{roz}}{m}$

$a = \frac{201 + 1697 - 98}{200} = \frac{1800}{200} = \underline{9 \text{ m/s}^2}$  (A)

# Ejercicios carros de caballos

Corrección de ejercicio

## Problema repaso 2

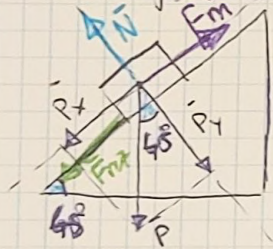
Después de esa bajada, el carro de 200 kg sube por un plano inclinado de  $45^\circ$ . Si el coeficiente de rozamiento = 0,1

Haz el dibujo y calcula:

A) La fuerza que debe aportar el caballo si queremos que se mantenga la velocidad de subida.

2) A)  $d_f m?$

Dibujo y datos



$\mu = 0,1$   
 $m = 200 \text{ kg}$   
 $v = \text{cte}$

Fuerzas

$$P = mg = 1960 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin 45^\circ = 1386 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos 45^\circ = 1386 \text{ N}$$

$$F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0,1 \cdot 1386 = 138,6 \text{ N}$$

$$F_m = d?$$

$$P_x = P_y$$

Leyes y cálculos

Eje y

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N = P_y$$

Eje X

$$\sum F_x = m a$$

Si velocidad es constante  
 $a = 0$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_m - P_x - F_{roz} = 0$$

$$F_m = P_x + F_{roz} = 1386 + 138,6$$

$$F_m = 1524,6 \text{ N} \text{ (A)}$$

# Ejercicios carros de caballos

Corrección de ejercicio

## Problema repaso 3

En un tramo del recorrido, el carro de 200 kg cae por un plano inclinado de 9 m de altura y 15 m de longitud de la rampa. Si el coeficiente de rozamiento = 0,1

Haz el dibujo y calcula:

- A) La aceleración con la que desciende
- B) El tiempo que tarda en descender si parte del reposo
- C) La velocidad que tendrá al final.

3)

**Dibujo y datos**

$q = 9\text{ m}$   
 $15\text{ m}$   
 $\alpha$   
 $12\text{ m}$

$15^2 = 9^2 + c^2$   
 $\sqrt{15^2 - 9^2} = 12\text{ m}$

$m = 200\text{ kg}$   
 $\mu = 0,1$

**Fuerzas**

$P = mg = 1960\text{ N}$   
 $P_x = 1960 \cdot 0,6 = 1176\text{ N (p. sen } \alpha)$   
 $P_y = 1960 \cdot 0,8 = 1568\text{ N (p. cos } \alpha)$   
 $F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0,1 \cdot 1568 = 156,8\text{ N}$

**Leyes y cálculos**

• Eje y  
 $\Sigma F_y = 0$   
 $P_y = N$

• Eje x  
 $\Sigma F_x = ma$   
 $P_x - F_{roz} = ma$   
 $a = \frac{P_x - F_{roz}}{m}$   
 $a = \frac{1176 - 156,8}{200} = 5,10\text{ m/s}^2$  (A)

• Eje x  
 $V = V_0 + at$   
 $V = 2,43 \cdot 5,10$   
 $V = 12,37\text{ m/s}$  (C)

$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$   
 $15 = \frac{1}{2} 5,10 \cdot t^2$   
 $\sqrt{\frac{30}{5,10}} = t = 2,43\text{ s}$  (B)

**MRUA**

$x_0 = 0\text{ m}$   
 $x = 15\text{ m}$   
 $v_0 = 0\text{ m/s}$   
 $v = ?$   
 $t = ?$   
 $a = 5,10\text{ m/s}^2$

A)  $a?$  B)  $t?$  C)  $v?$

# Ejercicios carros de caballos

Corrección de ejercicio

## Problema para la prueba. (4)

Para el último tramo, las vías pasan a ser de metal para aumentar su velocidad y su coeficiente de rozamiento = 0,05. De nuevo, el ángulo del plano inclinado es de  $60^\circ$ . Si tarda en descender 5 segundos y parte con una velocidad de 18 m/s

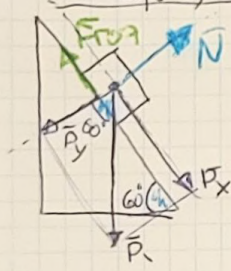
Dato: masa del carro 200 kg

Haz el dibujo y calcula:

A) La velocidad que alcanzará el carro antes de la frenada

④ A) ¿Vf?

