



**Universidad de Oviedo**

**Facultad de Formación del Profesorado y Educación**

**Máster en Formación del Profesorado de  
Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y  
Formación Profesional**

**EL USO DEL SOFTWARE DE TRATAMIENTO DE  
SONIDO COMO METODOLOGÍA INNOVADORA EN LA  
PROGRAMACIÓN DE FÍSICA DE 2º DE BACHILLER**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Autora: Teresa Díaz-Faes López**

**Tutor: Juan José Suárez Menéndez**

**Junio de 2014**

## ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
<b>I. REFLEXIÓN PERSONAL</b>	<b>1</b>
<b>1. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del centro donde se han realizado las prácticas	1
1.2. Reflexión de la implicación en las prácticas de las materias cursadas en el Máster	2
1.3. Valoración general sobre las prácticas	5
1.4. Propuestas de mejora	6
<b>2. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL CURRÍCULUM OFICIAL DE LA FÍSICA EN 2º BACHILLER</b>	<b>7</b>
<b>II. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DE FÍSICA (2º BACHILLER)</b>	<b>9</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>2. MARCO LEGISLATIVO</b>	<b>9</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>4. CONTEXTUALIZACIÓN</b>	<b>10</b>
4.1. Características del centro	10
4.2. Características del grupo de alumnos	13
<b>5. OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
5.1. Objetivos generales de la etapa	13
5.2. Objetivos específicos de la materia	14
<b>6. METODOLOGÍA</b>	<b>15</b>
<b>7. RECURSOS MATERIALES</b>	<b>18</b>
<b>8. EVALUACIÓN</b>	<b>20</b>
8.1. Criterios de evaluación	20

	<u>Pág.</u>
8.2. Criterios de calificación y procedimientos de recuperación	24
<b>9. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD</b>	<b>27</b>
<b>10. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS Y EXTRAESCOLARES</b>	<b>28</b>
<b>11. SECUENCIACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS</b>	<b>29</b>
<b>BLOQUE I: INTERACCIÓN GRAVITATORIA</b>	<b>32</b>
Unidad 1.-El movimiento de los cuerpos celestes	32
Unidad 2.-Gravitación universal	34
Unidad 3.-Campo gravitatorio	37
<b>BLOQUE II: INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA</b>	<b>40</b>
Unidad 4.-Campo eléctrico	40
Unidad 5.-Campo magnético	44
Unidad 6.-Inducción electromagnética	48
<b>BLOQUE III: VIBRACIONES Y ONDAS</b>	<b>52</b>
Unidad 7.-Movimiento armónico simple	52
Unidad 8.-Movimiento ondulatorio	55
Unidad 9.-Fenómenos ondulatorios	58
Unidad 10.-Ondas sonoras	61
<b>BLOQUE IV: ÓPTICA</b>	<b>64</b>
Unidad 11.-Naturaleza de la luz	64
Unidad 12.-Óptica geométrica	68
<b>BLOQUE V: FÍSICA MODERNA</b>	<b>70</b>
Unidad 13.-Principios de relatividad especial	70
Unidad 14.-Fundamentos de la Física Cuántica	74

	<b><u>Pág.</u></b>
Unidad 15.-Introducción a la Física nuclear y de partículas	77
<b>III. PROPUESTA DE INNOVACIÓN</b>	<b>82</b>
<b>1. RESUMEN</b>	<b>82</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>82</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>83</b>
<b>4. PROBLEMÁTICA, CONTEXTO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN</b>	<b>86</b>
<b>5. OBJETIVOS</b>	<b>87</b>
<b>6. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>88</b>
6.1. Fases de la actividad	88
6.2. Cronograma	89
6.3. Materiales de apoyo y recursos necesarios	89
<b>7. EVALUACIÓN DE LA INNOVACIÓN</b>	<b>90</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>91</b>

## **I. REFLEXIÓN PERSONAL**

### **1. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS**

El PRÁCTICUM se ha realizado en el Instituto de Enseñanza Secundaria «Pérez de Ayala», ubicado en Oviedo, entre los días 9 de enero y 19 de abril de 2014, siendo tutorizada desde el centro por la profesora María del Carmen González González y desde la Universidad de Oviedo por Juan José Suárez Menéndez.

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO EN DONDE SE HAN REALIZADO LAS PRÁCTICAS**

Aunque se ha realizado una descripción más detallada, en lo que atañe a lo relacionado con la materia de Física y Química en el Apartado 4.1 (Contextualización) de la Programación Didáctica incluida en el presente Trabajo Fin de Máster, se ha creído conveniente desarrollar aquí una de carácter más general.

El IES «Pérez de Ayala» puede considerarse creado en el año 1959, en el Barrio de Ventanielles, a partir de lo que comenzaron siendo las dos Filiales, Femenina y Masculina, dependientes cada una de ellas de los Institutos Femenino (actual “Aramo”) y Masculino (actual “Alfonso II”). Los cambios sociales y las distintas leyes de educación aprobadas en las últimas décadas dieron lugar a continuos cambios y reestructuraciones de los espacios disponibles, creación de nuevos edificios adyacentes a los iniciales y la incorporación de las distintas etapas educativas hasta la oferta que existe actualmente.

La construcción de nuevas viviendas ha aumentado notablemente en los últimos años y las instalaciones de distintos tipos de servicios establecidas en la zona pueden condicionar parcialmente su funcionamiento. En frente del centro se encuentran la Comandancia de la Guardia Civil, Cuartel de la Policía Municipal y Cuerpo de Bomberos. La ordenación urbanística de la zona se ha visto alterada por la construcción del nuevo Hospital Central Universitario de Asturias y se espera que en los próximos años el perfil socioeconómico, tanto de la zona como de la comunidad educativa, se pueda ver ligeramente modificado. En la actualidad, la plantilla docente del centro está formada por un centenar de profesores para una población escolar de más de 800 alumnos (ESO, Bachillerato y Formación Profesional de la Familia Profesional «Estética e Imagen Personal»). De esa población escolar, hay alumnado inmigrante (de 12 nacionalidades distintas) aunque no representa un número muy significativo; de los nacionales existe un importante porcentaje de población de etnia gitana que se concentra en los cursos de 1º y 2º de ESO.

## **1.2. REFLEXIÓN DE LA IMPLICACIÓN EN LAS PRÁCTICAS DE LAS MATERIAS CURSADAS EN EL MÁSTER**

El plan educativo del MÁSTER consta de una serie de asignaturas que, en mayor o menor medida, han sido de utilidad a la hora de realizar el PRÁCTICUM.

Dado que el máster se ha realizado en dos años, se indica entre paréntesis el curso académico al que hace referencia cada una de las asignaturas.

