



Trabajo Final de Máster  
Curso 2017-2018

# DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

Máster Universitario en Profesor/a de ESO,  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

**Begoña Gascón Mallén**

**Tutor:** Marcelo Isidro Aguilera Arzo

**Especialidad:** Física y Química

**Modalidad:** 6. Materiales didácticos.

Marzo 2018

## RESUMEN

El presente Trabajo Final de Máster (TFM) se ubica dentro de la Modalidad 6: Materiales didácticos, incluida en la normativa de la Universidad Jaume I. Esta modalidad corresponde a la elaboración de materiales didácticos específicos, de innovaciones educativas, recursos y líneas tecnológicas de uso educativo.

En este caso en concreto, se ha diseñado una serie de materiales didácticos para poder desarrollar la Unidad Didáctica del Movimiento Armónico Simple (MAS), perteneciente a la asignatura de Física y Química, cursada en el primer curso de bachillerato.

Estos materiales se han desarrollado en una serie de actividades que se llevarán a cabo en el transcurso de 12 sesiones, dedicadas al estudio de este movimiento. En ellas se estudiarán la cinemática y la dinámica del MAS.

En el desarrollo de las actividades, se pretende romper con la metodología tradicional de impartir las clases, y dar más importancia a un aprendizaje autónomo y participativo por parte de los alumnos. Para ello, se ha decidido llevar a cabo un aprendizaje cooperativo. Concretamente, se utilizan técnicas de aprendizaje cooperativo informales, donde los estudiantes realizan las actividades propuestas en pequeños grupos de corto plazo, es decir, no se trata de trabajar en un mismo grupo durante todas las actividades, sino que, en cada una de ellas serán diferentes. De hecho, se trabajará en parejas, pequeños grupos o con el grupo clase.

Por otra parte, el desarrollo de las actividades engloba tanto el trabajo en el aula como en el laboratorio. Y están diseñadas para abordar con los contenidos establecidos por el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.

Uno de los recursos introducidos es el uso de un cuaderno de trabajo, donde se recogerán una serie de ejercicios que se realizarán a lo largo de las sesiones. Del mismo modo, también se fomenta el uso de las nuevas tecnologías, utilizando simulaciones en línea o las diferentes herramientas tecnológicas que son necesarias para la realización de las actividades.

Por último, la evaluación no constará de un examen final, sino que los alumnos y alumnas serán evaluados a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. Para llevar a cabo la evaluación, se tendrán en cuenta los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje recogidos en el decreto nombrado anteriormente y en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, y el Decreto. Del mismo modo, se hará uso de diferentes instrumentos de evaluación, a partir de técnicas de observación y recogida de tareas, así como mediante la realización de procesos de coevaluación y autoevaluación.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivos TFM .....	3
3. Contexto curricular.....	4
3.1. Contenidos.....	5
3.2. Competencias clave.....	26
3.3. Criterios de evaluación.....	7
3.4. Estándares de aprendizaje .....	7
3.5. Elementos transversales.....	8
3.6. Metodologías aplicadas.....	8
3.7. Recursos materiales. ....	12
4. Actividades.....	14
5. Evaluación de las actividades.....	24
6. Conclusiones.....	27
7. Bibliografía.....	29
ANEXOS	

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final de Máster pretende diseñar una serie de materiales didácticos correspondientes a la Unidad Didáctica del Movimiento Armónico Simple.

La idea surge tras realizar la asignatura del Prácticum, donde se llevó a cabo dicha unidad en un curso de primero de bachillerato. Durante este periodo, se observa que la forma de impartir las clases sigue una metodología bastante tradicional. Se trata de explicaciones magistrales y la resolución de problemas cerrados, donde los alumnos pierden el interés, y su única preocupación es superar el examen final.

Se pretende generar un interés por la asignatura, y concretamente por la unidad que se va a tratar, y para ello es imprescindible que los alumnos tengan una motivación. Los estudiantes que están motivados muestran más interés en las actividades que se les proponen, atienden con más atención a las instrucciones de sus docentes, están más dispuestos a tomar apuntes, trabajan con mayor diligencia, con mayor seguridad en sí mismos y realizan mejor las tareas propuestas. Mientras que aquellos que no están motivados, prestan poca atención al desarrollo de la clase y a la organización del material, así como piden poca ayuda cuando no entienden el tema que se les está enseñando (Pintrich, y otros, 2006).

Además de la importancia de la motivación de los alumnos, también se deben considerar los efectos negativos de la competitividad que existe en las aulas. Esto no significa que la competencia sea siempre mala; si se estructura correctamente y los rivales están bien elegidos, puede ser un medio eficaz e inofensivo para motivar a la gente a dar lo mejor de sí. Sin embargo, las formas de competencia que se suelen usar en el aula raramente resultan saludables o eficaces (Slavin, 1999).

En este caso, se busca esta motivación y romper con la competencia con la propuesta de un cambio en la forma de impartir las clases, es decir, mediante un cambio en los aspectos metodológicos. Esta modificación propone que los alumnos y alumnas sean capaces de conseguir sus objetivos mediante un aprendizaje activo y cooperativo, dejando atrás las clases magistrales. Las investigaciones realizadas indican que la cooperación conduce a un mayor empeño en alcanzar los objetivos, a la generación de relaciones interpersonales más positivas y a una mayor salud mental que los métodos competitivo e individualista (Johnson, Johnson y Holubec, 1999).

El diseño del material didáctico que se desarrollará más adelante, se basa en el uso de técnicas de trabajo cooperativo informales. El trabajo cooperativo tiene resultados muy positivos en cuanto al aumento de la motivación y la participación, y mejora las habilidades sociales (Santos Rego, 1999). Requiere organizar a los alumnos y alumnas en grupos en los que entablen relaciones responsables que les motiven al cumplimiento de sus obligaciones académicas y alcanzar un buen desarrollo cognitivo y social (Johnson, Johnson y Holubec, 1992; Johnson, Johnson y Smith, 1991).

Por otra parte, mediante el uso de un aprendizaje activo los estudiantes pueden lograr una comprensión más profunda de los conceptos de la asignatura (Salem, 2002).

Durante la sesión los alumnos dedican más tiempo a comprender y entender los conceptos, es decir a lograr que las ideas funcionen, en lugar de copiar al pie de la letra lo que el profesor está diciendo (Salem, 2002).

Durante el periodo de prácticas, otro de los puntos susceptible de mejora fue la evaluación. El método utilizado durante la estancia fue la realización de una prueba escrita, donde se valoran en mayor grado los contenidos conceptuales, mientras que los procedimentales y actitudinales pasan a un segundo plano.

Mediante este trabajo también se pretende elaborar un nuevo plan de evaluación, que se pretende que sea completa, formativa e integradora, prestando un mayor interés a la consecución de las diferentes competencias, tal y como dicta la LOMCE. Se pretende que todo lo que se va a evaluar quede delimitado, así como los momentos en los que los alumnos van a ser evaluados. Para ello se seleccionan distintos criterios y estándares de aprendizaje, evaluados mediante una serie de instrumentos de evaluación. De la misma forma, es imprescindible saber cómo evaluar la propia labor del docente.

## 2. OBJETIVOS DEL TFM

Los objetivos del Trabajo Final de Máster son principalmente el diseño de material didáctico correspondiente a la asignatura de Física y Química para el primer curso de Bachillerato. Con este material, y como objetivo secundario, se pretende que los alumnos se encuentren motivados a la hora de estudiar la asignatura, y se sientan parte de ella, aportando un aprendizaje significativo.

De esta manera, los objetivos son los siguientes:

- Elaborar una serie de material didáctico para profundizar en el estudio de la unidad didáctica propuesta.
- Diseñar una serie de actividades mediante las cuales los alumnos puedan adquirir las competencias establecidas.
- Conseguir la motivación e interés de los alumnos hacia el estudio de la asignatura.
- Profundizar en un aprendizaje cooperativo y activo para conseguir la participación y motivación de los alumnos.
- Fomentar el uso de las tecnologías para abordar el estudio de la asignatura.

Las actividades propuestas son una alternativa al estudio tradicional de la asignatura. Con ellas se intenta conseguir una educación integral, fomentando el trabajo en grupo y el respeto hacia los compañeros. Para ello se diseñan una serie de acciones donde aparece un aprendizaje cooperativo, mediante el cual se aprende a vivir en un ambiente social, donde compartir y adquirir nuevas ideas.

### 3. CONTEXTO CURRICULAR

La asignatura del Prácticum fue realizada en el IES Francesc Ribalta. Se encuentra situado en el centro de Castellón, y es uno de los institutos más referentes, siendo este el más antiguo de la ciudad. Se trata de un centro de gran tamaño donde la variedad de ofertas formativas es muy extensa, con lo cual existe una gran diversidad entre los estudiantes.

Durante la estancia en prácticas, se llevó a cabo la unidad didáctica correspondiente al “Movimiento Armónico Simple (MAS)”. Ésta estaba destinada a un grupo de primero de Bachillerato formado por 16 alumnos con un perfil muy similar.

Tras la realización de las prácticas, se considera la posibilidad de diseñar un nuevo material didáctico desde otro punto de vista, es decir, considerando un cambio en la metodología. Para ello nos hemos basado en la clase a la que fue destinada dicha unidad didáctica.

Una vez se conoce al grupo al que va destinado el contenido de este trabajo, es importante contextualizarlo dentro del marco curricular.

El desarrollo de los elementos curriculares se basa en lo establecido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, y el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consejo, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.

El Movimiento Armónico Simple, de ahora en adelante MAS, pertenece a la asignatura de Física y Química de primero de Bachillerato. Concretamente, se sitúa en el bloque 6: Cinemática y bloque 7: Dinámica, del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre.

A continuación, se explica de manera más detallada cada uno de estos elementos, que tiene como finalidad contribuir en el desarrollo de las capacidades necesarias para alcanzar los objetivos generales de etapa establecidos por el Real Decreto citado anteriormente.

### 3.1. CONTENIDOS

Para la elaboración del material didáctico se han tenido en cuenta los contenidos que se establecen en el Decreto 87/2015 de 5 de junio. Concretamente, los contenidos aparecen en los bloques 6 y 7 correspondientes a la cinemática y dinámica sucesivamente, todos ellos correspondientes al MAS.

Los contenidos son los siguientes:

#### **Bloque 6: Cinemática**

- Descripción del movimiento armónico simple (MAS).
- Magnitudes y ecuaciones.
- Representaciones gráficas.

#### **Bloque 7: Dinámica**

- Fuerzas elásticas. Ley de Hooke.
- Dinámica del M.A.S.

### 3.2. COMPETENCIAS CLAVE

DeSeCo (2003) define competencia como “la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”. La competencia “supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”.

Según esta definición, las competencias se adquieren a través de la participación activa. Además, el concepto competencia indica que los conocimientos deben concretarse siempre de modo funcional y significativo, es decir, atribuyendo sentido a aquello que se aprende (Zabala, 2007).

Según la Recomendación 2006/962/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, se pretende potenciar el aprendizaje por competencias. Se trata de propiciar tanto una renovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje como en la práctica docente, integrando estas competencias en los elementos curriculares. Esto supone un cambio importante en las tareas realizadas por parte del alumnado, así como en las metodologías utilizadas.

El Real Decreto establece siete competencias clave. A continuación, se mencionan cada una de ellas en relación con las actividades propuestas:

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).**

Esta competencia se desarrolla utilizando herramientas matemáticas en el contexto científico. Se fomenta el uso del lenguaje matemático para expresar o cuantificar datos, así como para analizar datos, causas y consecuencias. Se pretende adquirir destrezas, resolver problemas, llegar a conclusiones o tomar decisiones basándose en pruebas y argumentos. Del mismo modo que se contribuye al desarrollo competencial, así como en los valores y actitudes relacionadas con la asunción de criterios éticos asociados a la ciencia y la tecnología.

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL)**

Se lleva a cabo utilizando la terminología y el vocabulario específico en la construcción de textos y argumentos científicos. Así como en la comprensión e interpretación de mensajes sobre la ciencia.

- **Competencia aprender a aprender (CAA)**

Se trata de generar curiosidad y necesidad de aprender, utilizando estrategias de investigación propias de las ciencias.

- **Competencia digital (CD)**

Se desarrolla utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación para buscar, recoger, seleccionar, procesar y presentar la información. Se lleva a cabo mediante la realización de experiencias prácticas mediante el uso de aplicaciones virtuales interactivas, y mediante el uso de internet como fuente de información y comunicación.

- **Competencias sociales y cívicas (CSC).**

Se pretende que, desde una perspectiva científica, se pueda comprender y explicar problemas de interés social. Para ello se aplica el conocimiento sobre algunos debates esenciales para el avance de la ciencia, con el fin de comprender cómo han evolucionado las sociedades y para analizar la sociedad actual. Todo ello fomentando el trabajo en grupo y la empatía.

- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE).**

Se basa en incentivar la capacidad de desarrollar y analizar situaciones, valorando los factores que han incidido en ellos y las consecuencias que pueden tener.

### 3.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación suponen un referente en cuanto aquello que se pretende valorar y los logros que se deben conseguir una vez finalizada la unidad. Del mismo modo, deben servir para diseñar las estrategias de aprendizaje, atendiendo a las distintas necesidades.

Se corresponden con los bloques de contenidos, y se definen de acuerdo a lo establecido en el Decreto 87/2015, de 5 de junio. A continuación, se muestran cada uno de ellos asociados a las competencias clave que desempeñan.

- **BL.6.6.** Diseñar experiencias que pongan de manifiesto el movimiento armónico simple (M.A.S.) para determinar las magnitudes involucradas, interpretando el significado físico de los parámetros que aparecen en sus ecuaciones y aplicar estas ecuaciones para determinar las magnitudes características, realizando e interpretando representaciones gráficas. CMCT/SIEE/CAA.
- **BL.7.2.** Determinar experimentalmente la constante elástica de un resorte aplicando la ley de Hooke y calcular la frecuencia de oscilación de un movimiento armónico simple (M.A.S.) relacionándola con el desplazamiento. CAA/SIEE/CCL/CMCT.

### 3.4. ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE

Los estándares de aprendizaje evaluables se establecen como especificaciones de los criterios de evaluación, permitiendo definir los resultados de aprendizaje. Para concretar lo que el alumnado debe saber, comprender y saber hacer de acuerdo con el MAS, se recurre al Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre.

Los estándares de aprendizaje correspondientes son los siguientes:

#### **Bloque 6: Cinemática.**

- 6.6.1. Diseña y describe experiencias que pongan de manifiesto el movimiento armónico simple (M.A.S) y determina las magnitudes involucradas.
- 6.6.2. Interpreta el significado físico de los parámetros que aparecen en la ecuación del movimiento armónico simple.
- 6.6.3. Predice la posición de un oscilador armónico simple conociendo la amplitud, la frecuencia, el período y la fase inicial.
- 6.6.4. Obtiene la posición, velocidad y aceleración en un movimiento armónico simple aplicando las ecuaciones que lo describen.
- 6.6.5. Analiza el comportamiento de la velocidad y de la aceleración de un movimiento armónico simple en función de la elongación.
- 6.6.6. Representa gráficamente la posición, la velocidad y la aceleración del movimiento armónico simple (M.A.S.) en función del tiempo comprobando su periodicidad.