Dibujo y datos



Fuerzas

$$P = mg = 1960 \text{ N}$$
$$P_x = P \cdot \sin 60^\circ = 1697 \text{ N}$$
$$P_y = P \cdot \cos 60^\circ = 980 \text{ N}$$
$$F_{roz} = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0,05 \cdot 980 = 49 \text{ N}$$

Leyes y cálculos

eje y  $\sum \bar{F}_y = 0 \quad P_y = N$

eje x  $\sum \bar{F}_x = m a$

$$P_x - F_{roz} = m a$$
$$a = \frac{P_x - F_{roz}}{m}$$
$$a = \frac{1697 - 49}{200} = \frac{1648}{200} = 8,24 \text{ m/s}^2$$

MRVA

$$x_0 = 0$$
$$x = d?$$
$$v_0 = 18 \text{ m/s}$$
$$v = ??$$
$$t = 5 \text{ s}$$
$$a = 8,24 \text{ m/s}^2$$
$$v = v_0 + a \cdot t$$
$$v = 18 + 8,24 \cdot 5$$
$$v = 18 + 41,2 = \underline{\underline{59,2 \text{ m/s}}}$$

(A)

# Anexo 8

Formulario de evaluación de  
las sesiones  
(2 págs.)

# Evaluación Sesiones Dinámica-Port Aventura

El siguiente formulario esta destinado para la mejora de las sesiones. Toda aportación será bienvenida

## \*Obligatorio

### 1. Alumno \*

Indica apellido si tú nombre está repetido

---

### 2. ¿Cómo he estado de motivado? \*

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	6	7	
Nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muchísimo

### 3. De las sesiones me ha motivado.... \*

Marca solo un óvalo por fila.

	1 (Nada)	2 (Poco)	3 (Algo)	4 (Bastante)	5 (Mucho)
... el contexto de PortAventura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... que los problemas sean situaciones reales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... poder participar en las sesiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... el temario de dinámica/ asignatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... el docente y su implicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... el horario de la clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... poder conseguir mini puntos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 4. De las opciones anteriores, ¿cuál es la que más me ha motivado? \*

Marca solo un óvalo.

- El contexto de PortAventura
- Que los problemas sean situaciones reales
- Poder participar en las sesiones
- El temario de dinámica/ asignatura
- El docente y su implicación
- El horario de la clase
- Poder conseguir mini puntos

5. Al estar aplicado un contexto de PortAventura... \*

Indica tu grado de acuerdo (1 nada - 5 mucho)

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
... hace que los problemas sean más complejos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... hace que esté más motivad@	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...hace que sea más fácil de entender	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. ¿Qué te ha gustado? \*

---

---

---

---

---

7. ¿Qué mejorarías de las sesiones? \*

---

---

---

---

---

8. Algo que quieras comentar

---

---

---

---

---

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios



# Anexo 9

Propuesta de examen

(5 págs.)

*La dinámica en Física y Química en 4º de la ESO.*

*El ejemplo de los parques de atracciones para motivar al alumnado*

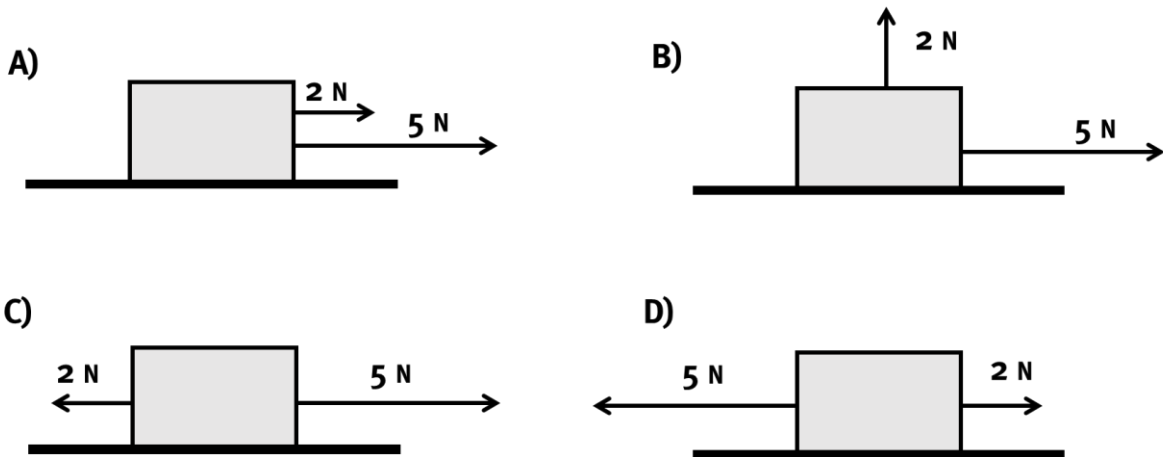
**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**CURSO:**