### ➤ **APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE LA PERSONALIDAD (ADP)** (2012-2013)

Si bien antes de comenzar el PRÁCTICUM la impresión que me había dejado la asignatura era muy buena, me parecía que tal vez se había enfocado analizando a los alumnos en una edad que no era la que nos íbamos a encontrar en los centros. Fueron necesarios sólo unos pocos días de PRÁCTICUM para caer en la cuenta de la poca diferencia que hay al conocer a los alumnos de los primeros cursos de ESO (1º y 2º). La asignatura, que ya de por sí me gustó y me pareció muy interesante, está muy bien organizada e impartida. Desde el principio quedan claros los contenidos teóricos que se verán a lo largo del cuatrimestre y los materiales de apoyo suministrados cumplieron su función y resultaron ser de gran ayuda. Además, las prácticas de aula y tutorías grupales fueron tales; es decir, mientras en otras asignaturas, las tutorías grupales no dejaron de ser clases de teoría como las habituales pero con grupos muy reducidos, en lo demás no había diferencia alguna. En ADP se aprovecharon las actividades para aplicar diversas técnicas de trabajo cooperativo, *webquest*, etc., conocer las bases de datos más importantes para la búsqueda de artículos científicos del área de educación, etc., todo ello, aspectos que podrán ser trasladados al aula en un futuro, con lo que la relación e importancia queda clara.

### ➤ **SOCIEDAD, FAMILIA Y EDUCACIÓN** (2013-2014)

Una asignatura como esta en un MÁSTER DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO sirve para recordarnos a los que hemos estado desvinculados de esta etapa en los últimos años que, no sólo tendremos que tratar con los alumnos, sino que la relación con las familias será o debiera ser fluida. De forma análoga, la parte dedicada a Sociedad y Derechos Humanos, es necesaria para recordarnos que no sólo debemos ceñirnos a los aspectos de la propia materia a impartir, sino que también hay otros aspectos (no estrictamente académicos o propios de la materia a impartir) que se deben incluir en todas ellas si lo que se quiere es formar personas además de estudiantes, capaces de vivir sin ser manipulados, así como tener y expresar sus propias ideas desde una actitud de respeto hacia los que les rodean y hacia su entorno. Mi experiencia durante PRÁCTICUM me sirvió para confirmar la importancia de la asignatura, ya que la relación familia-centro se percibe a diario en la vida del mismo. Me sorprendió que dicha relación siguiese existiendo de forma fluida incluso en la etapa de Bachillerato, ya que, por diversas razones, el contacto entre el tutor y los padres de los alumnos era bastante habitual en

muchos casos (en otros, incluso la propia dirección de centro se veía involucrada). Esperaba tal grado en la etapa de ESO, pero no tanto en Bachiller.

➤ **PROCESOS Y CONTEXTOS EDUCATIVOS** (2012-2013)

Es de las asignaturas del MÁSTER que peor impresión me ha dejado, por varios motivos y uno de ellos está relacionado con la importancia o vinculación con la etapa del PRÁCTICUM. En ese sentido, la materia representa un ejemplo claro de que menos es más: los bloques dedicados a los documentos oficiales, son horas y horas de sesiones de teoría difusa sobre la importancia de realizar dichos documentos, las funciones que deben cumplir, etc. semanas antes de que llegemos a trabajar con ellos y manejarlos realmente en el PRÁCTICUM. También porque cualquier documento previsto en cualquier norma, cambiará cada pocos años (igual que las normas) y lo más probable es que ya no estén vigentes en el momento en que cualquier alumno actual del MÁSTER inicie su andadura docente. No digo que dicha teoría no sea necesaria, sino que tiene que haber una forma de optimizar el tiempo y mejorar el rendimiento (no sé si no espaciando tanto la teoría del PRÁCTICUM, incluso simultaneándolo, etc.). En cuanto a los bloques de interacción en el aula no creo que haya aportado nada útil, la experiencia sería lo único que nos podría hacer aprender y sacar nuestras propias conclusiones sobre ciertos temas, y lo visto en las sesiones creo que sirve para poco. Similar impresión me dejaron los bloques dedicados a tutoría y orientación y atención a la diversidad. Estos dos últimos, sí que llegan a ser un aspecto importante a desarrollar por el docente (pudo comprobarse también durante el PRÁCTICUM), lo que no creo es que las sesiones dedicadas a ello durante el MÁSTER hayan aportado luz que se vaya a ver reflejada en un futuro.

➤ **DISEÑO Y DESARROLLO DEL CURRÍCULO (DDC)** (2013-2014)

Representa la primera toma de contacto con la normativa vigente, lo que son y cómo se hacen las programaciones y unidades didácticas, cómo y porque se ha de hacer cada cosa. Las actividades y tareas planteadas nos ayudaron a comenzar a manejar la ley y los currículos oficiales (a los que les queda, por cierto, poca vigencia tras la aprobación de la LOMCE), hacer una correlación entre objetivos, contenidos (conceptos, procedimientos y actitudes) y criterios de evaluación para cada nivel, elaborar una unidad didáctica, etc. Esto último estaba enfocado a Primaria y, aunque realmente el método es el mismo, en las sesiones de clase se deberían ver únicamente casos de Secundaria, que es a lo que está destinado este MÁSTER.

En cualquier caso dicho fallo no llega a suponer un gran problema, ya que se profundiza en todos esos aspectos en la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de la disciplina (Física y Química), llevando esta última una carga mucho mayor en todo lo que se refiere a normativa, legislación, planificación docente, etc. cuando creo que debería ser al contrario. Aunque mi impresión con la asignatura de DDC no es mala, mi crítica es que las horas correspondientes a esta asignatura son muy pocas, así que creo que debería tener un peso mucho mayor del que tiene. Eso permitiría dar un enfoque mucho más práctico a la hora de elaborar los documentos reales de planificación, ya que

esa debería ser una de sus funciones nucleares del MÁSTER. En su favor debo decir que todos los materiales de apoyo que nos suministraron resultaron ser, en general, de gran ayuda, a excepción de lo comentado anteriormente (varios de los casos vistos correspondían a Primaria). Mejoraría enormemente su enfoque y utilidad si se separara la materia y concretara para cada una de las disciplinas, al igual que como se hace en CF y AE.