### Bloque 7: Dinámica

- 7.2.1. 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.
- 7.2.2. Demuestra que la aceleración de un movimiento armónico simple (M.A.S.) es proporcional al desplazamiento utilizando la ecuación fundamental de la Dinámica.
- 7.2.3. Estima el valor de la gravedad haciendo un estudio del movimiento del péndulo simple.

### 3.5. ELEMENTOS TRANSVERSALES

Los elementos transversales específicos que se pretenden llevar a cabo se encuentran establecidos en el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre.

Concretamente se fomentará un uso adecuado de los materiales, así como el respeto de las normas de seguridad dentro del laboratorio. Se utilizarán medidas para la inadecuada utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Y, por último, se fomenta el espíritu emprendedor y de colaboración a partir de la creatividad, la autonomía, la iniciativa, el trabajo en equipo, la confianza en uno mismo y el sentido crítico.

### 3.6. METODOLOGÍAS APLICADAS

En la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, habitualmente predomina el uso de metodologías tradicionales, basándose en un aprendizaje individualizado donde las clases magistrales se utilizan para explicar fundamentos teóricos o resolver ejercicios cerrados. El desarrollo de las clases se planifica desde el principio de curso, y en muchas ocasiones, sin conocer a los alumnos y alumnas hacia las que van destinadas.

De acuerdo a la materia en la que está sumido este trabajo, el profesorado sigue utilizando la metodología tradicional en física haciendo demasiado énfasis en explicar las propiedades de forma matemática y dejando de lado el aprendizaje conceptual (Flores, Trejo y Trejo, 2003), fomentando así un aprendizaje memorístico.

Uno de los puntos que se pretende conseguir mediante el cambio de metodología, es sustituir ese aprendizaje memorístico por un aprendizaje significativo. Para conseguir este aprendizaje significativo, existen investigaciones que sugieren estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo (Traver y García, 2007). Con este tipo de aprendizaje se pretende promover la motivación por parte de los alumnos, así como su propio rendimiento.

El **aprendizaje cooperativo** se resume como: “El uso didáctico de grupos reducidos de alumnos y alumnas (generalmente, de cuatro o cinco) que trabajan en clase en equipos, con el fin de aprovechar la interacción entre ellos mismos y aprender los contenidos

curriculares cada uno hasta el máximo de sus capacidades, y aprender, a la vez, a trabajar en equipo". (Pujolàs, P., 2008:14)

Éste se consigue cuando los estudiantes colaboran unos con otros para llegar a unas metas. En estos casos surgen entre los individuos desacuerdos, esto hace que se observen diferentes perspectivas y se llegue a un acuerdo (Johnson y Johnson, 1999).

Según Johnson et al. (2006), el aprendizaje cooperativo comprende tres grupos de aprendizaje:

- Grupos informales: operan juntos durante unos pocos minutos hasta una hora de clase.
- Grupos formales: funcionan durante un periodo que va de una hora a varias semanas de clase.
- Grupos de base cooperativos: funcionamiento a largo plazo, por lo menos de casi medio año.

Para el diseño del presente material didáctico, se han llevado a cabo técnicas de aprendizaje cooperativo informal. Se pretende que los alumnos y alumnas se encuentren en un entorno donde deban trabajar de manera cooperativa, donde no sólo importa el logro personal, sino que deben interactuar unos con otros para alcanzar los objetivos.

Según Johnson et al. (2006), los grupos informales "le sirven al maestro para asegurarse de que los alumnos efectúen el trabajo intelectual de organizar, explicar, resumir e integrar el material a las estructuras conceptuales existentes durante las actividades de enseñanza directa".

Las técnicas de aprendizaje cooperativo informal se caracterizan por lo siguiente:

- Se trata de técnicas muy estructuradas donde los alumnos saben lo que deben hacer en cada momento.
- Las metas son muy concretas.
- Los procesos cognitivos están muy definidos.
- Debido a que la dinámica está muy estructurada, las destrezas cooperativas requieren un nivel bajo.
- Están diseñadas para grupos de trabajo pequeños.
- Son de corta duración.

Del mismo modo, los grupos informales pueden ser útiles en las siguientes situaciones:

- Actividades de enseñanza directa.
- Para centrar la atención de los alumnos en el material en cuestión.
- Promover un clima de aprendizaje propicio.
- Crear expectativas acerca del contenido de la clase.
- Asegurarse de que los alumnos procesen cognitivamente el material que se les está enseñando.

- Para dar cierre a una clase.

Otro de los objetivos del aprendizaje cooperativo es crear un ambiente de aprendizaje no competitivo. La cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes. Johnson et al. (2006).

Como se ha mencionado, estas técnicas están diseñadas para trabajar en grupos reducidos. Sin embargo, se tienen que tener varias consideraciones a la hora de formar los grupos de trabajo, ya que no siempre el trabajo en equipo puede dar buenos resultados. Si atendemos a la Figura 1, podemos observar que el rendimiento de los grupos de trabajo dependerá de cómo se encuentre estructurado.

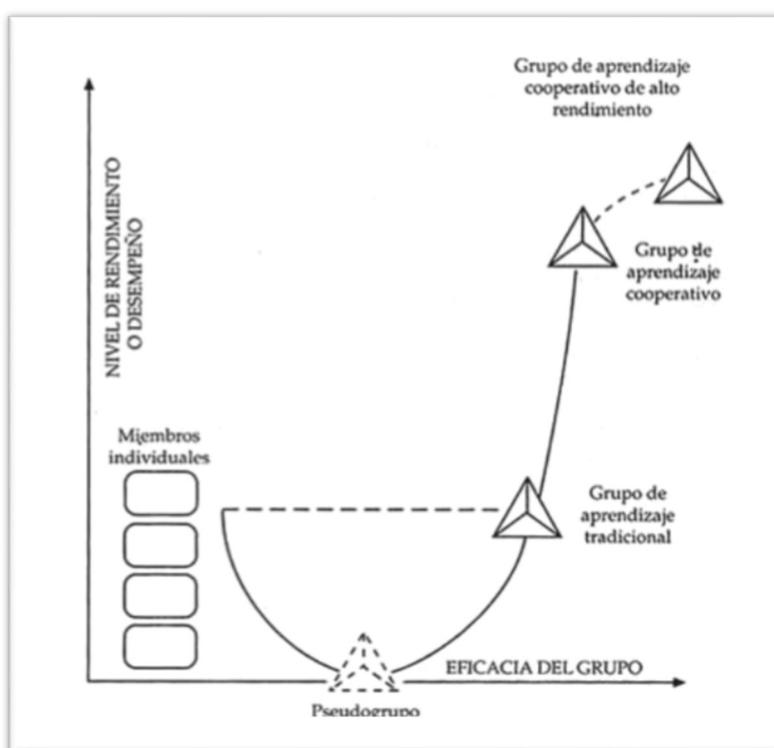


Figura 1. Rendimiento de los grupos de trabajo cooperativos. (Johnson, et al., 1999).

Para llevar a cabo un verdadero aprendizaje cooperativo se tiene que alcanzar el grupo de aprendizaje cooperativo de alto rendimiento. En este caso el nivel de compromiso por parte de los estudiantes para superar los objetivos propuestos en equipo es muy elevado, así como el nivel de disfrute de la experiencia.

Por este motivo, cuando se pretende trabajar por grupos cooperativos, es fundamental saber en qué nivel de la curva se encuentra cada uno de los grupos. Aquí tiene un papel muy importante el profesor, ya que, una vez diagnosticada la estructura del grupo, debe ser la guía para alcanzar el máximo nivel.

De este modo, el docente debe adoptar un enfoque de caja blanca para el trabajo en grupo, donde no sólo se centra en el resultado, es decir, en la calidad del trabajo conseguido por el grupo, sino que forma parte de cada uno de los grupos de trabajo cumpliendo la función de asesor. Por tanto, actúa como un miembro más.

A lo largo del tiempo se han desarrollado una gran variedad de técnicas de trabajo cooperativo informal. Para llevar a cabo el material didáctico, se han diseñado una serie de actividades donde se utilizan algunas de estas técnicas para aprender nuevos contenidos y reflexionar sobre lo que se está aprendiendo. Así como sesiones de resolución de ejercicios de forma cooperativa, y clases donde los alumnos tienen la misión de analizar e investigar.

En la Tabla 1 se muestran las técnicas utilizadas:

Técnica	Objetivo
Frase/Foto/vídeo	Aprender nuevos contenidos
Parada de tres minutos.	Reflexionar sobre lo que estamos aprendiendo.
Parejas cooperativas de toma de apuntes.	
Uno para todos.	Resolución de ejercicios
Grupos de ejercitación/revisión.	
Preparar la tarea.	Analizar e investigar
Parejas cooperativas de investigación.	
Cabezas juntas numeradas	Evaluar

Tabla 1. Técnicas de aprendizaje cooperativo informal.

Otra de las novedades que incluye este trabajo de acuerdo a lo establecido tradicionalmente, es la incorporación de un **cuaderno de trabajo**, que se encuentra en el Anexo IX. La idea de utilizar esta herramienta surge de la asignatura “SAP114. Aprendizaje y enseñanza de la Física y Química” del máster. Durante el desarrollo de la asignatura, se nos proporcionaron diversos materiales y recursos, sin embargo, el uso de un cuaderno de trabajo como complemento o alternativa del libro texto se considera de gran utilidad. Se trata de un material que proporciona el profesor, pero son los alumnos los que lo trabajan día a día.

En este cuaderno se recogen una serie de ejercicios correspondientes al tema en cuestión. Se trata de pequeños problemas que tendrán que resolver a lo largo de las sesiones, algunos de ellos en casa y otros en clase.

Del mismo modo, en el cuaderno se incorporan ejercicios o problemas tanto de repaso como de ampliación.

Los problemas de repaso corresponden a pequeñas cuestiones que sirven para reforzar lo estudiado, así como para aquellos alumnos que estén un poco más retrasados. Por el contrario, los problemas de ampliación presentan un mayor nivel de dificultad. Será para

aquellos estudiantes que dominen el tema. En ningún caso estos problemas tanto de repaso como de ampliación serán de carácter obligatorio, pero si pueden servir para mejorar la calificación final.

Para finalizar, la metodología seleccionada para llevar a cabo el proyecto, también cuenta con la integración de las nuevas tecnologías, con la finalidad de fomentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de una forma creativa. Además, los alumnos cuentan con una plataforma virtual de la asignatura donde se puede interactuar con ellos.

### 3.7. RECURSOS Y MATERIALES

El material didáctico está diseñado para realizar las actividades en el aula de clase o en el laboratorio.

El instituto cuenta con un laboratorio de Física donde se dispone de todo el material necesario para llevar a cabo las prácticas. Del mismo modo, también se pretende fomentar el uso de material cotidiano, para que los alumnos y alumnas puedan darse cuenta de que la física está al alcance de todos.

Como principal material para que los estudiantes lleven un seguimiento diario del tema, se utiliza el **cuaderno de trabajo**, donde tendrán que realizar los ejercicios pertinentes. Como se ha mencionado anteriormente, este cuaderno incorporará cuestiones para trabajar la diversidad, siendo estas pequeñas actividades de refuerzo o ampliación. El cuaderno de trabajo se puede encontrar en el Anexo IX.

Por otro lado, tenemos que considerar la utilización de las nuevas tecnologías. Los alumnos y alumnas harán uso de ellas integrándolas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunas de las actividades requieren de éstas para ser llevadas a cabo, como pueden ser hojas de cálculo, mientras que en otras servirán de medios para poder realizarlas. Recomendando un buen uso de estas herramientas para la búsqueda de información, así como la elaboración de algunas actividades.

Hoy en día, en internet hay una gran variedad de herramientas gratuitas para poder trabajar, en este caso, el MAS. Para ello, se pondrán en disposición de la clase una serie de **simulaciones en línea**, donde se pueden repasar de manera interactiva los conceptos estudiados, y así facilitar su comprensión. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de un simulador en línea.

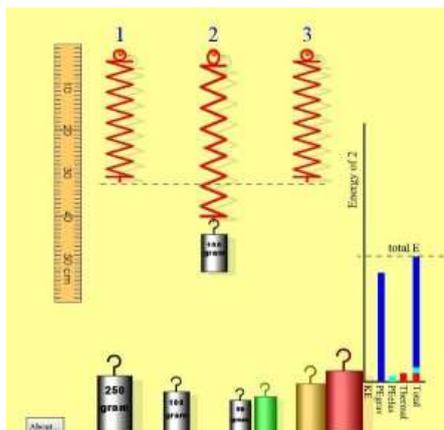


Figura 2. Ejemplo de simulador en línea.

<http://www.mentesliberadas.com.ar/2012/10/03/simulaciones-interactivas-de-fisica-online/>.

Por último, disponen de la plataforma **Moodle** de la asignatura, donde aparecen todos los miembros de la clase. Esta aula virtual sirve para difundir temas de interés, así como medio de resolución de dudas con la ayuda del profesor o de los propios compañeros.

## 4. ACTIVIDADES

En este apartado se muestran la serie de actividades propuestas para llevar a cabo el estudio del Movimiento Armónico Simple.

Cada actividad está diseñada para llevarse a cabo durante una sesión de 50 minutos de duración, a excepción de las prácticas de laboratorio o la resolución de problemas que tendrán lugar en dos sesiones. Del mismo modo, se realizarán en el aula o en el laboratorio.

Se parte con una actividad inicial con la que se pretende introducir a los alumnos y alumnas el estudio de dicho movimiento. Posteriormente, el resto de actividades se encuentran divididas de acuerdo con los dos bloques de contenidos. En la Tabla 2 se muestra el orden en el que se realizarán cada una de ellas.

SESIÓN	BLOQUE DE CONTENIDOS	ACTIVIDAD
1	Introducción al M.A.S.	Introducción al M.A.S.
2	Cinemática del M.A.S	Posición del M.A.S.
3		Velocidad y aceleración del M.A.S.
4 y 5		Resolución de problemas
6	Dinámica del M.A.S.	Introducción a la dinámica del M.A.S. Ley de Hooke.
7 y 8		Cálculo de la constante elástica de un muelle.
9		Resolución de problemas.
10 y 11		Galileo y el péndulo
12		Evaluación del péndulo simple.

Tabla 2. Orden cronológico de las sesiones.

A continuación, se presentan las distintas actividades en formato de ficha, atendiendo al material necesario, la metodología utilizada, su desarrollo y la forma en la que se van a evaluar.