1.- (2 Puntos) **Contesta** a las siguientes preguntas tipo test **en la tabla** (solo se tendrán en cuenta las respuestas que estén en la tabla). Los errores contarán negativo (Dos fallos restan una correcta o la parte proporcional).

1	2	3	4	5
A	A	A	A	A
B	B	B	B	B
C	C	C	C	C
D	D	D	D	D

1) En cuál de estas situaciones se obtiene una fuerza constante de 3 N a la derecha:



2) Indica cuál de los siguientes conceptos **NO** es una fuerza:

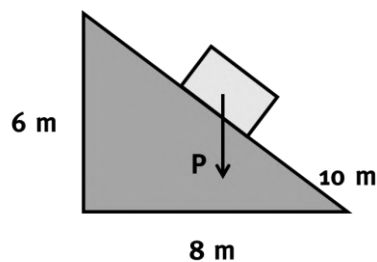
- A) Normal
- B) Inercia
- C) Rozamiento
- D) Peso

3) Si la fuerza total que se ejerce sobre un cuerpo es cero:

- A) El cuerpo se encuentra en reposo
- B) El cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo uniforme
- C) Su aceleración es cero
- D) Todas las respuestas son posibles

4) Escoge la aceleración que adquirirá este cuerpo con los datos otorgados:

- A)  $4 \text{ m/s}^2$
- B)  $6 \text{ m/s}^2$
- C)  $10 \text{ m/s}^2$
- D)  $14 \text{ m/s}^2$

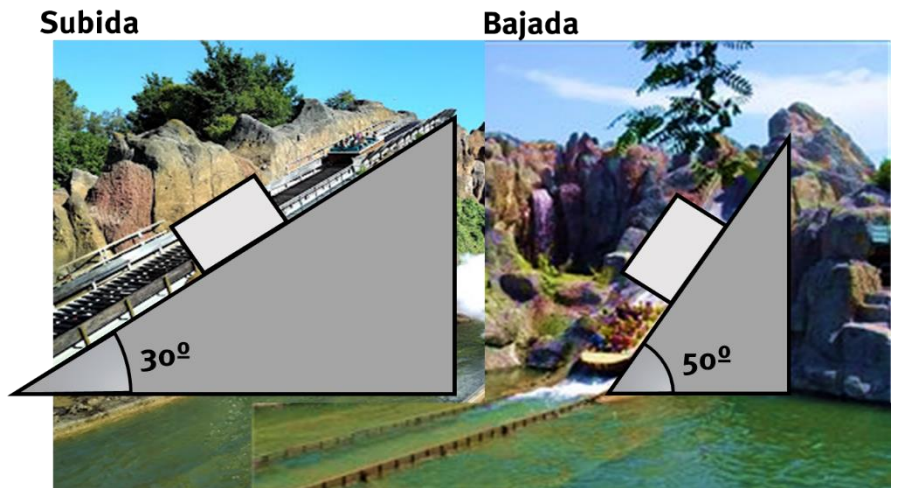


**Datos**  
Masa: 10 kg  
 $g : 10 \text{ m/s}^2$   
No hay rozamiento

5) En un movimiento circular uniforme:

- A) No existen fuerzas porque el módulo de la velocidad es constante
- B) La fuerza tiene un módulo constante
- C) La fuerza es independiente del radio de giro
- D) La aceleración aumenta constantemente

Las islas polinesias, situadas en el océano Pacífico, no son tan tranquilas como aparentan sus playas de fina arena blanca. Oculto en medio de la selva polinesia de PortAventura, donde solo los aborígenes saben llegar, se encuentra dormida una de las fuerzas de la naturaleza más devastadoras: un terrible volcán a la espera de despertar de su largo letargo. Desafía al volcán a bordo de una barcaza por unas aguas que esconden un sinfín de sorpresas.