➤ **COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN DISCIPLINAR (CF): FÍSICA Y QUÍMICA** (2012-2013)

Totalmente necesaria, ya que para muchos, entre los que me incluyo, supone la primera ocasión en la que se aborda la asignatura de Física y Química no del lado del que la estudia si no del lado del que la imparte. Personalmente, estoy totalmente satisfecha en cómo se ha impartido: los contenidos estaban claros desde un principio, el material de apoyo que se nos proporcionó era adecuado y cumplía su función, se conocían los objetivos de cada tareas así como los criterios de calificación y se llevaron a cabo distintas tareas que permitían desarrollar las diferentes habilidades que se supone que hemos de tener o adquirir. Con CF se llega a ver el currículum de la materia en perspectiva, relacionando los contenidos de los distintos cursos y conociendo de qué se parte en cada uno y cuánto se va a profundizar en cada tema. Parte de los trabajos realizados a lo largo de la asignatura conllevaron exposiciones orales sobre ciertos temas, con lo que sirvió para hacer un repaso de los currícula de Física y Química a la vez que puedes ver diferentes estilos y puntos de vista de los compañeros.

➤ **TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN** (2012-2013)

Aunque soy consciente de que la enseñanza ha evolucionado mucho en las últimas décadas con la implantación de las nuevas tecnologías, tal revolución no se refleja en la asignatura. Pese a ser una asignatura muy corta en cuanto al número de horas asignadas, mi impresión es que “costaba llenar” las sesiones de teoría, las prácticas de aula consistieron en saber hacer un blog (simplemente en saber hacerlo), etc. Se finaliza la materia sin conocer herramientas nuevas mientras que hoy en día, los blogs son de sobra conocidos, mucha gente sabe ya crearlos y utilizarlos o podría si lo intentase, puesto que son aplicaciones sencillas que no requieren de conocimientos informáticos previos.

➤ **LABORATORIO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES** (2012-2013)

Estoy satisfecha con haberla elegido como optativa. Se trabajaron todos los aspectos: la realización de prácticas por nosotros mismo, elaboración de los informes de laboratorio correspondientes, exposiciones orales de los resultados obtenidos, elaboración de un guión de prácticas siguiendo unas directrices y el diseño completo de prácticas de laboratorio dentro de una temática concreta. En el PRÁCTICUM fue mucho el trabajo de laboratorio que se hizo en los distintos grupos, con lo que cursarla si que puede suponer una ayuda (o al menos, un recordatorio).

➤ **APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA: FÍSICA Y QUÍMICA** (2012-2013)

Es sin duda, la asignatura clave del MÁSTER ya que la cantidad y calidad de la información aportada es tal que pocas o ninguna pega se le pueden poner. Todo ello hace que la utilidad de la asignatura sea incuestionable; se profundiza en lo que se ha visto en otras asignaturas previas sólo de forma sutil, los trabajos realizados realmente ayudan y sí están relacionados con una supuesta labor docente (programación didáctica, unidades didácticas, fuentes de recursos, documentación, bibliografía, revistas de investigación educativa, etc.). Su vinculación con el PRÁCTICUM es clara. El secreto del éxito de esta asignatura es sin duda alguna el profesor que la imparte: sus conocimientos hacen que la información que recibimos sea clara, concisa, útil y abundante en grado sumo.

Sería conveniente que para esta misma asignatura (tal y como está planteada), se le asignara un número de créditos mayor y estuviera distribuida a lo largo de todo el curso, para poder trabajarla con más comodidad y sin esa sensación constante de estar en una “prueba a contrarreloj”.

➤ **INNOVACIÓN DOCENTE E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA** (2012-2013)

Es de las asignaturas que más stress me generó en un principio ya que me veía absolutamente sin recursos con los que defenderme. Diseñar una tarea de innovación en el aula, cuando nunca he estado en un aula se me antojaba una tarea imposible. Tengo que confesar que el grado de detalle que debía de tener tal diseño me creó cierto desasosiego durante las primeras sesiones, hasta que vinieron preocupaciones mayores. Además, la actitud positiva y predisposición de la profesora ayudó a que la preocupación inicial desapareciera. Nos ayudó a creer que salir de la metodología convencional era fácil y además beneficioso y nos suministró documentación muy útil para abrir nuestra mente a nuevas ideas. Tiempo después, cuando llegué al instituto, conocí algunas de las actividades de este tipo que se desarrollaban en él, todas ellas ideas realmente buenas, en las que se encontraban inmersos prácticamente todos los departamentos. La parte negativa que le veía a la asignatura se difumina en el centro, ya que con el trabajo en equipo, el diseño y planificación de las actividades dejó de parecerme ambigua y complicada. En este caso, la relación entre el currículum del MÁSTER y la vida real en un instituto es clara.

**1.3. VALORACIÓN GENERAL SOBRE LAS PRÁCTICAS** (2013-2014)

Cumplió perfectamente la función de ver de forma práctica y real lo que se había venido trabajando de forma teórica en el MÁSTER durante los meses anteriores. La experiencia personal en el centro también ha sido totalmente positiva y las únicas pegas que pondrían están relacionadas con la organización del PRÁCTICUM y del MÁSTER y no al propio centro.

La variación en las características socioeconómicas dentro de una misma sociedad hace que el perfil del alumnado sea completamente diferente de un centro a otro. Tuve la suerte de observar una situación mucho más heterogénea que la que existe en otros centros, en la que conviven familias distintos niveles económicos (desde medio-alto hasta estudiantes con pocos recursos), en riesgo de exclusión o un alto porcentaje de alumnado de otras nacionalidades y etnias.

El balance positivo de mi etapa en el centro se debe en gran parte a la tutora que me fue asignada: su disposición, carácter y optimismo hicieron del PRÁCTICUM una etapa útil desde el punto de vista profesional y muy amena desde el personal; gran promotora de los proyectos de innovación que se llevan a cabo en el centro y con la que pude comprobar el arduo trabajo que queda por hacer una vez se sale del aula.

#### **1.4. PROPUESTAS DE MEJORA**

Se resumen a continuación las propuestas de mejora que he ido comentando a lo largo de la reflexión:

- ↪ Sería una mejora que durante los 3-4 meses en los que se realiza el PRÁCTICUM **no** hubiese **sesiones presenciales** del máster por las **tardes**. La carga de trabajo que llevan algunas asignaturas del 2º cuatrimestre del MÁSTER, como es el caso de AE, dificulta que se les pueda dedicar el tiempo que requieren para sacarlas con éxito si se han de simultanear con el PRÁCTICUM por las mañanas y sesiones presenciales por las tardes (además que durante el PRÁCTICUM, hay parte de trabajo que se ha de hacer fuera de su horario asignado). Por otro lado, parte del trabajo a realizar en el PRÁCTICUM consiste en impartir dos unidades didácticas, que es necesario preparar previamente. Tener las tardes libres (es decir, sin clases presenciales del MÁSTER) permitiría dedicación plena al trabajo que conlleva el PRÁCTICUM.
- ↪ Sería aún más aconsejable que el PRÁCTICUM se realizase a lo largo de todo el curso y no concentrado en esos tres meses casi al final del año, eso tendría ventajas directamente sobre el propio PRÁCTICUM.
- ↪ las asignaturas relacionadas con la **organización** de un centro, elaboración de documentos, etc. se podrían llevar en paralelo las sesiones teóricas del Máster con el trabajo real que se ve en el centro. Tal y como está organizado ahora el MÁSTER, pasan meses entre ambas situaciones.
- ↪ La **asignatura de AE** tal y como está organizada actualmente necesitaría un **mayor número de horas** e incluso que fuese de carácter **anual**. Es de las asignaturas más importantes de MÁSTER y con la estructura actual es difícil llevarla al día y sacarle todo el partido posible.
- ↪ Aunque son muchas las asignaturas en las que en algún momento hay que hacer una presentación oral de alguna tarea (con los posteriores consejos acerca de cómo mejorar nuestro discurso, etc.) es otro de los aspectos en los que flaquea el MÁSTER. Se debería dedicar al menos una asignatura única y específicamente a **técnicas de discurso (cómo hablar en público)**. En el sistema educativo que