**SESIÓN 1: INTRODUCCIÓN AL M.A.S.**

<b>ACTIVIDAD 1: INTRODUCCIÓN AL M.A.S.</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activar conocimientos previos.</li> <li>• Orientar hacia los contenidos que se van a trabajar.</li> <li>• Generar ideas nuevas a partir de otras.</li> <li>• Identificar el M.A.S, diferenciando sus características y sus componentes.</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• SIEE</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sesión (50 min)</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imágenes</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frase/Foto/Vídeo</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar una serie de imágenes donde aparecen diferentes ejemplos sobre cuerpos que realizan movimientos periódicos.</li> <li>2. Plantear una pregunta relacionada con las imágenes.</li> <li>3. Reflexión individual sobre la propuesta. Plasmar las principales ideas en un folio.</li> <li>4. Se forman pequeños grupos donde cada uno pone en común sus ideas, con el fin de llegar a un consenso entre todos y generar una respuesta.</li> <li>5. Puesta en común con el grupo clase. Cada uno de los grupos comparte sus ideas consensuadas.</li> <li>6. Tras la puesta en común, se orienta a los alumnos sobre lo que se va a estudiar. Y se introducen los conceptos de movimiento periódico, oscilatorio y vibratorio. Así como los conceptos de amplitud, periodo y frecuencia.</li> </ol> <p>En el Anexo I se recogen las diferentes imágenes que se pueden utilizar, así como las preguntas iniciales.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>Toma de notas en el registro anecdótico del profesor (Anexo V) de acuerdo a la participación de cada uno de los alumnos y alumnas.</p>	

**CINEMÁTICA DEL M.A.S**

Las siguientes actividades están relacionadas con el estudio de las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración de MAS, así como sus representaciones gráficas correspondientes.

**SESIÓN 2: CINEMÁTICA DEL M.A.S.**

<b>ACTIVIDAD 2: POSICIÓN DEL M.A.S.</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la ecuación de posición característica del M.A.S. y sus representaciones gráficas.</li> <li>• Desarrollar estrategias para la planificación del trabajo.</li> <li>• Fomentar el trabajo autónomo y la autorregulación.</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• SIEE</li> <li>• CMCT</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sesión (50 min)</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeo</li> <li>• Experimento del péndulo: cuerda, embudo, arena y cartulina.</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar la tarea.</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <p>Para comenzar se asocia el MAS al movimiento que realiza un muelle y un péndulo simple. En los primeros cinco minutos de la clase, se visualiza un experimento donde se puede observar el movimiento que realiza un muelle. El vídeo se puede encontrar en el siguiente enlace: <a href="https://youtu.be/W1qVW-Gvj7U">https://youtu.be/W1qVW-Gvj7U</a></p> <p>Una vez conocida la gráfica del movimiento de un muelle, se pasa al estudio del péndulo simple. Para ello se trabaja en grupos de cuatro personas, los cuales deben diseñar un experimento mediante el cual reproduzcan el movimiento del péndulo. El procedimiento es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sujeta un embudo (que puede ser el cuello de una botella) lleno de arena con una cuerda, y se simula el movimiento de un péndulo.</li> <li>• El conjunto de posiciones que describe se podrá conseguir si se pasa la cartulina por debajo del péndulo a la vez que fluye la arena.</li> </ul> <p>El experimento se puede ver en el siguiente enlace: <a href="https://youtu.be/6mleefTJc8c">https://youtu.be/6mleefTJc8c</a></p> <p>Tras realizar el experimento, los grupos por separado deben realizar una descripción de lo que están viendo, así como asociar el tipo de gráfica que se describe con las funciones seno y coseno.</p> <p>Las conclusiones obtenidas en pequeños grupos se pondrán en común con el grupo clase, eligiendo a un alumno de cada grupo al azar para que expliquen al resto el acuerdo al que han llegado.</p> <p>A partir de la práctica deben reconocer en las gráficas obtenidas los conceptos de amplitud, periodo y frecuencia.</p> <p>Para finalizar, se deducirá entre todos la ecuación característica que describe la posición del MAS.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>Toma de notas en el registro anecdótico del profesor (Anexo V) de acuerdo a la participación de cada uno de los alumnos y alumnas.</p>	

**SESIÓN 3: CINEMÁTICA DEL M.A.S.**

<b>ACTIVIDAD 3: VELOCIDAD Y ACELERACIÓN DEL M.A.S.</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las ecuaciones de velocidad y aceleración características del M.A.S.</li> <li>• Interpretar y realizar representaciones gráficas del movimiento.</li> <li>• Promover la comprensión de las explicaciones.</li> <li>• Identificar las ideas principales.</li> <li>• Favorecer el procesamiento de la información.</li> <li>• Resolver dudas y aclarar conceptos.</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CAA</li> <li>• CMCT</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sesión (50 min)</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase.</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta y boli.</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parada de tres minutos.</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <p>Una vez comprendida la ecuación de la posición del MAS se procede a explicar la ecuación de velocidad y aceleración.</p> <p>Para determinar dichas ecuaciones se realiza una clase expositiva. Los alumnos se distribuyen en grupos, y se hacen paradas de tres minutos donde deberán resumir brevemente entre ellos los conceptos explicados hasta el momento, así como formular preguntas en base a lo estudiado hasta ahora. Una vez formuladas las preguntas, cada grupo plantea las preguntas al resto.</p> <p>Se realizarán dos paradas de tres minutos, una tras explicar la ecuación de velocidad y la otra al finalizar la ecuación de la aceleración.</p> <p>Finalmente se pondrán en común las preguntas planteadas, y se resolverán entre todos. Como tarea deberán realizar un mapa conceptual con todos aquellos conceptos explicados.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>Toma de notas en el registro anecdótico del profesor (Anexo V).</p>	

**SESIÓN 4 y 5: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.**

<b>ACTIVIDAD 4: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber aplicar las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración características del M.A.S.</li> <li>• Responder preguntas, ejercicios y problemas.</li> <li>• Asegurar el procesamiento de la información.</li> <li>• Promover la ayuda y el apoyo entre alumnos.</li> <li>• Aclarar dudas y corregir errores.</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• CMCT</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos sesiones (50 min cada una)</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase.</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuaderno de trabajo.</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos de ejercitación/revisión.</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <p>Para poder realizar la actividad, previamente los alumnos habrán resuelto los problemas en su casa, de manera individual. Una vez en clase, se procederá a la resolución en grupo. En primer lugar, se trabaja por parejas, y tras llegar a un acuerdo, compartirán los resultados en pequeños grupos (de cuatro personas). Finalmente, se pondrá en común con toda la clase.</p> <p>El desarrollo es el siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proponer una serie de problemas relacionados con la cinemática del MAS. Estos problemas pertenecerán al cuaderno de trabajo que aparece en el Anexo IX.</li> <li>2. En primer lugar, como tarea a realizar en casa de manera individual, cada uno de los alumnos intenta resolver los problemas en cuestión.</li> <li>3. En clase, se agrupan por parejas, donde contrastan las respuestas y corrigen los posibles errores.</li> <li>4. Una vez llegan a un acuerdo, se reúnen en pequeño grupo. En este caso vuelven a poner en común las soluciones planteadas. Se trata de llegar a un consenso para obtener una respuesta.</li> <li>5. Una vez todos los grupos han llegado a una solución para cada uno de los problemas. Al azar, se escoge a un miembro de cada grupo que se encargará de resolver el problema en la pizarra y ponerlo en común con toda la clase.</li> </ol> <p>En la primera sesión se pondrán en común resultados, y en la segunda sesión se procederá a su resolución.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>Se realizará mediante la rúbrica de resolución de problemas que aparece en el Anexo VI. Para que el trabajo en grupo sea efectivo y todos trabajen de forma cooperativa, se evaluará al alumno de cada grupo, elegido al azar, que exponga los resultados.</p>	

**DINÁMICA DEL MAS**

Estas sesiones están relacionadas con la dinámica del MAS. En ellas se estudiarán las fuerzas elásticas, y las características del péndulo simple y la masa unida a un resorte vertical.

**SESIÓN 6: DINÁMICA DEL MAS**

<b>ACTIVIDAD 5: INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DEL M.A.S. LEY DE HOOKE</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar las fuerzas elásticas.</li> <li>• Promover la comprensión de las exposiciones.</li> <li>• Ejercitar la toma de apuntes.</li> <li>• Completar y corregir los apuntes.</li> <li>• Resolver dudas y aclarar conceptos.</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CMCT</li> <li>• SIEE</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sesión (50 min)</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase.</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta y boli.</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parejas cooperativas de toma de apuntes.</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <p>Se trata de una clase expositiva, donde los alumnos se organizan en parejas heterogéneas de toma de apuntes.</p> <p>El docente comienza a explicar el tema correspondiente, mientras tanto los alumnos toman nota de sus explicaciones. El objetivo es que anoten todo aquello que les permita aprender y repasar los contenidos tratados.</p> <p>Cada 10 o 15 minutos, la exposición se detiene para que los alumnos comparen sus notas, de forma que uno al otro se resuman sus apuntes.</p> <p>Cada uno de los alumnos debe completar sus apuntes con las aportaciones del compañero.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>Registro anecdótico del profesor (Anexo V)</p>	

**SESIÓN 7 y 8: DINÁMICA DEL MAS**

<b>ACTIVIDAD 6: CÁLCULO DE LA CONSTANTE ELÁSTICA DE UN MUELLE</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la dinámica del M.A.S. en un resorte vertical.</li> <li>• Calcular de forma experimental la constante elástica de un muelle.</li> <li>• Interiorizar destrezas, procedimientos, rutinas.</li> <li>• Analizar acciones y ordenar secuencias lógicas.</li> <li>• Aumentar el nivel de procesamiento de la información</li> <li>• Fomentar el uso de las TIC</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMCT</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• SIEE</li> <li>• CD</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material requerido en el guion de la práctica.</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos sesiones (50 min cada una)</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de laboratorio.</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <p>Se va a llevar a cabo una práctica de laboratorio donde se trabajará por parejas. La práctica propuesta se puede realizar a partir de dos métodos distintos, con lo cual, la mitad de la clase lo hará por el primer método y la otra mitad por el segundo. En el Anexo II aparecen los guiones de ambas prácticas.</p> <p>En la primera sesión, por parejas comienzan a realizar la práctica. Una vez terminada, deberán reflexionar sobre los resultados obtenidos.</p> <p>En la segunda sesión, las parejas que han realizado la misma práctica se reúnen para poner en común sus conclusiones.</p> <p>Tras el consenso, un portavoz de cada uno de los grupos, expondrá al resto de la clase los resultados obtenidos.</p> <p>Una vez los dos grupos hayan realizado sus exposiciones, con el grupo clase se llegará a un consenso final sobre los resultados obtenidos.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>De manera individual realizarán un informe de la práctica de laboratorio. En el Anexo VII aparece las rúbricas con las cuales se evaluará el trabajo en el laboratorio y os informes de la práctica.</p>	

**SESIÓN 9. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

<b>ACTIVIDAD 7: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	
<b>OBJETIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las ecuaciones características de la dinámica del M.A.S</li> <li>• Responder preguntas, ejercicios y problemas.</li> <li>• Asegurar el procesamiento de la información.</li> <li>• Promover la ayuda y el apoyo entre alumnos.</li> <li>• Aclarar dudas y corregir errores.</li> </ul>	<b>COMPETENCIAS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• CMCT</li> </ul>
<b>TEMPORALIZACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sesión (50 min)</li> </ul>	<b>ESPACIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase</li> </ul>
<b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta</li> <li>• Boli</li> <li>• Calculadora</li> </ul>	
<b>METODOLOGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno para todos.</li> </ul>	
<b>DESARROLLO</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Proponer una serie de ejercicios relacionados con lo estudiado.</li> <li>2) Los alumnos se ponen en pequeños grupos para resolver conjuntamente los ejercicios. Dichos ejercicios se aparecen en el Anexo IX.</li> <li>3) Se comienza con el primer ejercicio donde entre todos deben llegar a un acuerdo para dar una respuesta, asegurándose que todos los miembros del grupo comprendan la forma de cómo hacerlo, siguiendo esta norma: "No se pasa al siguiente ejercicio hasta que todos hemos comprendido como realizar el anterior".</li> <li>4) Al finalizar, el profesor pide un cuaderno al azar de un miembro del equipo, quien explicará el proceso seguido en cada ejercicio. Entre todos se realizarán las correcciones pertinentes.</li> </ol>	
<b>EVALUACIÓN</b> <p>Se realizará mediante la rúbrica de resolución de problemas que aparece en el Anexo VI. Para que el trabajo en grupo sea efectivo y todos trabajen de forma cooperativa, se evaluará al alumno de cada grupo, elegido al azar, que exponga los resultados.</p>	

## SESIÓN 10 y 11: DINÁMICA DEL MAS

ACTIVIDAD 8 : GALILEO Y EL PÉNDULO	
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la dinámica del M.A.S. en el caso de un péndulo simple.</li> <li>• Identificar de forma experimental las variables de las que depende el movimiento del péndulo simple.</li> <li>• Calcular el valor de la gravedad de forma experimental.</li> <li>• Realizar hipótesis.</li> <li>• Diseñar y ejecutar planes de trabajo.</li> <li>• Utilizar diversas estrategias para organizar y elaborar la información.</li> <li>• Llegar a conclusiones y comunicarlas.</li> <li>• Promover la ayuda y apoyo mutuos.</li> </ul>	<p><b>COMPETENCIAS CLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• SIEE</li> </ul>
<p><b>TEMPORALIZACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos sesiones (50 min cada una)</li> </ul>	<p><b>ESPACIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase.</li> <li>• Laboratorio.</li> </ul>
<p><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecturas</li> <li>• Hilo</li> <li>• Bolas de distinta masa</li> <li>• Cronómetro</li> <li>• Soporte</li> </ul>	
<p><b>METODOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parejas cooperativas de investigación.</li> </ul>	
<p><b>DESARROLLO</b></p> <p>Se propone a los alumnos realizar un trabajo de investigación:</p> <p><b>FASE 1:</b> Plantear el tema.</p> <p>Se les entrega a los alumnos una lectura sobre “Galileo y el péndulo”. Las lecturas se encuentran en el Anexo III.</p> <p>Individualmente, realizan la lectura de los textos para, posteriormente poner en común las conclusiones extraídas por parejas.</p> <p><b>FASE 2:</b> Formulación de hipótesis.</p> <p>Tras la puesta en común, deben realizar una serie de hipótesis sobre las variables de las que puede depender el periodo de un péndulo.</p> <p><b>FASE 3:</b> Elegir y diseñar un plan.</p> <p>Elaboración de un plan de trabajo para comprobar las hipótesis planteadas, estableciendo la secuencia de acciones que se realizarán.</p> <p>Para poder llevar a cabo el plan, dispondrán del siguiente material: soporte, hilo, bolas de distinta masa y cronómetro.</p> <p>Una vez diseñado el plan, los dos miembros de la pareja deben comprenderlo totalmente.</p> <p><b>FASE 4:</b> Ejecución del plan (segunda sesión en el laboratorio)</p> <p>Desarrollar el plan elaborado.</p> <p><b>FASE 5:</b> Elaboración de las conclusiones.</p>	

Una vez realizado el trabajo, deberán plasmar las conclusiones a las que han podido llegar tras la realización del experimento.

**FASE 6:** Comprobar las hipótesis

Tras la obtención de las conclusiones, comprobar las hipótesis planteadas y descartar aquellas que no han sido válidas.

Finalmente, con el grupo clase el profesor deducirá de manera matemática la ecuación que describe el periodo de un péndulo.

**EVALUACIÓN**

Realización de un informe por parejas. En el anexo VII se muestran las rúbricas mediante las cuales se evaluará el trabajo en el laboratorio y el informe.