**2.- Tutuki Splash I:** Una barca cargada del Tutuki Splash tiene una masa de unos **2500 kg**. Si sube con una **velocidad constante de 3,6 km/h** y se ejerce una **fuerza motor de 16500 N**:

Datos: **gravedad 9,8 m/s<sup>2</sup> y 30° inclinación**

- A) Haz el **dibujo** y la descomposición de fuerzas (0,75 puntos)
- B) Calcula la **fuerza de rozamiento** (1 punto)
- C) Calcula el **coeficiente de rozamiento (0,5 puntos)**

**3.- Tutuki Splash II:** En la bajada la barca desciende durante **20 metros** con una **velocidad inicial el de 3,6 km/h**. Si no existe fuerza motor:

Datos: Masa, gravedad igual que en el problema anterior. **Coeficiente de rozamiento** de bajada **0,2** e inclinación **50°**

- A) Haz el **dibujo** y la descomposición de fuerzas (0,75 puntos)
- B) Calcula la **aceleración** (1 puntos)
- C) Calcula el **tiempo** que tarda en bajar y con qué **velocidad** llega abajo (1 punto)

Históricamente, el té ha sido una bebida que ha estado presente en todas las reuniones sociales en China. ¿Podrás aguantar sus vueltas?

**4.- Tea Cups:** La atracción Tea Cups tiene un **radio** de giro de **4 m**. Mario y su familia se montan en una taza y la **masa** total es de **150 kg**. Si gira a **9 r.p.m.**



- A) Haz el **dibujo** y la representación de fuerzas (0,5 puntos)
- B) Calcula la **aceleración** centrípeta (0,5 puntos)
- C) Calcula la **fuerza** centrípeta (0,5 puntos)
- D) Si el **radio** de giro sería de **2 m**, ¿cuánto sería la **velocidad**? (0,5 puntos)

5-. Lee el texto y responde a las siguientes cuestiones

*Cuando los primeros colonizadores europeos llegaron al nuevo continente americano no había leyes de propiedad, por lo que el primero que llegaba a un buen terreno podía reclamar las tierras. Esta carrera es la que se simula en la atracción Stampida de PortAventura.*

Mario de 40 kg y su padre de 80 kg se encuentran ambos en el vagón rojo tras una larga espera. Emocionados gritan durante la primera bajada al compás del traqueteo de la madera contra el metal. De pronto llega una repentina curva a la izquierda. Tras varias subidas y bajadas, llegan al tramo final por delante del vagón azul. ¡Van a ganar la carrera! Y de repente, un frenazo brusco indica el final.



“¡Qué emocionante ha sido papa! Vamos a vernos en las fotos”

- ¿Qué les ocurrirá a Mario y a su padre en la curva a la izquierda? (0,25 puntos)
- ¿Qué les ocurrirá a Mario y a su padre tras la frenada? (0,25 puntos)
- ¿A qué se debe todo esto? ¿Es por una fuerza? (0,25 puntos)
- ¿Cuál de los dos sentirá un mayor efecto? (0,25 puntos)

# Anexo 10

Propuesta de examen  
resuelto y con anotaciones  
(5 págs.)

**NOMBRE Y APELLIDOS:**

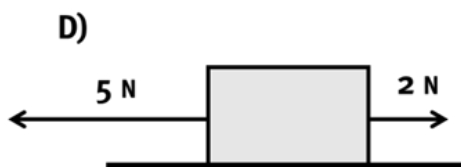
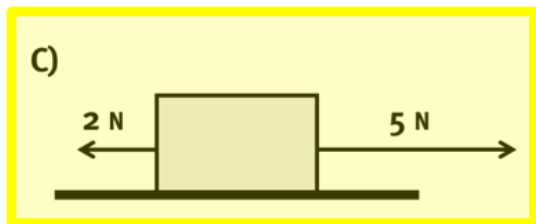
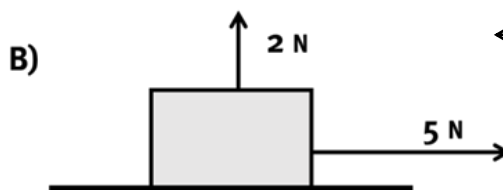
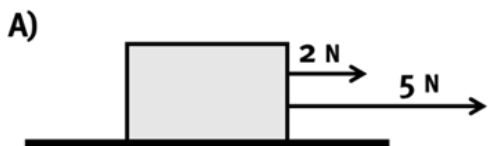
**CURSO:**