hemos tenido hasta hace bien poco (previo al “*Plan Bolonia*”) no se prestaba atención a este aspecto, por lo que muchos llegamos al MÁSTER con una experiencia nula sobre hablar en público, y con el MÁSTER tal y como está organizado, salimos de forma muy similar a como lo comenzamos. Incluirlo como una asignatura de la especialidad sería lo óptimo ya que ello permitiría trabajar con grupos reducidos y sacarle el máximo provecho a las sesiones.

↪ Algo similar ocurre con el siguiente aspecto. Hoy en día un alto porcentaje de las sesiones se llevan a cabo utilizando una presentación de *Power-Point* como apoyo en el aula, incluso se les proporciona a los alumnos para facilitar su estudio, etc. Todos sabemos hacer un *Power-Point*, el problema está en *qué* escribimos en él y *cómo* lo hacemos. La **presentación visual de la información** es un área que también tenemos desatendida y no se le suele dar la importancia que merece, por lo que dedicar unas horas del curso a unas nociones básicas sería muy productivo.

## 2. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL CURRÍCULUM OFICIAL DE LA FÍSICA EN 2º BACHILLER

Es un hecho que parte de los alumnos que optan por el bachillerato científico tecnológico suelen llegar algo “justos” al primer curso universitario de las carreras de ciencias, ingenierías, etc. El paso de Bachiller a la Universidad no es el primer gran salto ante el que se encuentran, ya que algo similar ocurre al pasar de ESO y Bachiller. Son muchos los contenidos relativos a las materias de Física y Química que no están incluidos en el currículum de ESO y eso hace que se acumulen y tengan que ser vistos en sólo dos cursos, poco tiempo para la cantidad de conceptos nuevos que surgen en el Bachillerato. La eliminación de dichos contenidos de la etapa de ESO podría suponer un aligeramiento del currículum que permitiese que aquéllos que sí se ven, quedasen más claros y asentados. Pero no es probable que sea ése el caso, es difícil hablar de reacciones químicas sin hablar de “mol”, o hablar de reacciones ácido-base sin hablar de pH, por citar algunos ejemplos. La eliminación de ciertos contenidos supone un obstáculo en la comprensión de otros conceptos.

En cuanto a 1º de Bachiller, la materia de Física y Química es compartida, es decir, sólo se destina medio curso a cada parte, y en cursos anteriores es incluso peor. Viendo el temario, se ve que claramente el salto que supone llegar a 2º de Bachiller y posteriormente al primer curso de ciertas carreras. Además, la materia de Mecánica se convierte en una tercera materia independiente de Física, y resulta básica para el posterior estudio de muchas carreras o ciclos formativos, y al ser optativa no en todos los centros se imparte. El currículum de 2º de Bachiller de Física y Mecánica queda totalmente descompensado con lo que se ha venido viendo en cursos anteriores de dichas materias. Se trata, además, de un curso crítico que finalizará con la realización de la prueba PAU a comienzos del mes de junio.

El número de horas destinadas a tales materias se hace insuficiente para las características del currículum (programado para 140 horas y desarrollado, en clara vulneración de la propia normativa, en un máximo de 116, por el adelanto de la PAU<sup>1</sup> sobre el calendario escolar). Se deberían, por tanto, revisar los contenidos del mismo, tanto en Bachiller como en la etapa de ESO, así como la obligatoriedad de ciertas materias en la elección de los itinerarios.

---

<sup>1</sup> Según la circular de instrucciones de final de curso para 2º de Bachillerato, el último día de clase para la convocatoria ordinaria ha sido el 13 de mayo, mientras que el calendario escolar lo fija el 23 de junio.

## II. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA FÍSICA (2º DE BACHILLER)

### 1. JUSTIFICACIÓN

La presente programación, que aborda la materia de *Física* de 2º de Bachillerato (modalidad de *Ciencias y Tecnología*), responde a una de las exigencias recogidas en el **Real Decreto 83/1996, de 26 de enero**, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria (ROIES), que establece, en su artículo 68, que cada departamento elaborará la programación didáctica de las enseñanzas que tiene encomendadas, siguiendo las directrices generales recogidas por la Comisión de Coordinación Pedagógica (CCP).

### 2. MARCO LEGISLATIVO

#### Normativa de carácter general

- **Ley Orgánica 2/2006**, de 3 de mayo, de Educación (LOE)<sup>2</sup>.
- **Ley Orgánica 8/2013**, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE)
- **Real Decreto 83/1996, de 26 de enero**, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria.
- **Decreto 76/2007, de 20 de junio**, por el que se regula la participación de la comunidad educativa en los órganos de gobierno de los centros docentes públicos en el Principado de Asturias.
- **Decreto 249/2007, de 25 de septiembre**, por el que se regulan los derechos y deberes del alumnado y las normas de convivencia en los centros no universitarios sostenidos con fondos públicos del Principado de Asturias.
- **Resolución de 6 de agosto de 2001**, modificada por la Resolución de 5 de agosto de 2004, por la que se aprueban las instrucciones que regulan la organización y funcionamiento de los Institutos.
- **Circular de inicio de curso 2013-2014**, del Principado de Asturias.
- En todos los casos se exceptuarán aquellos apartados que se opongan a lo establecido en la LOE y en el Decreto 76/2007, de 20 de junio.

#### Normativa específica para Bachillerato

- **Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre**, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- **Decreto 75/2008, de 6 de agosto**, por el que se establece el currículo de bachillerato en el Principado de Asturias.
- **Circular de 12 de mayo de 2009** de la Dirección General de Políticas Educativas y Ordenación Académica sobre la evaluación final de Bachillerato.

<sup>2</sup> Modificada por la LOMCE, pero que se aplicará a 2º de Bachiller para el curso 2016-2017.