## SESIÓN 12: EVALUACIÓN PÉNDULO SIMPLE

ACTIVIDAD 9 : PÉNDULO SIMPLE	
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender las variables de las que depende el periodo de un oscilador armónico.</li> <li>• Saber aplicar las ecuaciones características de la dinámica del M.A.S.</li> <li>• Responder preguntas, ejercicios y problemas.</li> <li>• Activar conocimientos previos.</li> <li>• Asegurar el procesamiento de la información por parte de toda la clase.</li> <li>• Comprobar el grado de comprensión de los contenidos de manera rápida y ágil.</li> </ul>	<p><b>COMPETENCIAS CLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCL</li> <li>• CAA</li> <li>• CSC</li> <li>• SIEE</li> <li>• CMCT</li> </ul>
<p><b>TEMPORALIZACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sesión (50 min)</li> </ul>	<p><b>ESPACIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula de clase.</li> </ul>
<p><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel y boli.</li> </ul>	
<p><b>METODOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabezas juntas numeradas.</li> </ul>	
<p><b>DESARROLLO:</b></p> <p>Los alumnos se dividen en grupos formados por cuatro miembros y se numeran. Una vez agrupados, el profesor plantea una pregunta o pequeña cuestión numérica que cada uno de los grupos debe responder. Las preguntas se encuentran en el Anexo IV. En primer lugar, piensan la respuesta individualmente durante dos minutos y a continuación, realizan una puesta en común dentro de su grupo “juntando las cabezas”. Pasados unos minutos el profesor elige uno de los números y los alumnos de cada grupo que lo tienen, dan la respuesta de su equipo.</p>	
<p><b>EVALUACIÓN</b></p> <p>Registro anecdótico del profesor (Anexo V). Donde se apuntarán aquellas consideraciones acerca del trabajo que han realizado cada uno de los grupos.</p>	

## 5. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

La evaluación del proceso de aprendizaje será completa, distinguiendo tres momentos a la hora de evaluar:

**Evaluación inicial:** tiene como finalidad diagnosticar y valorar los conocimientos previos del alumnado antes de comenzar. Esto nos ayuda a planificar la base educativa en base a los mismos.

En este caso, la evaluación inicial se realizará mediante la observación directa y la toma de notas en el registro anecdótico del profesor (Anexo V). Tendrá lugar a partir de la primera actividad propuesta (Anexo I).

**Evaluación durante el proceso de aprendizaje:** permite realizar modificaciones y ajustes de acuerdo a las necesidades del alumnado. Siendo importante que ellos mismos detecten sus dificultades para poder comprenderlas y autorregularlas.

**Evaluación final:** valorar los resultados obtenidos a lo largo de todo el proceso. Se orienta a averiguar qué han aprendido y ver las diferencias entre el punto de partida y el final. Además, servirá para establecer propuestas de mejora.

Es importante que los alumnos aprendan a autorregularse, aprendiendo de sus propios errores. Según Sanmartí, generalmente el “error” se tiende a considerar en la escuela como algo negativo, algo que el alumnado aprende a ocultar para no ser penalizado. Sin embargo, el error es el punto de partida para aprender (Sanmartí, 2007).

Del mismo modo, mediante el trabajo cooperativo se procura que todos comprendan e interioricen los conocimientos, aprendiendo de los propios compañeros.

El objetivo de la evaluación es que todos los alumnos adquieran las competencias necesarias. Para llevar a cabo el proceso se hará uso de varios instrumentos de evaluación.

Por una parte, se utilizarán técnicas de observación mediante el uso de un **registro anecdótico** (Anexo V). En éste se anotará el trabajo diario de clase, recogiendo todas aquellas anécdotas que tienen lugar en el aula, como puede ser el comportamiento, participación o el grado de involucración por parte de los alumnos en cada una de las actividades propuestas.

Por otro lado, se llevará a cabo una **recogida de tareas**. El cuaderno de trabajo dará información sobre la consecución de las actividades realizadas a lo largo de las sesiones. Del mismo modo, mediante la realización de los informes o memorias de aquellas actividades que lo requieran, ayudarán a saber si las competencias pertinentes se han adquirido.

Por último, en algunas de las actividades se realizarán procesos de **coevaluación**, donde son los propios miembros del grupo los que evalúan su proceso de aprendizaje. De igual manera, se lleva cabo una **autoevaluación** donde cada uno de los alumnos reflexiona

sobre su propia trayectoria. La coevaluación y autoevaluación se recogen en el Anexo VIII.

Para poder cuantificar el trabajo de cada de los alumnos y alumnas se hará uso de distintas **rúbricas**. Mediante éstas se especifica claramente lo que se espera de cada estudiante y cuáles son los criterios con los que se van a calificar las distintas actividades. En todo momento, los alumnos dispondrán de ellas antes de realizar la actividad.

Los criterios de evaluación, de los cuales se ha hablado anteriormente, están relacionados con los contenidos y las competencias clave, tal y como establece el Anexo I de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

De forma tabulada (Tabla 3) se han resumido éstas relaciones, añadiendo los estándares de aprendizaje, así como los instrumentos de evaluación que se utilizarán en cada uno de los casos

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	Instrumentos de evaluación	Competencias clave
<b>BLOQUE 6: CINEMÁTICA</b>  Descripción del movimiento armónico simple (MAS).  Magnitudes y ecuaciones.  Representaciones gráficas.	BL.6.6. Diseñar experiencias que pongan de manifiesto el movimiento armónico simple (M.A.S.) para determinar las magnitudes involucradas, interpretando el significado físico de los parámetros que aparecen en sus ecuaciones y aplicar estas ecuaciones para determinar las magnitudes características, realizando e interpretando representaciones gráficas.	6.6.1. Diseña y describe experiencias que pongan de manifiesto el movimiento armónico simple (M.A.S) y determina las magnitudes involucradas.	Registro anecdótico	CMCT SIEE CAA
		6.6.2. Interpreta el significado físico de los parámetros que aparecen en la ecuación del movimiento armónico simple.		
		6.6.3. Predice la posición de un oscilador armónico simple conociendo la amplitud, la frecuencia, el período y la fase inicial.		
		6.6.4. Obtiene la posición, velocidad y aceleración en un movimiento armónico simple aplicando las ecuaciones que lo describen.	Rúbrica de resolución de problemas.	
		6.6.5. Analiza el comportamiento de la velocidad y de la aceleración de un movimiento armónico simple en función de la elongación.		
		6.6.6. Representa gráficamente la posición, la velocidad y la aceleración del movimiento armónico simple (M.A.S.) en función del tiempo comprobando su periodicidad.		
<b>BLOQUE 7: DINÁMICA</b>  Fuerzas elásticas. Ley de Hooke.  Dinámica del M.A.S.	BL.7.2. Determinar experimentalmente la constante elástica de un resorte aplicando la ley de Hooke y calcular la frecuencia de oscilación de un movimiento armónico simple (M.A.S.) relacionándola con el desplazamiento.	7.2.1. 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.	Informe	CAA SIEE CCL CMCT
		7.2.2. Demuestra que la aceleración de un movimiento armónico simple (M.A.S.) es proporcional al desplazamiento utilizando la ecuación fundamental de la Dinámica.	Informe	
		7.2.3. Estima el valor de la gravedad haciendo un estudio del movimiento del péndulo simple.		

Tabla 3. Evaluación

## 6. CONCLUSIONES

Para la realización del contenido de este trabajo dedicado al diseño de material didáctico, se ha tenido en cuenta la propuesta de realizar un cambio a la hora de impartir la unidad que nos concierne: el Movimiento Armónico Simple. Para ello se han introducido técnicas de aprendizaje cooperativo informales.

Como se he mencionado a lo largo del trabajo, la elección de este tipo de metodología proviene de la necesidad de realizar un cambio a la hora de impartir las clases, utilizando nuevas técnicas, a partir de las cuales, el alumnado se sienta motivado con lo que va a estudiar. En este caso, la clase se organiza en grupos reducidos donde todos los alumnos y alumnas trabajan conjuntamente para optimizar su propio aprendizaje y el de los demás. Se requiere de una alta responsabilidad individual, donde cada uno de lo mejor de sí mismo, además de un trabajo cooperativo entre los miembros del grupo, tratando de mejorar las relaciones interpersonales.

También cabe destacar que, en este caso se ha decidido utilizar el aprendizaje cooperativo dentro de la asignatura de Física y Química, sin embargo, esta metodología es válida para cualquier ámbito, usándose cada vez más para organizar el día a día en las aulas. Las investigaciones realizadas en los últimos veinte años han identificado métodos de aprendizaje cooperativo que pueden usarse con eficacia en todos los grados y para enseñar todo tipo de contenidos, desde matemática hasta lengua o ciencias y desde habilidades elementales hasta resolución de problemas complejos (Slavin, 1999).

Por otra parte, resulta esencial hablar sobre la figura del docente, quien será el responsable de planificar el transcurso de las sesiones. Para ello, fijando unos objetivos previos, debe ser capaz de distribuir la clase y hacer uso de los recursos disponibles de la mejor forma posible, asegurándose de que el aprendizaje sea significativo y cada uno de los alumnos alcance de la mejor manera sus logros.

El docente forma parte del aprendizaje, tomando el rol de supervisor. Tiene que saber cómo ayudar a sus alumnos, y guiarles en todo momento para conseguir que alcancen los objetivos establecidos. Debe ser consciente del funcionamiento de los grupos en cada una de las actividades ya que, finalmente, ese trabajo diario debe ser evaluado.

Para finalizar, con el contenido del trabajo también se tiene en consideración la evaluación. Se pretende que los alumnos mejoren sus capacidades día a día, y para ello estarán dispuestos a un continuo proceso de evaluación. La superación de un examen final no es indicador de que hayan interiorizado de manera óptima la lección, sino que se debe conocer el trabajo diario del alumnado. De nuevo esto supone un mayor esfuerzo por parte del profesorado, sin embargo, es una forma de asegurarse de que el proceso de aprendizaje está siendo óptimo.

Por último, podemos destacar que el uso de un aprendizaje cooperativo no es una tarea fácil. Se deben tener muchos aspectos en consideración, y el trabajo del docente requiere de un mayor esfuerzo, sin embargo, puede resultar muy gratificante.

“Implementar el aprendizaje cooperativo en el aula exige esfuerzo y disciplina. No es fácil. Pero vale la pena.”(Johnson et al., 1999).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Arévalo, H., Ladino, N., Ortiz, C.I. y Suárez, G. (2008). Resolución de problemas a través de la argumentación. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>

Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 10 de junio de 2015, núm. 7544. 1145p.

Fidalgo, A. (2007). Metodologías Educativas. Innovación Educativa. Recuperado de <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2007/10/08/metodologias-educativas/>

Flores, S., Trejo, A., y Trejo, L. (2003). ¿Cómo Mejorar el Proceso Enseñanza – Aprendizaje Mediante la Evaluación – Regulación?: el Caso de la Termodinámica. Memorias de las Terceras Jornadas Internacionales de la Enseñanza Universitaria de la Química, Argentina, 1-8, octubre.

Gil Molina, P. (2015). Percepciones hacia el aprendizaje cooperativo del alumnado del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria. REDU – Revista de Docencia Universitaria, 13(3), 125-146. Publicado en [www.red-u.net](http://www.red-u.net).

Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Holubec, E.J. (2006 1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Barcelona: Paidós. ISBN 950122144X

Oliva, J.M., Acebo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias, 2(2), 241–250.

Pintrich, P. R., Schunk, D. H., & Limón Luque, M. (2006). Motivación en contextos educativos: Teoría, investigación y aplicaciones. Prentice Hall.

Pujolàs, P. (2008): 9 ideas clave. El aprendizaje cooperativo. Col. Ideas clave. 1ª ed. Graó, Barcelona. 366p. ISBN: 9788478276745.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 3, de 3 de enero de 2015, pp.169-546.

Sanmartí, N. (2007): 10 ideas clave. Evaluar para aprender. Col. Ideas clave, 1ª ed. Graó, Barcelona. 142p. ISBN: 978847827473.

Slavin, R. (1999) Grupo de estudio sobre Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica.

Solbes, J. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 117, 91–117.

Solbes J., Lozano, O., & García, R. (2009). Análisis dl uso de la ciencia recreativa en la enseñanza de materia científicas y técnicas en Educación secundaria.

Traver, J. A. y García López, R. (2007). Construcción de un cuestionario-escala sobre actitud del profesorado frente a la innovación educativa mediante técnicas de trabajo cooperativo (CAPIC). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9 (1). Consultado el 02 de noviembre de 2017 en: <http://redie.uabc.mx/vol.9no1/contenido-traver.html>

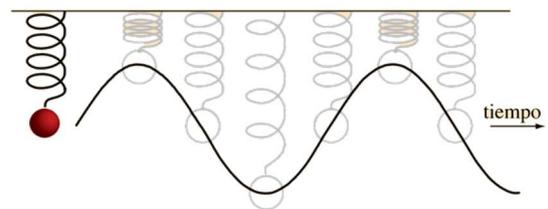
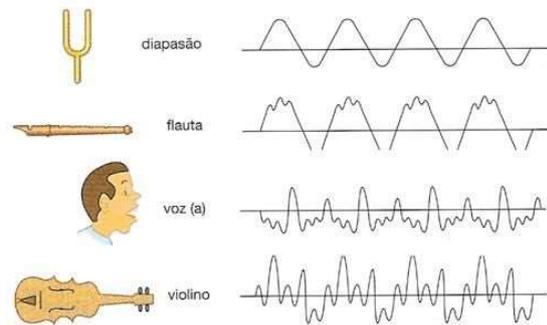
Zabala, A. y L. Arnau (2007): 11 Ideas clave: Como aprender y enseñar competencias. Col. Ideas clave. 3ª ed. Graó, Barcelona. 226p. ISBN: 9788478275007.

## ANEXOS

### Anexo I.

#### Actividad 1: Introducción al M.A.S

Para introducir el movimiento armónico simple se pretende hacer que los alumnos asocien este tipo de movimiento con ejemplos de la vida real. Para ello se les presentan fotografías de la vida cotidiana. Algunas de las imágenes que se pueden mostrar a los alumnos con la finalidad de introducir el tema a tratar son las siguientes.



Fuente:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/shm2.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=bpGHO2R0rHQ>

<http://download.com.d0t.ru/?q=tipos+de+ondas+sonoras+y+ejemplos>

<http://experimentofisicaescolar.blogspot.com.es/2013/12/pendulo-simple.html>

<https://fafisica111.wikispaces.com/MOVIMIENTO+OSCILATORIO>

Preguntas iniciales:

- ¿Qué tipo de movimiento tienen en común los cuerpos de las imágenes?
- ¿Qué características tiene dicho movimiento?
- Se pueden dar diferencias entre los movimientos de las imágenes.

## Anexo II

### Actividad 6: Cálculo de la constante elástica de un muelle.

A continuación, se exponen los guiones de la práctica de laboratorio correspondientes a la Actividad 7.

### CÁLCULO DE LA CONSTANTE ELÁSTICA DE UN MUELLE. MÉTODO ESTÁTICO

#### 1. OBJETIVOS

Determinar la constante elástica de un muelle por el método estático. y por el dinámico.  $\frac{3}{4}$   
Determinar la masa efectiva del muelle en el movimiento.  $\frac{3}{4}$  Determinar la masa de un sólido problema, a partir de las relaciones obtenidas.

#### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Según la Ley de Hooke, en los cuerpos con elasticidad lineal, las deformaciones son proporcionales a las fuerzas que las producen. De forma que:

$$F = -k \cdot \Delta x$$

Donde:

$k$ : corresponde a la constante elástica del muelle.

$\Delta x$ : es la deformación del muelle, que se puede obtener a partir de la diferencia entre la longitud del muelle deformado y la longitud natural de éste.

$$\Delta x = l - l_0 \quad (m)$$

A partir de la ecuación de la aceleración del MAS, se obtiene la frecuencia angular del oscilador, de manera que:

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (rad/s)$$

Esta frecuencia angular se relaciona con el periodo de la siguiente forma:

$$w = \frac{2\pi}{T} ; \quad T = \frac{2\pi}{w}$$

Si combinamos las dos ecuaciones, se obtiene el periodo de un oscilador armónico, donde se comprueba que dependerá de la masa y la constante elástica. La frecuencia será la inversa del periodo:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ (s)}; \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

### 3. MATERIAL Y MONTAJE EXPERIMENTAL

- Muelle
- Soporte
- Juego de pesas de distintas masas.
- Regla
- Báscula

El montaje experimental consta de un muelle unido a un soporte de forma vertical con las pesas situadas en la parte inferior del soporte.

### 4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Cuando se coloca una masa en el extremo inferior de un muelle, este se estira realizando una ligera oscilación. Como se trata de un experimento estático, se tiene que realizar cuando el muelle no se encuentra en movimiento.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Medir inicialmente la longitud del muelle, sin pesas.
2. Colocar distintas masas conocidas y medir en cada caso la longitud del muelle estirado. Para que sea un ensayo representativo, como mínimo se tienen que utilizar 8 masas diferentes. Para conocer las masas se utiliza la balanza.
3. Registrar de forma tabulada los datos obtenidos.

### 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez recogidos los datos, se calcula la fuerza y la deformación en cada uno de los casos, para ello sabemos que:

$$F = m \cdot g$$

$$\Delta x = l - l_0$$

Con los datos obtenidos se realiza la siguiente tabla:

m (kg)	F (N)	l (m)	$\Delta x$ (m)
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

A continuación, se representa gráficamente la fuerza en función de la deformación. Para ello se utiliza una hoja de cálculo. Una vez representado, a partir de la pendiente de la gráfica se obtiene la constante elástica del muelle.

## 6. CUESTIONES

- Una vez puestos los resultados en común, reflexiona sobre los valores de la constante elástica obtenidos a partir de los dos métodos.
- Demostrar que la aceleración del MAS es proporcional al desplazamiento.
- Tras realizar el experimento, razona como se podría utilizar un muelle vertical para determinar el valor de la aceleración de la gravedad.

## CÁLCULO DE LA CONSTANTE ELÁSTICA DE UN MUELLE. MÉTODO DINÁMICO

### 1. OBJETIVOS

- Determinar la constante elástica de un muelle por el método estático.
- Saber asociar la dinámica del MAS con la aceleración.

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Según la Ley de Hooke, en los cuerpos con elasticidad lineal, las deformaciones son proporcionales a las fuerzas que las producen. De forma que:

$$F = -k \cdot \Delta x$$

Donde:

$k$ : corresponde a la constante elástica del muelle.

$\Delta x$ : es la deformación del muelle, que se puede obtener a partir de la diferencia entre la longitud del muelle deformado y la longitud natural de éste.

$$\Delta x = l - l_0 \quad (m)$$

A partir de la ecuación de la aceleración del MAS, se obtiene la frecuencia angular del oscilador, de manera que:

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (rad/s)$$

Esta frecuencia angular se relaciona con el periodo de la siguiente forma:

$$w = \frac{2\pi}{T} ; \quad T = \frac{2\pi}{w}$$

Si combinamos las dos ecuaciones, se obtiene el periodo de un oscilador armónico, donde se comprueba que dependerá de la masa y la constante elástica. La frecuencia es la inversa del periodo.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (s); \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

### 3. MATERIAL Y MONTAJE EXPERIMENTAL

- Muelle
- Soporte
- Juego de pesas de distintas masas.
- Cronómetro
- Báscula

El montaje experimental consta de un muelle unido a un soporte de forma vertical con las pesas situadas en la parte inferior del soporte.

### 4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Cuando se coloca una masa en el extremo inferior de un muelle, este se estira realizando una ligera oscilación. Se trata de medir el periodo de dicha oscilación.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Colocar una masa conocida en la parte inferior del muelle, tirar suavemente de ella y calcular el tiempo que tarda en realizar 20 oscilaciones completas.
2. Repetir para distintas masas. Para que sea un ensayo más representativo, utilizar 8 masas distintas.  
Para conocer las masas se utiliza la balanza.
3. Registrar de forma tabulada los datos obtenidos.

### 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez recogidos los datos, se calcula el valor del periodo a partir del tiempo que tarda en realizar el muelle 20 oscilaciones.

A partir de la ecuación característica del periodo, podemos reordenarla de la siguiente forma, poniéndola en función de la masa.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad m = k \cdot \frac{T^2}{4\pi^2}$$

Con los datos obtenidos se realiza la siguiente tabla:

m (kg)	t (s)	T (s)	T <sup>2</sup> /4π <sup>2</sup>
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

A continuación, se representa gráficamente la masa en función de  $T^2/4\pi^2$ . Para ello se utiliza una hoja de cálculo. Una vez representado, a partir de la pendiente de la gráfica se obtiene la constante elástica del muelle.

## 7. CUESTIONES

- Una vez puestos los resultados en común, reflexiona sobre los valores de la constante elástica obtenidos a partir de los dos métodos.
- Demostrar que la aceleración del MAS es proporcional al desplazamiento.
- Tras realizar el experimento, razona como se podría utilizar un muelle vertical para determinar el valor de la aceleración de la gravedad.

Fuente:

<https://w3.ual.es/~mnavarro/Practica3.pdf>

<http://www.sociedadelainformacion.com/departfqtobarra/ondas/muelle/constante.htm>

## Anexo III

### Actividad 8: Galileo y el péndulo.

#### LECTURAS GALILEO Y EL PÉNDULO

#### “El primer experimento de Galileo Galilei”

Francisco Diaz Céspedes. Crítica. Cl. Artículo publicado el 02/02/2016

En una mañana, como todas, cuando Galileo iba a observar la Catedral de Pisa, un sacristán encendió la lámpara que colgaba de una cadena en la cúpula. Galileo observó que la lámpara, al ser empujada por el sacristán, adquiría un movimiento oscilatorio, y que fuera cual fuera la amplitud de su oscilación, siempre guardaba el mismo ritmo. Este hecho, le pareció que empleaba el mismo tiempo en ir de un extremo a otro, aunque la amplitud de oscilación decreciera. Lo que en las palabras del *Ensayador* (1623) Galileo reflexionaría lo siguiente:

*“Digo pues en cuanto concibo una materia o sustancia corpórea me siento arrastrado por la necesidad de concebir a la vez que ella está delimitada y configurada con tal o cual figura, que en relación a otras es grande o pequeña, que está en tal o cual lugar, en tal o cual momento, que se mueve o reposa, que toca o no toca a otro cuerpo, que es una, pocas o muchas; y por ningún esfuerzo de imaginación puedo separarla de estas condiciones.”(6)*

Frente a esto, el italiano decidió medir el tiempo de las oscilaciones, y como en aquella época no existían relojes capaces de medir períodos breves, tomó como medida las pulsaciones de su muñeca (acto de medicina). Comprobó que cada oscilación duraba el mismo número de pulsaciones; es decir, el mismo tiempo.

Ansioso por el descubrimiento se dirigió a su hogar para experimentar “n” veces el fenómeno. Con la ayuda de sus amigos y compañeros de estudio, amarró separadamente dos esferas con dos cuerdas exactamente iguales. Enseguida empujó cada una de ellas a una distancia diferente. Mientras observaba uno de los péndulos, un amigo miraba el otro, contando ambos las oscilaciones.

Así, comprobaron que los péndulos realizaban igual número de oscilaciones en el mismo tiempo. Las esferas de distinto peso, también oscilaban en el mismo intervalo de tiempo, siempre y cuando estuvieran amarradas a cuerdas de la misma longitud. No obstante, cuando la amplitud(7) es muy grande, el periodo del péndulo sí depende de ella. Este experimento tuvo por nombre “*Isocronismo*”(8). De modo que Galileo indicó las posibles aplicaciones de este fenómeno, en la medida del tiempo. Sin embargo, como el movimiento del péndulo depende de la gravedad, su periodo varía con la localización geográfica, puesto que la gravedad es más o menos intensa según la latitud y la altitud. Por ejemplo, el periodo de un péndulo será mayor en una montaña que a nivel del mar.

Es por ello, que un péndulo permite determinar con precisión la aceleración local de la gravedad. Así, la epísteme del científico comprendería que:

*“...si los sentidos no nos guiasen, el pensamiento o la imaginación por sí mismos probablemente no llegarían a ello jamás. Por lo que pienso...quisiéramos creer que también éstos son real y verdaderamente diversos de aquellos.”(9)*

Por ende, el descubrimiento de Galileo formuló: que el periodo de la oscilación de un péndulo es independiente de su amplitud (el arco del balanceo); es decir, el isocronismo del péndulo. Este descubrimiento tenía importantes aplicaciones para la medida de intervalos de tiempo. Más tarde, en el año 1602, explicó el isocronismo de péndulos largos en una carta a un amigo, y un año después a otro amigo, Santorio, un físico de Venecia, que comenzó a usar un péndulo corto, al que llamó “*pulsilogium*”, para medir el pulso cardiaco de sus pacientes. Por lo tanto, el estudio del péndulo fue el primer oscilador armónico orgánico que dató en este periodo (10).

### **“El péndulo de Galileo”**

Julio Santos-Cayado. Hoy Digital. Publicado 10 de diciembre 2012.

En “*Medición del Tiempo*” publicado en Areito mencionamos a Galileo Galilei, el sabio italiano del siglo XVII, cuya historia, en algunas de sus partes, especialmente el problema con la Iglesia Católica en cuanto a la traslación de la Tierra, es muy conocido. Galileo, sin embargo, tiene una historia amplia que comienza cuando estudiaba en Pisa, la universidad que todavía hoy se reputa como la mejor de Italia en Matemáticas. A ella se dice que solo acceden genios y cuyo catálogo de estudiantes que ha brillado universalmente.

Su padre, músico, quería que Galileo estudiara medicina, pero el hijo se inclinó por las ciencias físicas, en las que se destacó como el primer experimentalista y creador del método científico que sentó las bases para el desarrollo moderno de todas las ciencias. Perfeccionador del telescopio, investigador del plano inclinado, estudioso de la inercia y atracción de la gravedad que luego sirvió a Isaac Newton para su teoría de atracción universal.

Uno de sus discípulos en Pisa, Viviani, escribió, desaparecido Galileo, que sentado en la catedral de esa ciudad, su maestro observó una lámpara (chandelier) que oscilaba de un lado a otro, esto llamó su atención pues al parecer, cuenta la leyenda, que el tiempo que tardaba en hacer una oscilación, es decir, ir de un extremo a otro y volver, período, coincidía con los latidos de su corazón. El chandelier, colgaba de un alambre de la cúpula de la catedral y las velas con su apoyo constituían el peso que mantenía el alambre tirante.

Una vez en su taller, el gran péndulo de la catedral de Pisa se transformó en un alambre con una bola pesada en un extremo y colgada del techo por el otro. Como buen científico experimental, Galileo y sus alumnos llevaron a cabo miles de experimentos con péndulos de distintas longitudes, diferentes pesos, materiales variados y separados a diversos grados de la posición de equilibrio en el comienzo de movimiento.

El resultado de estos experimentos llevó a Galileo a concluir que el período del péndulo era constante, por tanto, no dependía de las diversidades citadas en el párrafo precedente. Si su período es invariable, Galileo pensó que era muy apropiado para construir un reloj, había descubierto una manera precisa de medir la unidad de tiempo, el segundo.

Hoy sabemos que la conclusión de Galileo no es del todo correcta; el período sí varía con la longitud del alambre y además con los grados de separación inicial de la posición de equilibrio de la primera oscilación. ¿Qué causó el error de este sabio? Fundamentalmente, dos factores: Primero, los discípulos medían el tiempo promedio de varias oscilaciones mediante un reloj de agua; segundo, los experimentos no tomaban en cuenta la fricción, resistencia, del aire al movimiento del péndulo. En todo caso, los relojes de péndulo constituyeron un avance en la precisión de las mediciones del tiempo, porque: cuando la oscilación es de 5 a 20 grados, el período es igual y los relojes se encerraban en bellos muebles de madera que los protegían, en cierto modo, del aire, el período es prácticamente constante.

Posteriormente, con equipos más sofisticados se determinó que el período depende de la longitud del alambre y de la aceleración de la gravedad del lugar donde se encuentre instalado el péndulo. En consecuencia, si mudamos un péndulo de Europa a Santo Domingo, tendremos que recalibrarlo. Para esto conviene saber que a mayor longitud de alambre, mayor período de la oscilación. Por tanto, si el péndulo está adelantando unos segundos o minutos, debemos alargar el alambre o bajar el peso mediante el tornillo de aproximación que traen los relojes; si atrasa, debemos reducir el alambre, es decir, subir el peso.

El efecto de la gravedad es contrario a la influencia de la longitud del alambre, mayor gravedad menor período, luego adelanto del reloj y lo contrario, menor gravedad mayor período, atraso del reloj. Entonces, un reloj en Europa, donde la gravedad es menor que en Santo Domingo, atrasa si tiene la misma longitud de alambre. Nótese, sin embargo, que, relativo a la gravedad,

no podemos hacer nada, por tanto, la calibración deberá circunscribirse a alargar o acortar la longitud del alambre.

El péndulo es lo más cercano al movimiento perpetuo que conocemos, solo la fricción del aire termina por detenerlo, así que, para mantenerlo en funcionamiento, es preciso comunicarle cierta cantidad de energía que venza esa resistencia, la fricción; habrán visto los lectores que los abuelos cada cierto tiempo a veces meses, daban cuerda al reloj. Modernamente, la energía necesaria se le da mediante electroimanes, por lo que vienen provistos de baterías que parecen durar toda la vida o los más grandes, como el de la sede de las Naciones Unidas en Nueva York, están provistos de electricidad en forma intermitente.

Textos extraídos de:

<http://hoy.com.do/el-pendolo-de-galileo/>

<http://critica.cl/historia-de-la-ciencia/el-primer-experimento-de-galileo-galilei>

## Anexo IV

### Actividad 9: El péndulo simple.

Preguntas “Cabezas juntas numeradas”

1. ¿Por qué las oscilaciones del péndulo han de ser de pequeña amplitud?
2. ¿Qué puedes concluir de la dependencia del periodo con respecto a la amplitud angular cuando éste es menor de  $10^\circ$ ? ¿Y en dependencia de la masa?
3. Experimentalmente se ha comprobado el valor de la aceleración de la gravedad, ¿qué sucedería se realizáramos el mismo experimento en la luna?
4. Un péndulo simple de 8 metros de longitud oscila con un período de 2 segundos. Si el período se duplica. ¿Cuál será la longitud del péndulo?
5. ¿Qué longitud debe tener un péndulo simple para que su frecuencia sea de 150 oscilaciones por minuto?