1.- (2 Puntos) **Contesta** a las siguientes preguntas tipo test **en la tabla** (solo se tendrán en cuenta las respuestas que estén en la tabla). Los errores contarán negativo (Dos fallos restan una correcta o la parte proporcional).

1	2	3	4	5
A	A	A	A	A
B	B	B	B	B
C	C	C	C	C
D	D	D	D	D

OE3 - Representar vectorialmente las fuerzas existentes en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares

1) En cuál de estas situaciones se obtiene una fuerza constante de 3 N a la derecha:



2) Indica cuál de los siguientes conceptos **NO** es una fuerza:

- A) Normal
- B) Inercia**
- C) Rozamiento
- D) Peso

OE1 - Identificar las fuerzas que intervienen en fenómenos cotidianos: peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la tensión

3) Si la fuerza total que se ejerce sobre un cuerpo es cero:

- A) El cuerpo se encuentra en reposo
- B) El cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo uniforme
- C) Su aceleración es cero
- D) Todas las respuestas son posibles**

OE2 - Aplicar las 3 leyes de Newton en fenómenos cotidianos

4) Escoge la aceleración que adquirirá este cuerpo con los datos otorgados:

- A)  $4 \text{ m/s}^2$
- B)  $6 \text{ m/s}^2$**
- C)  $10 \text{ m/s}^2$
- D)  $14 \text{ m/s}^2$

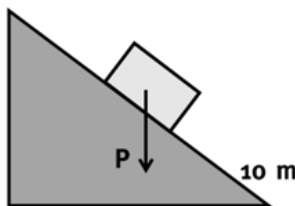
**Datos**

Masa: 10 kg

$g : 10 \text{ m/s}^2$

No hay rozamiento

6 m



8 m

OE4 - Calcular correctamente la fuerza resultante en un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme en plano horizontal o inclinado

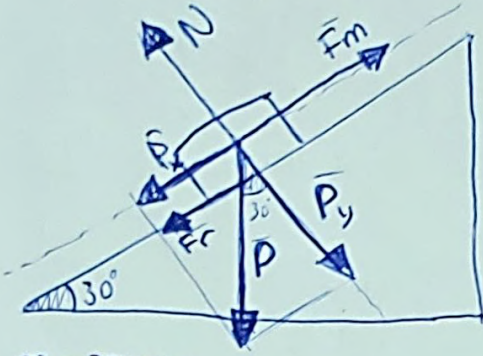
5) En un movimiento circular uniforme:

- A) No existen fuerzas porque el módulo de la velocidad es constante
- B) La fuerza tiene un módulo constante**
- C) La fuerza es independiente del radio de giro
- D) La aceleración aumenta constantemente

OE6 - Calcular correctamente la fuerza resultante y la aceleración en un cuerpo en movimiento circular uniforme

② Tutuki splash 1

Ⓐ Dibujo y datos



$m = 2500 \text{ kg}$   
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $F_m = 16500 \text{ N}$   
 $v = 3,6 \text{ km/h} = \text{cte} \rightarrow \text{MRU}$

Ⓑ Fuerzas

$$P = mg = 2500 \cdot 9,8 = 24500 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin 30^\circ = 24500 \cdot \frac{1}{2} = 12250 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos 30^\circ = 24500 \cos 30^\circ = 21218 \text{ N}$$

$$N = P_y$$

$$F_r = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y$$

Leyes de dinámica y cálculos.