### 3. INTRODUCCIÓN

La presente programación aborda la materia de *Física* de 2º de Bachillerato (modalidad de *Ciencias y Tecnología*), de acuerdo con el **Real Decreto 1467/2007**, de 2 de noviembre, aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC), por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas como consecuencia de la implantación de la **Ley Orgánica de Educación (LOE)**, y según el **Decreto 75/2008**, de 6 de agosto, por el que se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias.

Dado que la física forma parte del currículo de gran número de estudios universitarios y ciclos formativos, su currículo debe incluir los contenidos referidos a conceptos, procedimientos y actitudes que permitan a los alumnos abordar con éxito estudios posteriores. Será en este curso de 2º Bachillerato cuando se familiaricen con las características del trabajo científico y aprendan a aplicarlo a la resolución de problemas y a los trabajos prácticos, además de relacionar dichos conocimientos con sus aplicaciones y la relación que existe entre la física, la tecnología y la sociedad. Es importante también que analicen el papel de la ciencia respecto de algunos de los grandes problemas que amenazan a la sociedad contemporánea, derivados del desarrollo tecnológico, como los medioambientales. Para estos problemas la ciencia, si bien puede ser considerada responsable, también debe ser vista como la encargada de su resolución.

Lo que se pretende es potenciar valores como la solidaridad, la oposición a cualquier tipo de discriminación, o la resolución pacífica de conflictos; que ayuden a constituir una sociedad democrática y responsable. Es la razón por la que parte del currículo se centra en la importancia que tiene que los alumnos aprendan a trabajar en equipo, con una actitud de respeto, democracia y justicia.

### 4. CONTEXTUALIZACIÓN

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO

##### 4.1.1. Medio físico

Se ha tomado como centro de referencia el Instituto de Enseñanza Secundaria «*Pérez de Ayala*», situado en el noreste de Oviedo, entre el barrio de Ventanielles y Guillén Lafuerza y fronterizo con Cerdeño. Tiene muy próximos una reciente urbanización de unas 1000 viviendas y unos servicios que pueden condicionar parcialmente su funcionamiento, ya que justo enfrente del instituto se encuentran la Comandancia de la Guardia Civil y el Edificio de Seguridad Ciudadana, sede de la



Policía Municipal y del cuerpo de Bomberos. Asimismo, el nuevo Hospital Central Universitario de Asturias, de reciente construcción, ha alterado notablemente la ordenación urbanística de la zona, potenciado los accesos a la misma, a través de la construcción de nuevos ramales desde la autopista (en ambos sentidos de la marcha). Del mismo modo, la reciente colocación de una nueva pasarela peatonal que une los barrios de Ventanielles y Teatinos mejora la comunicación a pie.

La creación del Instituto en el Barrio de Ventanielles fue el resultado de un convenio que firmó el Arzobispado con el Ministerio de Educación en el año 1965, en virtud del cual comenzaron a funcionar las filiales femenina y masculina, dependientes del Instituto Femenino (hoy IES “Aramo”) e Instituto Masculino (hoy IES “Alfonso II”). En 1965 se construyen los edificios que hoy constituyen los bloques A y B. En el año 1969 las reformas del sistema educativo convirtieron las filiales en Instituto Nacional de Bachillerato Mixto. Finalmente, se le da el nombre de *Pérez de Ayala*. Actualmente, como consecuencia de la aplicación de la LOGSE, es un Instituto de Enseñanza Secundaria.

#### **4.1.2. Medio socioeconómico y cultural**

Consultando al Ayuntamiento de Oviedo, se comprueba que no existen estudios sociológicos concretos para la zona, por lo que necesariamente habría que remitirse a los datos aportados por el SADEI para el conjunto de Oviedo.

La población adulta de la zona en el que se encuentra el instituto tiene un nivel medio de estudios y de ingresos y se podría decir que, sociológicamente, se corresponde con la media de la comunidad autónoma.

Los padres y madres de los alumnos participan en la vida del centro a través del Consejo Escolar, disponen de un espacio para la AMPA, se involucran fundamentalmente en las Actividades Extraescolares, participan en la organización del Viaje de Estudios de los alumnos de 1º de Bachiller y están inmersos en el Proyecto de Apertura del Centro a la Comunidad Educativa. Desde el punto de vista socio-económico pertenecen fundamentalmente a la clase media y media-baja, sus estudios se encuentran en la barrera de un nivel medio-bajo, hay familias inmigrantes (en total representan 12 países), principalmente procedentes de Sudamérica. Y entre el alumnado nacional existe un porcentaje significativo de etnia gitana, especialmente en 1º y 2º de ESO.

#### **4.1.3. Oferta educativa e instalaciones**

El alumnado del IES «Pérez de Ayala», procede esencialmente de los colegios públicos: «*Ventanielles*» y «*Guillén Lafuerza*». Puesto que se atiende fundamentalmente al alumnado del propio barrio, no son precisos servicios ni de transporte ni de comedor escolar.

La oferta educativa del IES «Pérez de Ayala» abarca la ESO, el Bachillerato (Modalidades de “*Humanidades y Ciencias Sociales*” y “*Ciencias y Tecnología*”), y los

Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior de la Familia Profesional de Estética e Imagen Personal.

Cuenta, entre otras instalaciones, con tres aulas de Informática, medios audiovisuales (7 aulas dotadas de pizarra digital interactiva), sala multiusos, biblioteca (PC's + portátiles), tres talleres de Tecnología, dos aulas de música, tres laboratorios (Ciencias Naturales, Física y Química), Gimnasio, etc. Desde el 2004, el IES "Pérez de Ayala participa" en el Proyecto Bilingüe (convenio del Ministerio de Educación y Ciencia y el British Council), como continuador del trabajo que se realiza en el Colegio Público de Ventanielles en la docencia bilingüe castellano-inglés.

El centro escolariza a un total de 861 alumnos (entre los que hay inmigrantes procedentes principalmente de Sudamérica y que, en conjunto, representan a unos 12 países). Dentro de los nacionales, existe un importante porcentaje de población de etnia gitana, especialmente en los cursos 1º y 2º de ESO.