**Anexo V**

Mediante el registro anecdótico se realizará una recopilación de anécdotas que acontecen en clase. Se trata de una técnica de observación para evaluar aquellos procedimientos y actitudes que son fácilmente observables.

**HOJA DE REGISTRO ANECDÓTICO**

<b>ALUMNO:</b>	<b>CURSO:</b>
----------------	---------------

<b>FECHA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>

**Anexo VI**

Para evaluar aquellas actividades de resolución de problemas se utilizará la siguiente rúbrica cuantitativa.

**RÚBRICA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (ACTIVIDAD 4 y 7)**

Objetivos:

- Comprender e interpretar las ecuaciones características del MAS.
- Formular estrategias para la obtención de resultados.
- Aplicar las habilidades del proceso de resolución de problemas.
- Fomentar la participación en grupo potenciando sus capacidades de interactuar socialmente en la búsqueda de soluciones.

<b>RÚBRICA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>				
<b>CATEGORÍA</b>	<b>4 Excelente</b>	<b>3 Bien</b>	<b>2 Regular</b>	<b>1 Deficiente</b>
<b>Conceptos</b>	Demuestra completo entendimiento de los conceptos usados para la resolución de problemas.	Demuestra entendimiento sustancial de los conceptos usados para la resolución de problemas.	Demuestra algún entendimiento de los conceptos usados para la resolución de problemas.	Demuestra entendimiento muy limitado de los conceptos usados para la resolución de problemas.
<b>Estrategia Procedimientos</b>	Por lo general, usa una estrategia eficiente y efectiva para resolver los problemas	Por lo general, usa una estrategia efectiva para resolver los problemas.	Algunas veces usa una estrategia efectiva para resolver problemas.	Raramente usa una estrategia efectiva para resolver problemas.
<b>Comprobación</b>	El trabajo ha sido comprobado por los compañeros de clase y todas las rectificaciones apropiadas fueron hechas.	El trabajo ha sido comprobado por un compañero de clase y todas las rectificaciones apropiadas fueron hechas.	El trabajo ha sido comprobado por un compañero de clase, pero algunas rectificaciones no fueron hechas.	El trabajo no fue comprobado por compañeros de clase o no hubo rectificaciones.
<b>Resultados</b>	90-100% de los pasos y soluciones no tienen errores matemáticos.	70-80% de los pasos y soluciones no tienen errores matemáticos.	50-60% de los pasos y soluciones no tienen errores matemáticos.	40% de los pasos y soluciones tienen errores matemáticos.
<b>Contribución individual a la actividad</b>	El estudiante fue un participante activo, escuchando las sugerencias de sus compañeros y trabajando cooperativamente durante toda la lección.	El estudiante fue un participante activo, pero tuvo dificultad al escuchar las sugerencias de otros compañeros y al trabajar cooperativamente durante toda la lección.	El estudiante trabajó con sus compañeros pero necesitó motivación para mantenerse activo.	El estudiante no pudo trabajar efectivamente con sus compañeros.
<b>Conclusión</b>	Todos los problemas fueron resueltos.	Todos menos uno de los problemas fueron resueltos.	Todos menos dos de los problemas fueron resueltos.	Varios de los problemas no fueron resueltos.

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/4239924/Rubrica-Resolucion-de-problemas>

## **Anexo VII**

A partir de la rúbrica de práctica de laboratorio, se pretende evaluar el trabajo que realizan cada uno de los grupos dentro del laboratorio. Cada uno de los alumnos debe ser consciente de las normas que se deben acatar dentro de éste, con la finalidad de respetarlas.

Por otra parte, la rúbrica de informe de laboratorio servirá para evaluar el informe escrito que deberán realizar de cada una de las prácticas.

Fuente: stana3eso17-18.wikispaces.com/file/view/RÚBRICA.doc

RÚBRICA PRÁCTICA DE LABORATORIO				
ASPECTOS A EVALUAR	4 Excelente	3 Bien	2 Regular	1 Deficiente
<b>ACTITUDES</b>				
PRESENTACIÓN EN EL LABORATORIO	El equipo viste <b>ropa adecuada</b> y lleva el pelo recogido. Cumple estrictamente las <b>normas de laboratorio</b> .	No todos visten la ropa adecuada pero cumplen estrictamente con las normas.	No todos visten con ropa adecuada y no cumplen con algunas de las normas de laboratorio.	Ninguno viste adecuadamente y no cumplen con ninguna de las normas básicas de laboratorio.
COMPORTAMIENTO DEL EQUIPO DURANTE LA PRÁCTICA	El equipo muestra perfecto <b>orden</b> durante la práctica, <b>respeto</b> hacia sus profesores y sus compañeros, <b>cuidado</b> en el uso del <b>material de laboratorio</b> y <b>acata las instrucciones</b> del profesor.	El equipo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus profesores y sus compañeros, pero muestra descuido en el uso del material de laboratorio. Acata las instrucciones del profesor.	El equipo muestra bastante desorden durante la práctica, se les llama la atención por el comportamiento con sus compañeros pero finalmente, acata las instrucciones del profesor.	El equipo muestra absoluto desorden y descuido en el desarrollo de la práctica. Muestra falta de respeto por sus compañeros y, en ocasiones, no atiende las instrucciones del profesor.
<b>DESEMPEÑO DE LAS ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO</b>				
ORGANIZACIÓN Y LIMPIEZA DURANTE LA PRÁCTICA	El equipo muestra mucha <b>organización</b> durante la práctica, mantiene su área de trabajo <b>limpia</b> , las <b>responsabilidades</b> están bien <b>definidas</b> , conocen las actividades a desarrollar.	El equipo muestra bastante organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, pero se nota confusión en la asignación de responsabilidades. No conocen claramente las actividades a desarrollar.	El equipo muestra bastante organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, pero se nota confusión en la asignación de responsabilidades. No conocen claramente las actividades a desarrollar.	El equipo muestra desorganización durante la práctica, su área de trabajo está sucia, se nota confusión en las actividades y responsabilidades.
DESEMPEÑO DEL ALUMNO EN BASE A CONOCIMIENTOS DEMOSTRADOS	El equipo realiza perfectamente la <b>práctica</b> . Aplican los <b>conocimientos</b> adquiridos. Presenta <b>seguridad</b> en sus acciones.	El equipo realiza muy bien la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en los cálculos.	El equipo realiza la práctica con dificultad. Aplica los conocimientos adquiridos, pero con inseguridad. Presenta dificultades en la realización de los cálculos.	El equipo realiza la práctica con mucha dificultad. No sabe aplicar los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en la realización de los cálculos.
ENTREGA DE MATERIAL	El equipo deja <b>TODO</b> el <b>material limpio</b> , encima de un papel absorbente listo para volver a ser utilizado.	El equipo deja <b>TODO</b> el material ordenado encima de la mesa de trabajo. No limpia algunos instrumentos.	El equipo no deja <b>TODO</b> el encima de la mesa de trabajo. No limpia algún instrumento.	El equipo no deja el material con orden. No limpia y no recoge.

<b>RÚBRICA INFORME PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>				
<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>4 Excelente</b>	<b>3 Bien</b>	<b>2 Regular</b>	<b>1 Deficiente</b>
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS	Plantea, expone y explica de manera sintética y clara todos los objetivos propuestos, reconociendo potencialidades y limitaciones del trabajo a realizar.	. Plantea, expone y explica los objetivos propuestos, reconociendo potencialidades y limitaciones del trabajo a realizar.	Plantea, expone y explica de manera parcial los objetivos propuestos, no reconociendo potencialidades y limitaciones del trabajo a realizar.	Sólo plantea y expone objetivos.
FUNDAMENTO TEÓRICO	Reconoce y expone, de manera clara y sintética los conceptos teóricos en los cuales se sustentan los objetivos planteados y aquellos sobre los cuales se basa la experiencia práctica a realizar.	Reconoce y expone los conceptos teóricos en los cuales se sustentan los objetivos planteados y aquellos sobre los cuales se basa la experiencia práctica a realizar.	Reconoce y expone sólo algunos de los conceptos, presentando problemas en la comprensión y/o explicación de ellos.	No reconoce ni utiliza conceptos ni teorías en el trabajo a realizar.
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	Los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio son descritos y enumerados en forma clara y precisa; y éstos son los óptimos para lograr los objetivos y dar cuenta de la temática analizada.	Los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio son descritos y enumerados; y éstos son coherentes para lograr los objetivos y dar cuenta de la temática analizada.	Los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio se describen y enumeran.	No identifica, describe o enumera los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio.
MANEJO DE INSTRUMENTOS Y MATERIALES	Describe todos los elementos a utilizar. Optimiza y utiliza creativamente los recursos. El material utilizado es el necesario para abordar con claridad la problemática analizada.	Describe los elementos a utilizar, pero éstos no están utilizados de manera óptima o creativa. Faltan materiales para abordar con claridad la problemática analizada.	Existen deficiencias en el material presentado y en su modo de uso.	Describe y utiliza incorrectamente y/o de manera no óptima los elementos a utilizar. Faltan materiales para dar cuenta de la problemática a utilizar.
MANEJO DE DATOS EXPERIMENTALES	Presenta los datos obtenidos en forma ordenada a modo de tablas, figuras, diagramas, etc. Todos los datos obtenidos tienen alguna indicación y observación, y ésta es pertinente.	Presenta los datos obtenidos en forma ordenada a modo de tablas, figuras, diagramas, etc. No todos los datos obtenidos tienen alguna indicación y observación, o bien estas no son pertinentes.	Presenta los datos obtenidos en forma desordenada. No todos los datos son pertinentes.	No presenta datos, o bien éstos son inexactos y presentados de manera desordenada.

DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

ASPECTOS A EVALUAR	4 Excelente	3 Bien	2 Regular	1 Deficiente
ANÁLISIS DE DATOS Y/O MODELOS FÍSICOS	Utiliza y presenta de manera sintética, clara, y crítica ecuaciones, gráficos, y diagramas o figuras, las cuales dan cuenta de la problemática analizada. Se observa que existió un óptimo procesamiento de datos e información.	Utiliza y presenta ecuaciones, gráficos, y diagramas o figuras, las cuales dan cuenta de la problemática analizada. Se observa que existió un óptimo procesamiento de datos e información.	Utiliza y presenta de manera incompleta, inexacta o poco clara ecuaciones, gráficos, y diagramas o figuras, las cuales dan cuenta de la problemática analizada. Se observa un procesamiento parcial de datos e información.	No presenta ecuaciones, gráficos o figuras que dan cuenta de la problemática. No se observa procesamiento de datos o información.
CONCLUSIONES	Elabora conclusiones coherentes con la problemática analizada, objetivos, y caso práctico planteado.	Elabora conclusiones de manera aislada. No logra elaborar un todo coherente entre problemática, caso práctico analizado, y objetivos planteados.	Elabora conclusiones que no dan cuenta del fenómeno analizado.	No logra elaborar conclusiones.
JUICIO CRÍTICO	Explica y discute las fortalezas y debilidades de lo realizado, y sugiere la forma de mejorar las primeras y superar las últimas.	crítico Explica y discute las fortalezas y debilidades de lo realizado.	Explica y discute las fortalezas o las debilidades de lo realizado, pero no ambos.	No explica o discute las fortalezas o las debilidades de lo realizado.
MANEJO DE BIBLIOGRAFÍA	Utiliza bibliografía, y posee manejo de ella. Identifica las fuentes de información utilizadas.	Utiliza bibliografía, y posee manejo de ella. No identifica con claridad las fuentes de información utilizadas.	Utiliza bibliografía, pero desconoce las fuentes de información utilizadas.	No utiliza bibliografía.
TRABAJO EN EQUIPO	El grupo se observa afiatado, y poseen igual manejo de lo realizado.	El grupo se observa afiatado, pero no todos los integrantes poseen igual manejo de lo realizado.	El grupo no se observa afiatado, y no todos los integrantes poseen igual manejo de lo realizado.	Se observa la inexistencia de trabajo en equipo.

Fuente: [https://www.u-cursos.cl/fau/2011/2/GEO-102/1/material\\_docente/](https://www.u-cursos.cl/fau/2011/2/GEO-102/1/material_docente/)

**Anexo VIII**

A partir de las rúbricas de coevaluación y autoevaluación se pretende que los alumnos y alumnas evalúen su propio trabajo, tanto el realizado en grupo como el de uno mismo.

**COEVALUACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO**

NOMBRE DEL EVALUADOR: \_\_\_\_\_ GRUPO \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: En la primera columna del recuadro escribe el nombre de cada uno de tus compañeros de equipo sin incluir el tuyo. Asígnales en las columnas con numeración, una puntuación del 0 al 10 a cada uno de los aspectos a evaluar señalados abajo y al final justifica la puntuación asignada.

Aspectos a evaluar:

1. Su actitud fue de apoyo para la elaboración del trabajo.
2. Participó activamente en las diferentes actividades del equipo.
3. Cumplió con lo acordado.
4. Fue tolerante ante las ideas de otros y tomaba en cuenta sus opiniones.
5. Sus aportaciones las realizó pensando en el beneficio del equipo.

Compañero	Aspectos a evaluar					Justificación
	1	2	3	4	5	

**AUTOEVALUACIÓN**

Señala con una X a los siguientes cuestionamientos lo más sinceramente posible.

	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
¿Mostré entusiasmo en la participación de la actividad?		
¿Participé de manera activa en las diferentes actividades propuestas por el equipo?		
¿Realicé aportaciones que ayudaron al buen desempeño de mi equipo?		
¿Fui tolerante ante las ideas de mis compañeros?		

Mi calificación es de:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Fuente: <https://es.scribd.com/document/80031739/coevaluacion-TRAB-EQUIPO>

**Anexo IX**

El cuaderno de trabajo es uno de los recursos que se emplearán para el desarrollo de la unidad. En él se recogen los distintos ejercicios que deberán realizar los alumnos en casa o en clase. Además de ejercicios de refuerzo y ampliación.



# MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

## CUADERNO DE TRABAJO

NOMBRE:

CURSO:

Física y Química

1º Bachillerato

## **OBJETIVOS**

- **Comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos correspondientes al movimiento armónico simple.**
- **Identificar el movimiento armónico simple y realizar con él cálculos, ejercicios y problemas, diferenciando sus características y sus componentes.**
- **Interpretar y realizar representaciones gráficas del movimiento.**
- **Saber asociarlo a casos prácticos de la vida cotidiana.**
- **Estudiar las fuerzas elásticas y la dinámica del movimiento armónico simple.**

## 1. CINEMÁTICA DEL M.A.S

### **Lo que deberías saber:**

**Movimiento periódico:** aquel que se repite a intervalos iguales de tiempo, es decir, todas las magnitudes del movimiento toman el mismo valor cada cierto tiempo. Ejemplo: giro de la Tierra alrededor del Sol.

**Movimiento oscilatorio:** movimiento periódico que tiene lugar hacia un lado y otro de una posición de equilibrio. Ejemplo: un péndulo.