Eje y si  $v = 0 \rightarrow a = 0$

$$\sum \vec{F}_y = m \cdot \hat{a} = m \cdot 0 = 0$$

$$\sum \vec{F}_y = P_y - N = 0$$

$$\underline{P_y = N}$$

Eje x si  $v = \text{cte} \rightarrow \text{MRU}$   
 $a = 0$

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \hat{a} = m \cdot 0 = 0$$

$$\sum \vec{F}_x = 0 = F_m - P_x - F_r$$

$$F_r = F_m - P_x$$

$$\boxed{F_r = 16500 - 12250 = 4250 \text{ N}}$$

Ⓒ

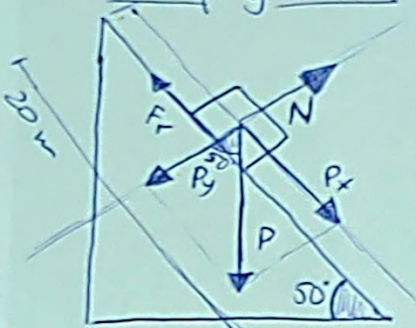
$$F_r = \mu \cdot N = \mu P_y \Rightarrow 4250 = \mu \cdot 21218$$

$$\boxed{\mu = \frac{4250}{21218} = 0,200}$$

OE1 - Identificar las fuerzas que intervienen en fenómenos cotidianos: peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la tensión
OE2 - Aplicar las 3 leyes de Newton en fenómenos cotidianos
OE3 - Representar vectorialmente las fuerzas existentes en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares
OE4 - Calcular correctamente la fuerza resultante en un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme en plano horizontal o inclinado
OE7 - Relacionar correctamente los conceptos de cinemática y dinámica y aplicarlo en la resolución de ejercicios

③ Tutuki splash II

Ⓐ Dibujó y datos



$m = 2500 \text{ kg}$   
 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$   
 $\alpha = 50^\circ$   
 $\mu = 0.2$

MRUA

$X_0 = 0$   
 $X = 20 \text{ m}$   
 $V_0 = 3.6 \text{ km/h} = \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$   
 $V_f = ?$   
 $a = ? = 6.25 \text{ m/s}^2$   
 $t = ?$

Ⓒ MRUA

Cinemática y cálculos

$$\left. \begin{aligned} x &= X_0 + U_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ U &= U_0 + a \cdot t \end{aligned} \right\}$$

$$20 = 1 \cdot t + \frac{1}{2} 6.25 \cdot t^2$$

$$3.125 t^2 + t - 20 = 0$$

$$V_f = 1 + 6.25 \cdot 2.37$$

$$V_f = 1 + 14.81 = 15.81 \text{ m/s}$$

$$15.81 \text{ m/s} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 56.92 \text{ km/h}$$

$$t = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 4 \cdot (3.125) \cdot (-20)}}{2 \cdot 3.125} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 250}}{6.25}$$

$$t = \frac{-1 \pm \sqrt{251}}{6.25} = \frac{-1 \pm 15.84}{6.25} = \frac{14.84}{6.25} = 2.37 \text{ s}$$

Ⓑ Fuerzas

$$P = m \cdot g = 2500 \cdot 9.8 = 24500 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin 50^\circ = 24500 \sin 50^\circ = 18768 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos 50^\circ = 24500 \cos 50^\circ = 15748 \text{ N}$$

$$N = P_y$$

$$F_r = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0.2 \cdot 15748 = 3150 \text{ N}$$

Leyes de la dinámica y cálculos

Eje y

$$\sum F_y = m \cdot a = 0$$

$$F_y = N$$

Eje x

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$P_x - F_r = m \cdot a$$

$$18768 - 3150 = 2500 \cdot a$$

$$\frac{15618}{2500} = a = 6.25 \text{ m/s}^2$$

OE1 - Identificar las fuerzas que intervienen en fenómenos cotidianos: peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la tensión

OE2 - Aplicar las 3 leyes de Newton en fenómenos cotidianos

OE3 - Representar vectorialmente las fuerzas existentes en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares

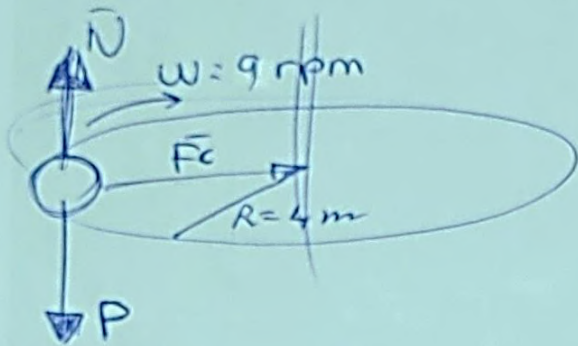
OE5 - Calcular correctamente la fuerza resultante y la aceleración en un cuerpo en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en plano horizontal o inclinado