Se recogen los datos a modo de resumen en la siguiente tabla:

Nivel Académico		Nº de alumnos	Nº de grupos
1º ESO		130	5
2º ESO		110	5
3º ESO		72 (+12Diversificación)	4 + 1 (Diversificación)
4º ESO		70 (+15 Diversificación)	4 + 1 (Diversificación)
PCPI		23	2
1º de Bachiller		92	4
2º de Bachiller		74	3
Bachiller nocturno		114	3 (1 de cada bloque)
Ciclos Formativos	Grado Medio	115	4
	Grado Superior	44	2
<b>TOTAL</b>		<b>861</b>	<b>38</b>

En cuanto al profesorado, en el curso 2013-2014, el centro cuenta una la plantilla cuya situación se resume a continuación:

Profesorado: Plantilla curso 2013-2014	
Destino definitivo	63
Comisión de servicios	2
Comisión de servicios (Bilingüe)	2
Nativo (Bilingüe)	1
Interinos	20
Profesor de Religión Católica	1
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>

#### **4.1.4. Horario del centro**

El centro permanece abierto de 8:30 a 22:15 ininterrumpidamente. La jornada normal para la ESO y Bachillerato es de 8:30 a 14:30, con 6 periodos lectivos de 55 minutos y un periodo de descanso de 30 minutos que tiene lugar entre la 3ª y la 4ª hora (de 11:15 a 11:45).

De 14:30 a 14:40 hay un descanso y a continuación tres periodos lectivos (de 55 minutos de duración cada uno) que finalizan a las 17:55 (con un periodo de descanso de 15:35 a 16:00).

El horario vespertino comienza a 17:55 y termina a 22:15, con 5 periodos lectivos de 50 minutos y un periodo de descanso de 10 minutos que tiene lugar entre la 2ª y 3ª hora (de 19:35 a 19:45).

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE ALUMNOS**

El grupo al que va dirigida la programación es de 19 alumnos, de los que tres repiten curso. Además, dos alumnos tienen la “Física y Química de 1º pendiente. No hay ninguno dictaminado como de altas capacidades.

En cuanto a su futura orientación académica, de los que han decidido sus futuros estudios, 2 irán a Ciclos Formativos, 1 a Físicas, 1 a Arquitectura y varios a distintas Ingenierías (Informática, Industrial, etc.), no teniendo clara su orientación futura el resto.

Por edades, 14 alumnos nacieron en 1996, 4 en 1995 (sólo dos de ellos son repetidores) y uno en 1992 (también es repetidor). Según el sexo, hay 2 alumnas (10.5 %) y 17 alumnos (89.5 %).

### **5. OBJETIVOS**

Se toma como referencia el marco legal del currículo en el Principado de Asturias (Decreto 75/2008, de 6 de agosto), tal y como fue aprobado por su Administración Educativa y publicado en su Boletín Oficial el 22 de agosto de 2008.

#### **5.1. OBJETIVOS GENERALES DE LA ETAPA**

Según el artículo 4 de dicho Decreto, el Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitan alcanzar los objetivos especificados en el artículo 3 del Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre:

1. Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la constitución de una sociedad justa y equitativa y favorezca la sostenibilidad.

2. Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
3. Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas con discapacidad.
4. Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
5. Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua co-oficial de su comunidad autónoma.
6. Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
7. Utilizar con solvencia y responsabilidad las TICs.
8. Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora en su entorno social.
9. Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
10. Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
11. Afianzar el espíritu emprendedor en actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
12. Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
13. Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
14. Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

Además de alcanzar tales objetivos determinados en el artículo 3 del Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, el Principado de Asturias incluye además, según el artículo 4 del Decreto 75/2008 (6 de agosto), los siguientes:

15. Conocer, valorar y respetar el patrimonio natural, cultural, histórico, lingüístico y artístico del Principado de Asturias para participar de forma cooperativa y solidaria en su desarrollo y mejora.
16. Fomentar hábitos orientados a la consecución de una vida saludable.

## **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA MATERIA**

La materia de *Física* en el Bachillerato tiene como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades del alumno:

1. Adquirir y poder utilizar con autonomía conocimientos básicos de la física, así como las estrategias empleadas en su construcción.
2. Comprender los principales conceptos y teorías, su vinculación a problemas de interés y su articulación en cuerpos coherentes de conocimientos.
3. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos, utilizando el instrumental básico de laboratorio, de acuerdo con las normas de seguridad.
4. Expresar mensajes científicos orales y escritos con propiedad, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas y otros modelos de representación.
5. Utilizar de manera habitual las TICs para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido, fundamentar los trabajos y adoptar decisiones.
6. Aplicar los conocimientos físicos pertinentes a la resolución de problemas de la vida cotidiana.
7. Comprender las complejas interacciones actuales de la Física con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, valorando la necesidad de trabajar para lograr un futuro sostenible y satisfactorio para el conjunto de la humanidad, contribuyendo a la superación de estereotipos, prejuicios y discriminaciones, especialmente las que por razón de sexo, origen social o creencia han dificultado el acceso al conocimiento científico a diversos colectivos, especialmente a las mujeres, a lo largo de la historia.
8. Comprender que el desarrollo de la Física supone un proceso complejo y dinámico, que ha realizado grandes aportaciones a la evolución cultural de la humanidad.
9. Reconocer los principales retos actuales a los que se enfrenta la investigación en este campo de la ciencia.

## **6. METODOLOGÍA**

La física es una ciencia experimental que busca la comprensión de los fenómenos físicos mediante una aproximación formal al trabajo científico. Se utilizarán por tanto, algunos métodos habituales de la actividad científica a lo largo del proceso investigador. La metodología tratará de impulsar el trabajo autónomo del alumno, mejorar sus capacidades para el trabajo en equipo, sus técnicas de indagación e investigación, las aplicaciones de lo aprendido a la vida real, o viceversa, dar explicación a fenómenos observables en la vida cotidiana. Se pretenderá asimismo promover el interés y el hábito por la lectura, así como a la capacidad para hablar en público y expresarse correctamente en una temática determinada, en este caso, la de la ciencia. Se insistirá en la importancia de relacionar entre sí las distintas partes de la física, así como relacionar ésta con otras materias del currículo.

Con el objetivo de afianzar los conocimientos adquiridos, se llevarán a cabo actividades a nivel de aula, donde el profesor procederá a la explicación y resolución de

las cuestiones o problemas. Posteriormente, será el propio alumno quien desarrolle una serie de tareas, individual y/o grupalmente, antes de afrontar la prueba escrita.

Se propondrán actividades variadas, cuestiones y problemas de respuesta abierta y cerrada, que ayuden a estimular su razonamiento abstracto. Se tendrán en cuenta aspectos como: las ideas previas que tengan de cada unidad; sus propios intereses y capacidades; la mejora de su capacidad para el trabajo autónomo, así como favorecer la adquisición de unas pautas de trabajo y conducta que favorezcan el trabajo en equipo; las dificultades de aprendizaje que se vayan detectando.

Se intentará favorecer la comprensión de los conceptos, evitando que el alumno caiga en el error de aplicar un método de aprendizaje memorístico, y se buscarán aplicaciones en la vida cotidiana de los conceptos a explicar, o viceversa, comenzar analizando determinados fenómenos, para acabar conociendo su fundamento teórico.