**Movimiento vibratorio:** movimiento oscilatorio con trayectoria rectilínea. Ejemplo: martillo perforador.

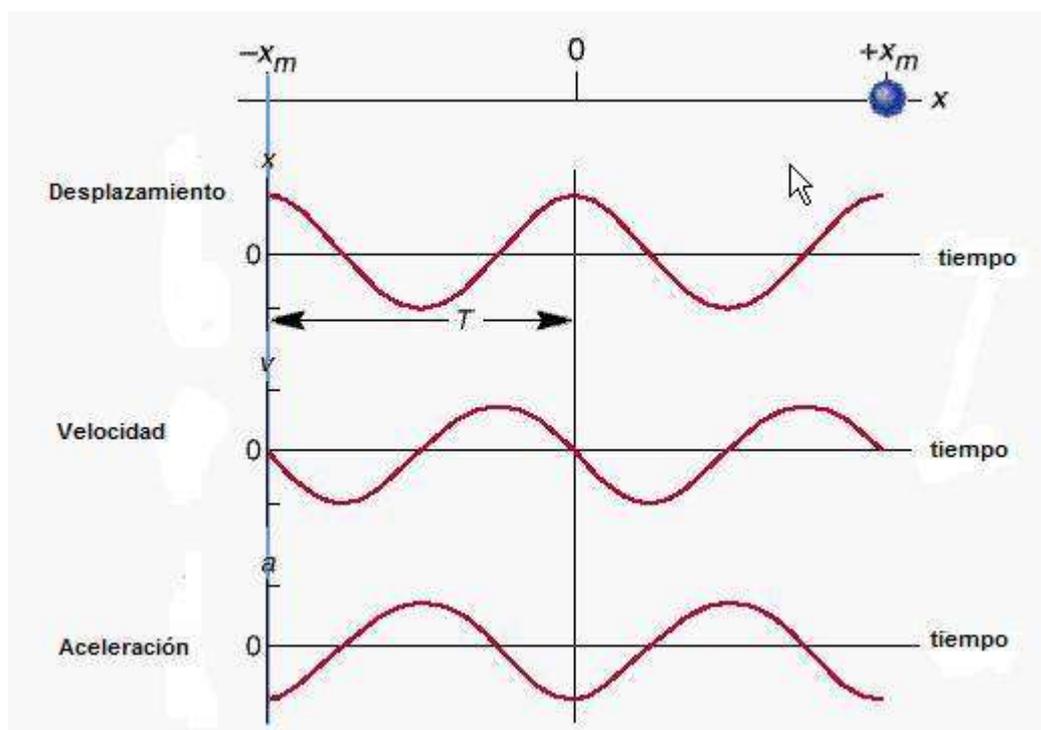
**Movimiento armónico simple:** movimiento oscilatorio, periódico y vibratorio que poseen los cuerpos que se mueven por acción de una "Fuerza restauradora". Dicha fuerza es directamente proporcional a la distancia que separa el cuerpo de la posición de equilibrio, y opuesta al sentido del movimiento.

### Magnitudes que caracterizan un M.A.S.

SÍMBOLO	NOMBRE	REPRESENTA	UNIDAD (SI)
$x,y$	Elongación	Distancia entre la posición de equilibrio y la que ocupa el móvil en cada instante.	m
$A$	Amplitud	Elongación máxima. Máxima separación de la posición de equilibrio	m
$T$	Periodo	Tiempo que tardan en repetirse las magnitudes cinemáticas de un movimiento periódico.	s
$f$	Frecuencia	Número de oscilaciones completas en 1 s. $f = \frac{1}{T}$	Hz ( $s^{-1}$ )
$\phi_0$	Fase inicial o desfase	Permite determinar la posición del móvil cuando comenzamos a estudiar su movimiento.	rad
$wt + \phi_0$	Fase	Ángulo de la función trigonométrica que nos permite calcular la posición del móvil en cualquier instante.	rad
$w$	Frecuencia angular (pulsación)	$w = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$	rad/s

## Ecuaciones y gráficas:

Ec. Posición	$x = A \cdot \text{sen}(w \cdot t + \Phi_0) \quad (m)$
Ec. Velocidad	$v = A \cdot w \cdot \cos(w \cdot t + \Phi_0) \quad (m/s)$ $v = \pm w \sqrt{A^2 - x^2} \quad (m/s)$
Ec. Aceleración	$a = -A \cdot w^2 \cdot \text{sen}(w \cdot t + \Phi_0) \quad (m/s^2)$ $a = -w^2 \cdot x \quad (m/s^2)$



**EJERCICIO 1.**

Una partícula sigue un movimiento armónico simple cuya ecuación es:

$$y = 5 \cdot \text{sen}(2\pi t + \pi/2) \text{ m}$$

Calcular:

- a) Amplitud, pulsación, periodo, frecuencia y desfase inicial.
- b) Posición inicial.
- c) Posición a los 3'5 segundos.

**EJERCICIO 2.**

Cierta partícula se mueve con un M.A.S, siendo su fase inicial  $\pi/4$  rad, su frecuencia 5 Hz y su amplitud 3 m. A partir de estos datos, calcular:

- a) Su periodo y pulsación.
- b) La ecuación de movimiento.
- c) La elongación a los 4 segundos.

### EJERCICIO 3

Un objeto pendido de un muelle sujeto al techo, se encuentra inicialmente en su posición máxima. En un momento dado, el muelle comienza a oscilar, realizando 30 oscilaciones en 5 segundos. Si la posición máxima es de 5 cm, calcula:

- a) La ecuación del movimiento del muelle.
- b) La posición del objeto transcurridos 10 segundos.
- c) El tiempo necesario para alcanzar la posición de equilibrio desde el máximo estiramiento.
- d) Realizar la gráfica posición-tiempo que describe el movimiento.

**RECORDATORIO:**

La ecuación de la velocidad del M.A.S se obtiene a partir de la derivada de la ecuación de la posición del M.A.S respecto del tiempo.

La ecuación de la aceleración del M.A.S se obtiene a partir de la derivada de la ecuación de la velocidad del M.A.S. respecto del tiempo.

**PRACTICA ESTO:**

Calcula las ecuaciones de velocidad y aceleración de los siguientes movimientos armónicos simples:

- a)  $y = 3 \cdot \text{sen}(\pi t + \pi/2)$
- b)  $y = 5 \cdot \text{cos}(2\pi t + \pi/4)$
- c)  $y = 4 \cdot \text{sen}(\pi t)$
- d)  $y = 6 \cdot \text{cos}(2\pi t + \pi)$

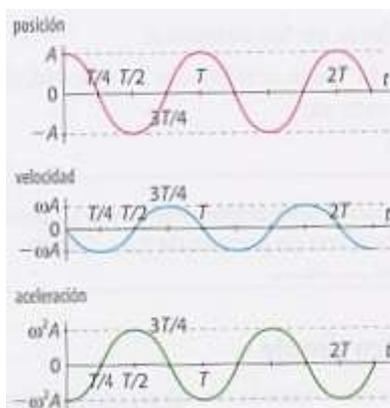
### EJERCICIO 4.

Rellenar la siguiente tabla resumen de la velocidad y aceleración del M.A.S.

Magnitud	Ecuación en función del tiempo	Ecuación en función de la posición	Condición de máximo	El máximo se da en
Velocidad				
Aceleración				

### EJERCICIO 5.

A partir de las siguientes figuras, rellena la tabla de valores cinemáticos del M.A.S.



Tiempo (t)	Fase ( $\omega t + \phi_0$ )	Elongación (x)	Velocidad (v)	Aceleración (a)
0				
T/4				
T/2				
3T/4				
T				

## EJERCICIO 6.

**AMPLIACIÓN.** Deducir la ecuación que representa la relación entre la velocidad y la posición.

### EJERCICIO 7.

Un cuerpo se encuentra sujeto al extremo de un muelle, lo estiramos una longitud de 4 cm y lo dejamos oscilar libremente, vibrando con una frecuencia de 2 Hz. Escribe las funciones que nos permiten conocer su elongación, velocidad y aceleración en función del tiempo, y realiza las funciones gráficas que nos permitan conocer lo que sucede en dos oscilaciones completas.

### EJERCICIO 8.

Una partícula vibra a lo largo de un segmento de 10 cm de longitud, siguiendo un movimiento armónico simple. En el instante inicial, la partícula tiene su máxima velocidad, que es de 20 cm/s. Determina:

- a) Las constantes de movimiento: amplitud, fase inicial, pulsación, frecuencia y periodo.
- b) Escribe las expresiones de la elongación, velocidad y aceleración en función del tiempo.
- c) Calcula la posición de la partícula, su velocidad y su aceleración en el instante  $t=1.75\pi$  s.

### EJERCICIO 9.

Tras terminar el colegio, unos niños se encuentran jugando en el parque. Uno de ellos, está subido en un columpio. Tras un rato de movimiento, se puede observar que, transcurridos 10 segundos, el niño va y vuelve 5 veces. Además de que la altura máxima que alcanza es de 0'5 metros. Si consideramos que la fase inicial es nula,

- a) ¿Cuál es la velocidad máxima que alcanza el niño en el columpio?
- b) ¿En qué posición alcanza esa velocidad máxima?
- c) ¿Cuál será el valor de la aceleración máxima?

## EJERCICIO 10.

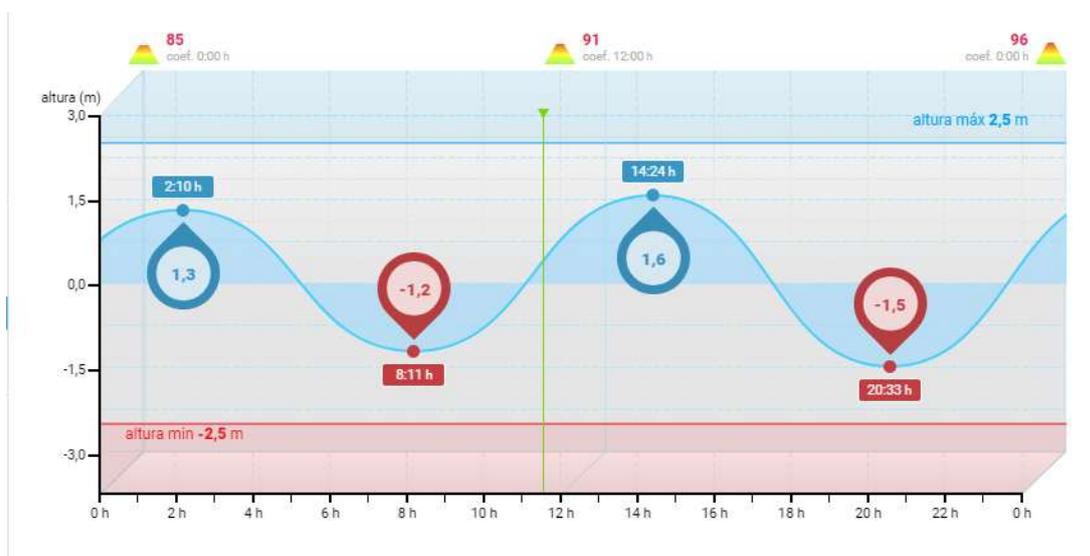
En nuestro día a día podemos encontrar una gran variedad de fenómenos naturales que describen el tipo de movimiento que estamos estudiando, y en las costas españolas podemos encontrar uno de ellos.

Uno de los factores influyentes en el sector de la pesca son las pleamares y bajamares que se producen a lo largo del día, siendo esta más abundante en el ascenso de la marea.

<http://www.tablademareas.com>

En este enlace podemos encontrar, a tiempo real, el transcurso de las mareas.

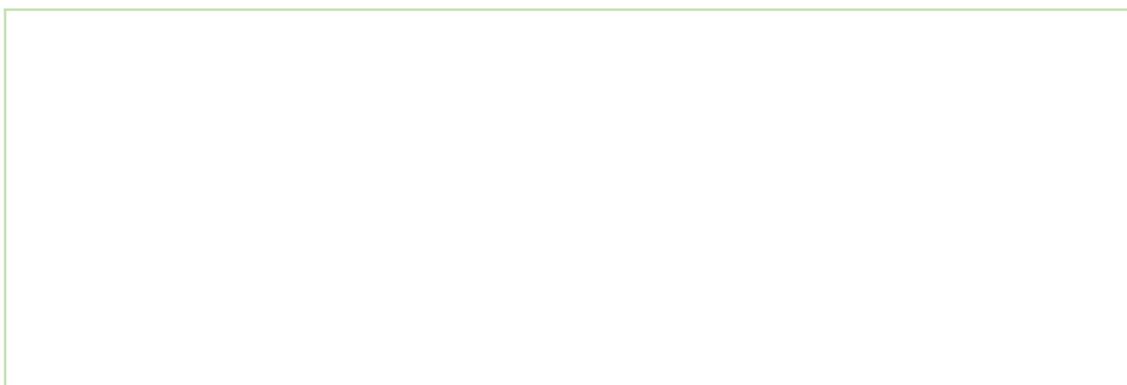
En la costa cantábrica, concretamente en Santander, la tabla de las mareas de hoy (01/11/2017) nos muestra la siguiente gráfica:

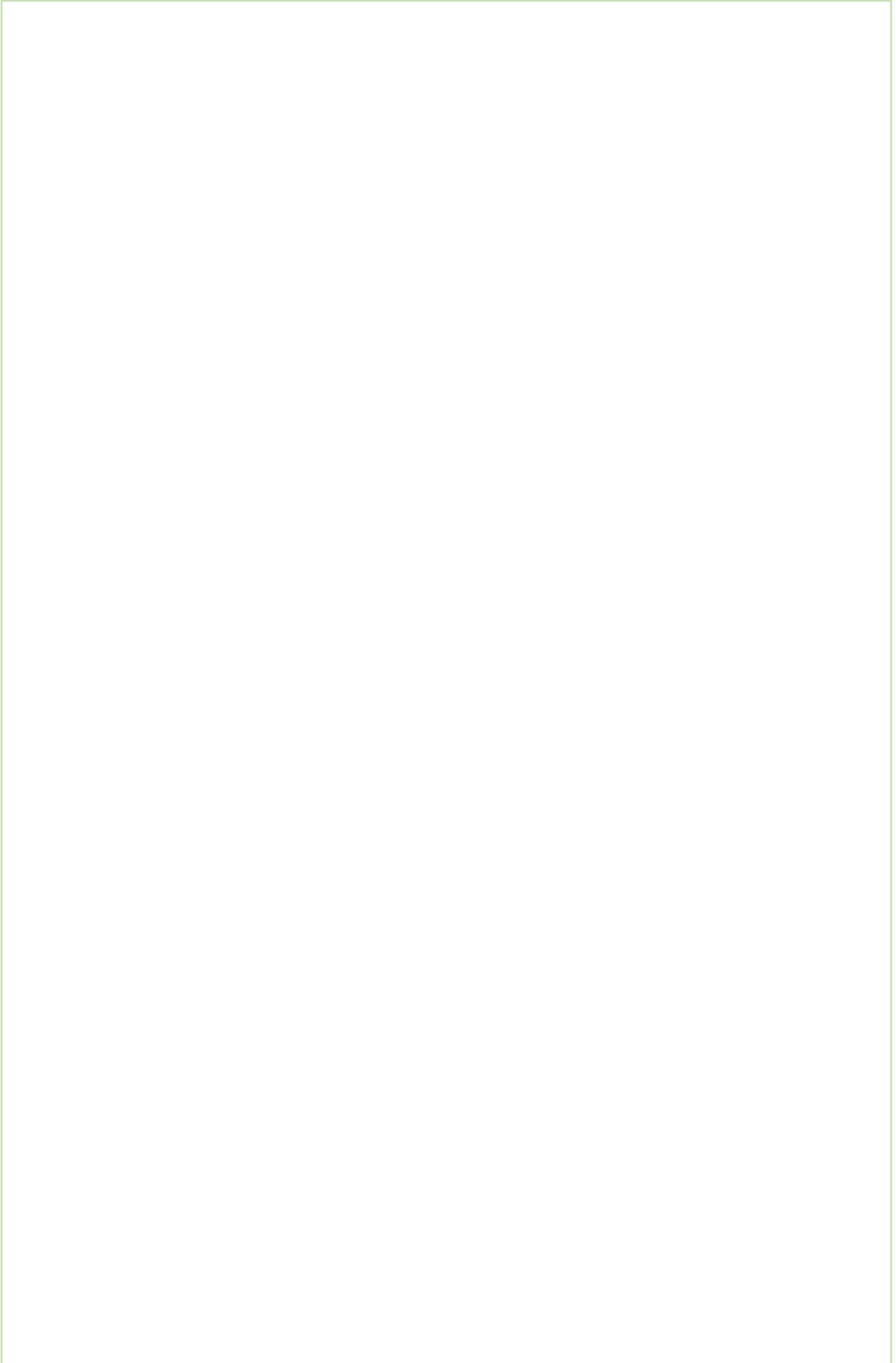


A partir de los datos extraídos de la gráfica, determina:

- La altura de la marea a las 14 h con respecto al nivel medio.
- La velocidad máxima que alcanza la marea cuando asciende.
- La aceleración máxima a la que está sometida el agua cuando asciende.
- La velocidad máxima a la que se desplazará el agua por una playa inclinada  $4^\circ$ .  
(AMPLIACIÓN)

Fuente de datos: <http://www.tablademareas.com/es/cantabria/santander>



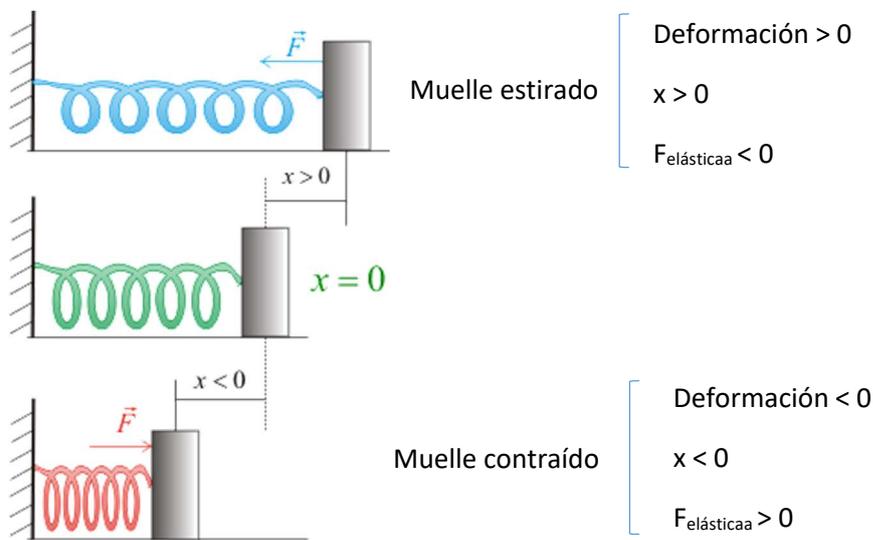


## 2. DINÁMICA DEL M.A.S.

### Lo que deberías saber...

Las fuerzas que producen un M.A.S. son las fuerzas elásticas que cumplen la ley de Hooke: "El valor de la fuerza recuperadora del resorte es proporcional a la elongación y de sentido contrario".

$$F = -k \cdot x$$



Segunda Ley de Newton de la dinámica:  $\Sigma F = m \cdot a$

$$F = -k \cdot x = m \cdot a$$

$$a = -\frac{k}{m} \cdot x$$

Comparado con la expresión de la aceleración de un M.A.S donde  $a = -w^2 \cdot x$ ; obtenemos:

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

**PERIODO DE UN OSCILADOR ARMÓNICO:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

**PERIODO DEL PÉNDULO SIMPLE:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

## EJERCICIO 11.

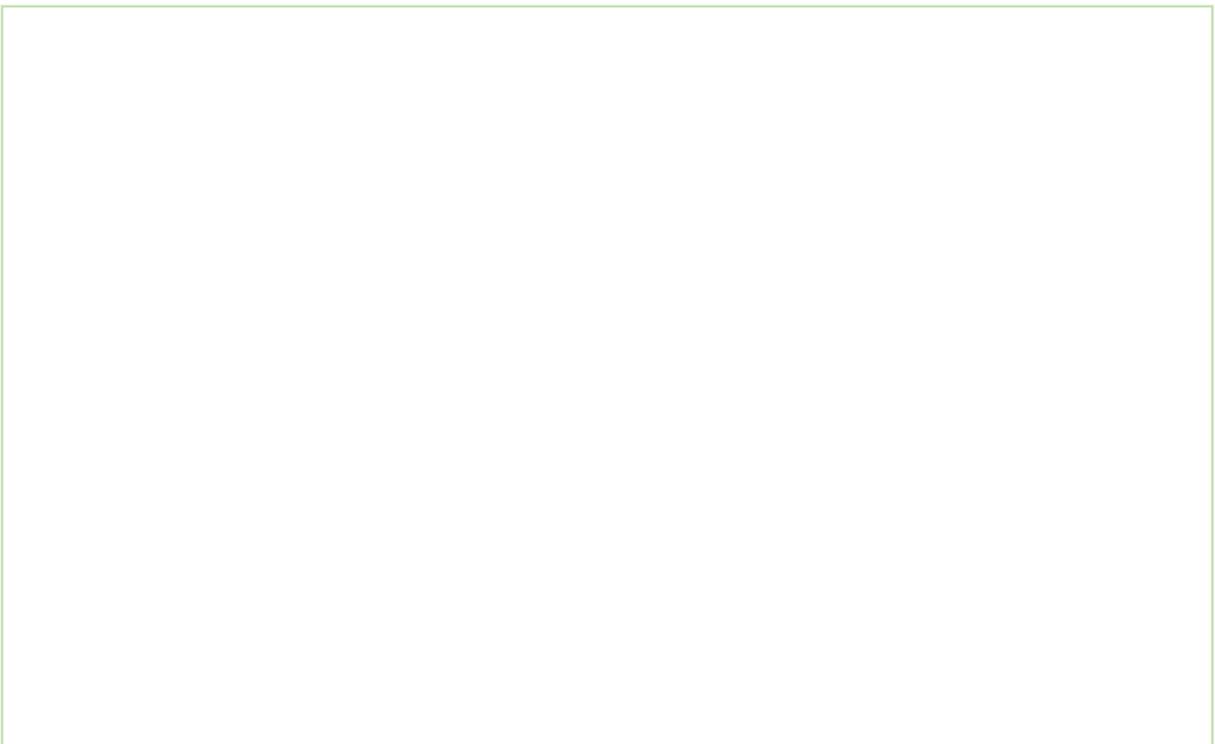
A partir de la ecuación anterior:

- a) ¿De qué depende la frecuencia angular y, por tanto, el periodo y la frecuencia?
- b) ¿Qué papel juega la amplitud?
- c) ¿Para qué valores serán más rápidas las oscilaciones?



## EJERCICIO 12.

Un niño cuelga un valioso jarrón chino de sus padres, de 5kg de masa, de un muelle anclado al techo con una constante elástica de 200N/m. El niño sujeta con la mano el jarrón en la posición en la que el muelle no está estirado, de manera que la base del muelle dista 50cm del suelo. A continuación, suelta el jarrón. ¿Se quedará la familia sin jarrón?



**EJERCICIO 13.**

Un muelle vertical tiene unid en su extremo inferior una masa de 0,1 kg. En un momento dado comienza a vibrar, con una velocidad máxima de 15 cm/s y un periodo de 0,5 segundos. Determina:

- a) La constante elástica del muelle.
- b) Frecuencia del movimiento de la masa.
- c) Fuerza máxima que ejerce el muelle sobre la masa. (AMPLIACIÓN)

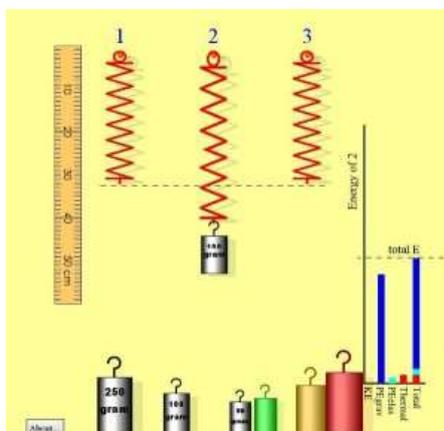
### EJERCICIO 14.

Un objeto de 0,2 kg se encuentra unido al extremo de un resorte. En su máxima elongación, se encuentra a 10 cm de la posición de equilibrio, y una vez comienza el movimiento realiza 10 oscilaciones en 5 segundos. Determina:

- a) La ecuación del movimiento considerando que la fase inicial es nula.
- b) La constante de elasticidad.
- c) Explicar cómo cambiarían las características del movimiento si:
  - a. Se sustituye el resorte por otro de constante elástica doble.
  - b. Se sustituye el objeto por otro de masa doble.

## EJERCICIO 15.

**REFUERZO.** Mediante el uso del siguiente simulador, profundizar en el estudio de la dinámica de un oscilador armónico y el péndulo simple.



<http://www.mentesliberadas.com.ar/2012/10/03/simulaciones-interactivas-de-fisica-online/>

En estos enlaces podrás obtener más simuladores virtuales para profundizar en el tema.

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/motion>

<http://www.educaplanet.com/games/dinamica>

**EJERCICIO 16.**

Del techo de una habitación cuelga un péndulo simple que realiza 50 oscilaciones completas en 200 segundos.

- a) Si la bolita que constituye el péndulo está situada a 20 cm del suelo, ¿qué altura tiene el techo?
- b) Si sustituimos la bolita por otra cuya masa es el doble, ¿cuántas oscilaciones completas realizará la bola en el mismo periodo de tiempo?
- c) ¿Qué longitud debe tener el hilo para realizar el doble de oscilaciones?

**EJERCICIO 17.**

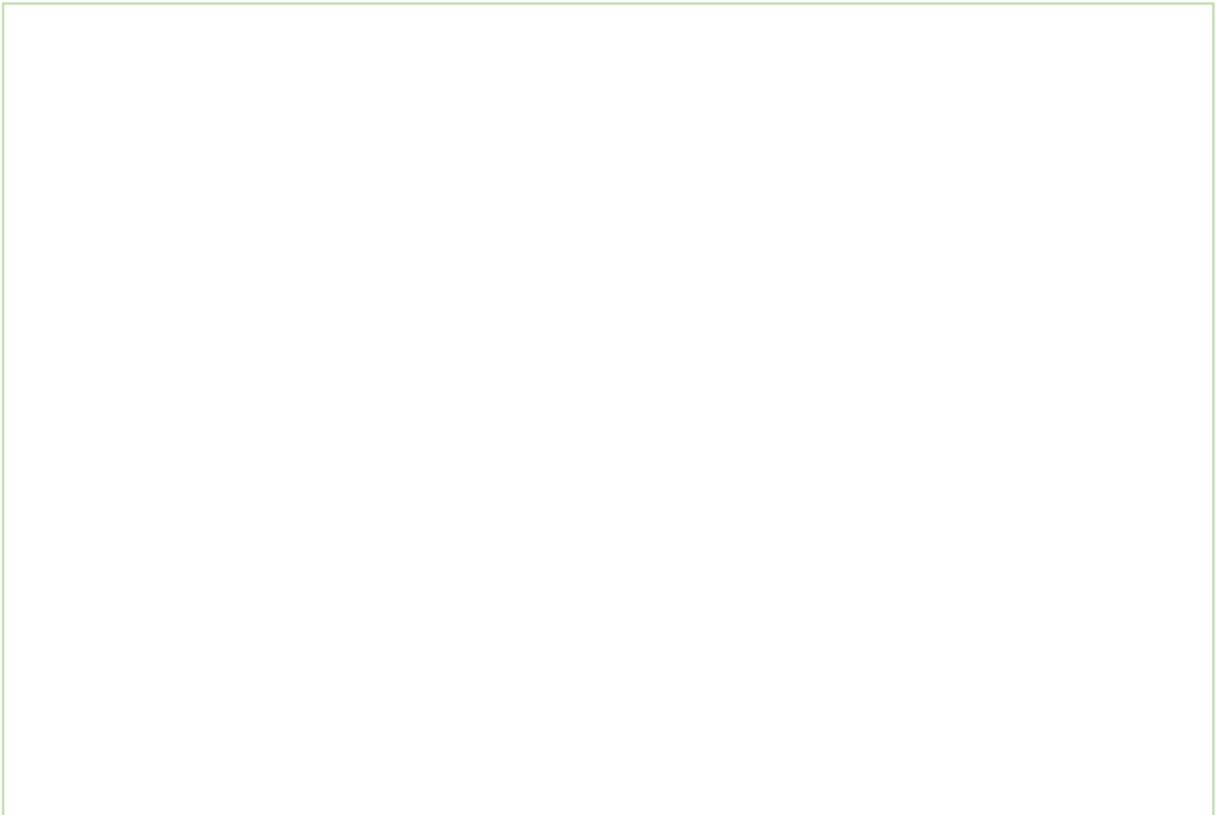
**AMPLIACIÓN.** Un primer péndulo simple ejecuta 20 oscilaciones en 4 segundos y un segundo péndulo simple 60 oscilaciones en 5 segundos. Si ambos péndulos se encuentran en el mismo lugar. ¿Cuál es la razón de la longitud del segundo respecto a la longitud del primero?

**EJERCICIO 18.**

**AMPLIACIÓN.** El periodo de oscilación de un péndulo simple es de 10 segundos. Si su longitud disminuye en un 10%, determinar su nuevo periodo.

**EJERCICIO 19.**

**AMPLIACIÓN** La frecuencia de un péndulo simple es de 6 Hertz, luego es llevado a la Luna, en donde la gravedad es la sexta parte que la tierra. ¿Cuál es el valor de la frecuencia en la Luna?



### 3. RECURSOS

---

- <http://profesor10demates.blogspot.com.es>
- [http://recursostic.es/eda/web/eda2009/newton/galicia/materiales/fernandez\\_antoni\\_o\\_p3/mas.pdf](http://recursostic.es/eda/web/eda2009/newton/galicia/materiales/fernandez_antoni_o_p3/mas.pdf)
- <http://www.tablademareas.com>
- <http://www.elortegui.org/ciencia/datos/1BACHFYQ/ejer/resueltos/Ejercicios%20mas%20con%20solucion.pdf>
- <https://sites.google.com/site/fisicacuantica11/>
- [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4250/4340/html/3\\_dinmica\\_del\\_mas\\_el\\_oscilador\\_armnico.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4250/4340/html/3_dinmica_del_mas_el_oscilador_armnico.html)