OE7 - Relacionar correctamente los conceptos de cinemática y dinámica y aplicarlo en la resolución de ejercicios



## Corrección de examen

- ④ Tea cups  
 (A) Dibujo y datos



$$m = 150 \text{ kg}$$

$$r = 4 \text{ m}$$

$$\omega = 9 \text{ rpm} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{18}{60} \pi \text{ rad/s} = \frac{3}{10} \pi \text{ rad/s}$$

- (B) Fórmulas

$$F_c = m \cdot a_c$$

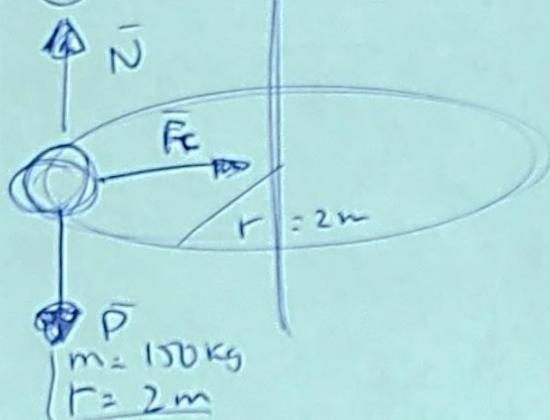
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \left(\frac{3\pi}{10}\right)^2 \cdot 4$$

$$(a_c = 3,55 \text{ m/s}^2)$$

- (C)

$$(F_c = 150 \cdot 3,55 = 532,5 \text{ N})$$

- (D) Datos



$$m = 150 \text{ kg}$$

$$r = 2 \text{ m}$$

$$\omega = 9 \text{ rpm} = \frac{3}{10} \pi \text{ rad/s}$$

- Fórmulas

$$v = \omega \cdot r$$

$$(v = \frac{3}{10} \pi \cdot 2 = \frac{3}{5} \pi = 1,88 \text{ m/s})$$

OE1 - Identificar las fuerzas que intervienen en fenómenos cotidianos: peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la tensión

OE2 - Aplicar las 3 leyes de Newton en fenómenos cotidianos

OE3 - Representar vectorialmente las fuerzas existentes en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares

OE6 - Calcular correctamente la fuerza resultante y la aceleración en un cuerpo en movimiento circular uniforme

OE7 - Relacionar correctamente los conceptos de cinemática y dinámica y aplicarlo en la resolución de ejercicios

5-. Lee el texto y responde a las siguientes cuestiones

*Cuando los primeros colonizadores europeos llegaron al nuevo continente americano no había leyes de propiedad, por lo que el primero que llegaba a un buen terreno podía reclamar las tierras. Esta carrera es la que se simula en la atracción Stampida de PortAventura.*

Mario de 40 kg y su padre de 80 kg se encuentran ambos en el vagón rojo tras una larga espera. Emocionados gritan durante la primera bajada al compás del traqueteo de la madera contra el metal. De pronto llega una repentina curva a la izquierda. Tras varias subidas y bajadas, llegan al tramo final por delante del vagón azul. ¡Van a ganar la carrera! Y de repente, un frenazo brusco indica el final.



“¡Qué emocionante ha sido papa! Vamos a vernos en las fotos”

- a) ¿Qué les ocurrirá a Mario y a su padre en la curva a la izquierda? (0,25 puntos)  
Irán hacia la derecha
- b) ¿Qué les ocurrirá a Mario y a su padre tras la frenada? (0,25 puntos)  
Irán hacia adelante
- c) ¿A qué se debe todo esto? ¿Es por una fuerza? (0,25 puntos)  
Esto se debe a la inercia que llevan, que es la propiedad que tiene un cuerpo de permanecer en movimiento. La inercia no es una fuerza.
- d) ¿Cuál de los dos sentirá un mayor efecto? (0,25 puntos)  
El padre de Mario sentirá un mayor efecto dado que su masa es mayor.

OE2 - Aplicar las 3 leyes de Newton en fenómenos cotidianos