El material necesario para el seguimiento de las sesiones expositivas y experimentales se les proporcionará a los alumnos en formato digital a través de una **cuenta de correo** exclusiva para este fin. En dicha cuenta se deberá especificar el nombre y apellido del alumno, materia y curso durante el que tiene lugar su docencia. La profesora enviará antes del comienzo de cada unidad todo el material necesario en formato digital (diapositivas utilizadas, tareas de aula, modelo, de domicilio, dossiers necesarios para llevar a cabo las prácticas de laboratorio, lecturas complementarias, etc.

### **AL COMENZAR UNA UNIDAD DIDÁCTICA**

Al comienzo de cada unidad se evaluarán los conocimientos previos de los alumnos bien de forma oral, con una serie de preguntas que la profesora formulará, o bien mediante la realización de cortos cuestionarios escritos. Esto permitirá detectar errores comunes y subsanarlos más eficazmente. En la elección de uno u otro criterio de esta evaluación inicial (oral o escrito), influirá la naturaleza de la propia unidad a abordar. Alternarlos o combinarlos permitirá evaluar la capacidad del alumno para la transmisión de sus conocimientos y exposición de sus ideas ante un público, lo que con la práctica, le hará mejorar su expresión oral y sus capacidades comunicativas.

La presentación de una breve biografía de científicos relevantes y *serendipias* varias relacionadas con el tema será uno de los recursos a desarrollar en parte de los contenidos, y el comienzo de la unidad es un momento idóneo para ello. Es ésta una buena forma de captar la atención o interés del alumnado sobre el nuevo tema a abordar.

### **DURANTE LA UNIDAD DIDÁCTICA**

Tras esa primera toma de contacto, se llevará a cabo la explicación de la unidad a través de las diferentes sesiones expositivas. Se alternará la exposición de los conceptos teóricos con la resolución de ejercicios o cuestiones abiertas, así como con la resolución de problemas más complejos, indicándose las pautas de actuación en la resolución de ese tipo de problemas. Se hará especial hincapié en la importancia de hacer un análisis del resultado para ver si coincide con lo que se esperaba cualitativamente. A lo largo de las distintas unidades didácticas, se realizarán esquemas o marcos conceptuales extrayendo las ideas fundamentales de cada una.

Siempre que sea posible, se hará un enfoque histórico de la unidad, siguiéndose la misma línea de pensamiento que dio origen a dichos conceptos. Para adoptar un enfoque experimental se partirá, en la medida de lo posible, de la observación de sucesos que ocurran en el entorno del alumno, para luego analizarlos al amparo de las teorías científicas. Además, siempre que se pueda, la profesora llevará a cabo la realización de pequeñas y sencillas experiencias que apoyen la explicación teórica.

El alumno debe familiarizarse con la formulación de hipótesis, la participación en experimentos de laboratorio y el propio diseño de las actividades experimentales a realizar. Se pondrá especial énfasis en la resolución por parte del alumno de problemas abiertos y actividades de laboratorio que representen situaciones realistas, es decir, simular una investigación real que, por sencilla que sea, les sirva de motivación.

Se utilizarán también vídeos relacionados con la unidad, que puedan servir para aclarar o comprender mejor algunos de los conceptos o fenómenos involucrados. La serie del “*Universo Mecánico*” será una importante fuente de recursos.

Como complemento, se hará uso de programas interactivos, *applets*, lecturas complementarias, programas de cálculo, etc. que se puedan utilizar o relacionar con los temas tratados. Se propondrán ejemplos de la vida cotidiana, se plantearán problemas reales de relevancia social, investigaciones científicas de actualidad, etc.

Cuando la unidad didáctica así lo requiera, se llevarán a cabo las prácticas de laboratorio correspondientes. El guión para su realización formará parte del material que se les habrá proporcionado digitalmente a su cuenta de correo antes de comenzar la unidad. En él se recogerá el fundamento teórico y el procedimiento experimental. Se realizarán en grupos de entre 2-4 personas, pero al término de la unidad cada alumno deberá realizar un informe personal donde recoja brevemente el fundamento teórico de la práctica, procedimiento seguido, material utilizado, resultados obtenidos (con su correspondiente análisis de resultados) y conclusiones que se puedan extraer de los mismos, así como respuesta a las distintas cuestiones que se les haya planteado en el propio guión de prácticas.

Las **tareas modelo** serán un conjunto de ejercicios ya resueltos (en los que se explicará la estrategia de resolución) para facilitar el estudio de la unidad por parte del alumno. Incluirá problemas “tipo PAU” que, por razones de tiempo, resultaría imposible realizar en el horario lectivo.

### **AL FINALIZAR LA UNIDAD DIDÁCTICA**

Los alumnos deberán entregar (de su puño y letra) una **serie “de domicilio”** de cuestiones y problemas similares a los propuestos en la PAU. Dicha serie formará parte de la calificación de la evaluación. Con este trabajo individual se pretende que el alumno aprenda a analizar cada problema al que se enfrenta, sin caer en el error de realizar un aprendizaje memorístico (analogía entre problemas similares, en lugar de verdadera comprensión de los conceptos). A la vez, se entregará en formato digital el **informe de laboratorio**, comentado en el punto anterior. La fecha de entrega de estas actividades se fijará claramente al comienzo del curso y será una tarea constante durante

todas las unidades didácticas: el plazo será de **una semana** después de finalizar la unidad.

## 7. RECURSOS MATERIALES

Los recursos materiales didácticos de que dispone el alumno a nivel individual son:

- El **libro de texto** de referencia (el que maneje el alumno), siendo el adoptado por el Departamento de Física y Química del IES “Pérez de Ayala” para el curso 2013-2014 el de la editorial Santillana.
- El **material complementario** lo facilitará la profesora, bien en papel o bien en formato digital a través de su cuenta de correo electrónico. Dicho material consistirá en las diapositivas de las unidades que se utilizarán en clase para las sesiones teóricas, series de actividades (de domicilio, modelo, recuperación, refuerzo y ampliación), lecturas complementarias, etc.
- Una **calculadora científica**, como material complementario.

A continuación se detallan brevemente los equipamientos del centro que nos interesan:

### **LABORATORIO DE FÍSICA**

El Departamento de Física y Química dispone de dos laboratorios independientes para la realización de las prácticas correspondientes de las materias de Física y Química. En ambos casos están dotados de mesetas altas típicas de laboratorio, con lo que impartir las asignaturas íntegramente en el laboratorio no sería posible (la altura de las mesetas no permite estar sentado en las sillas convencionales, sino de pie o con taburetes altos). Debido a ello, los alumnos se trasladarán al laboratorio únicamente para realizar las prácticas correspondientes.

El laboratorio de Física que afecta a esta programación es un aula de 95 m<sup>2</sup>, con la posibilidad de trabajar con un grupo de 25 alumnos. Está dotado con diferentes equipos para la experimentación en diferentes campos: Mecánica (Distesa), Termología (Enosa), Óptica (Bobes) y Electricidad y Electrónica (Distesa) [diez unidades de cada uno de ellos] y una cubeta de ondas, todos ellos facilitados en su día por el MEC. La sala cuenta además con una pizarra convencional.

### **AULAS DE INFORMÁTICA Y PDI**

Las tres aulas de informática de las que dispone el centro están preparadas para el trabajo con grupos de alumnos con una capacidad de 15 puestos y están dotadas con conexión a Internet. Las aulas acogen alumnos que cursan la materia de informática así como grupos que vayan a realizar alguna actividad programada en alguna área.

El centro dispone de 7 aulas dotadas con pizarra digital interactiva a disposición de cualquier profesor que desee utilizarlas (previa reserva del aula correspondiente).

### **BIBLIOTECA**

El centro dispone de biblioteca para uso de los alumnos en la que podrán consultar gran cantidad de material bibliográfico del área de la Física y Química, así como hacer uso del servicio de préstamo de libros. El **horario** de la misma es: lunes y miércoles de 8:30 a 10:20, martes de 10:20 a 11:15 y todos los días durante los recreos (de 11:15 a 11:45).

### **AULA DEL GRUPO AL QUE VA DIRIGIDA LA PROGRAMACIÓN**

Es un aula de 85 m<sup>2</sup>, con 24 pupitres y capacidad para ese número de alumnos (mesas colocadas de dos en dos). Cuenta con un encerado de tiza convencional, cañón proyector, pantalla y un monitor de televisión.

### **Bibliografía.**

Además del libro de texto utilizado, se manejará otra bibliografía de forma paralela. De ella se extraerán las lecturas complementarias, cuestiones “tipo PAU” u otras actividades de las que ya se habló previamente. A continuación se indican algunas de dichas fuentes (utilizando una referencia abreviada entre corchetes, para identificar algunos recursos específicos de la programación didáctica).

### **De 2º Bachiller.**

- [ANA] Zubiaurre, S., Arsuaga, J.M., Moreno, J., Gálvez, F., Bachillerato 2. Física. Ed. ANAYA. Madrid (2009).
- [BRU] Gisbert Briansó, M., Hernández Neira, J.L., Bachillerato. Física. Ed. Bruño (2009).
- [CAS] Marín, A., Pfeiffer, N., Travesset, A., Física 2 Bachillerato. Ed. Casal (2009).
- [ECI] Lorente, S., Sendra, F., Enciso, E., Quílez, J., Romero, J. Éter Física. Bachillerato 2. Ed. ECIR. Paterna (2009).
- [EDB] Armero Rovira, J., Basarte Lorente, J.F., Castello Castellano, D.J., García Pozo, T., Martínez de Murguía Larrechi, M.J., Física Bachillerato. Ed. EDEBÉ. Barcelona (2009).
- [EDL] Martín González, J.L., Martín Rodríguez, E., 2º de Bachillerato. Física. Ciencias y tecnología, Ed. EDELVIVES. Zaragoza (2009).
- [EDI] Barrio, J., Andrés, D.M., Antón, J.L., Física 2. Ed. EDITEX (2009).
- [EVE] Fidalgo Sánchez, J.A., Fernández Pérez, M.R., Física. Bachillerato 2. Ed. Everest. León (2009).
- [McG] Ruiz Santiago, F.J., Tarín Martínez, F., Física Bachillerato 2. Método @pruebas. Ed. McGraw Hill. Aravaca (2009).
- [OXF] Barrio Gómez de Agüero, J. Física 2 Bachillerato. Ed. Oxford Educación (2009).
- [SAN] Vidal Fernández, M.C., Física 2 Bachillerato. Ed. Santillana (2009).
- [SM] Puente, J., Romo, N., Pérez, M., de Dios Alonso, J., Física 2. Ed. SM (2009).
- [VV] Martínez de Murguía Larrechi, M.J., Física. Ed. Vicens Vives (2009).

### De Física General.

- Asimov, I. **Cien preguntas básicas sobre la ciencia**. Ed. Alianza Editorial. Madrid (2010).
- Burbano de Ercilla, S., Burbano García, E., Gracia Muñoz, C. **Física general**. Ed. Mira Editores. Zaragoza (1993).
- Gamow, G. **Biografía de la física**. Ed. Alianza Editorial. Madrid (2001).
- Giancoli, D. C., **Física** (6ª ed.). Ed. Pearson. México (2006).
- Giancoli, D. C., **Física para ciencias e ingeniería con física moderna** (4ª ed.). Ed. Pearson. México (2009).
- Hecht, E. **Física en perspectiva**. Ed. Addison Wesley (Pearson). México (1998).
- Hewitt, P. G. **Física conceptual** (10ª ed.). Ed. Addison Wesley (Pearson). México (2007).
- Mengual, J. I. **Física al alcance de todos** (2ª ed.). Ed. Pearson Educación (2007).
- Perelman, Y. **Física recreativa**. Ed. Mir Moscu (1968).
- Roberts, R. M. **Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia**. Ed. Alianza Editorial. Madrid (1991).
- Sears, F. W, Zemansky, M. W. **Física general**. Ed. Aguilar. Madrid (1974).
- Serway, R. A. **Física**. (5ª ed.) Ed. McGraw Hill. México (2001).
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young H.D., Freedman, R.A. **Física universitaria** (12ª ed.). Ed. Addison Wesley (Pearson). México (2009).
- Tipler, P.A. **Física**. (3ª ed.) Ed. Reverté. Barcelona (1995).
- Tipler, P.A., Mosca, G. **Física para la ciencia y la tecnología**. (6ª ed.) Ed. Reverté. Barcelona (2010).
- White, H.E. **Física moderna**. Ed. Montaner y Simón. Barcelona (1984).

### Material audiovisual

- **El Universo Mecánico** (Arait Multimedia). Capítulos disponibles en:
- <http://www.sabalet.es/2010/02/el-universo-mecanico-todos-los.html>

### Recursos en internet recomendados (de carácter general)

- <http://www.iesnicolascopernico.org/LAMP/>
- <http://oew.innova.uned.es/fisicas/>
- <http://www.acienciasgalilei.com/videos/video0.htm>

## 8. EVALUACIÓN

### 8.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El **Decreto 75/2008**, de 6 de agosto, por el que se establece el currículo de bachillerato en el Principado de Asturias, marca una serie de criterios generales de

evaluación, que constan de un enunciado seguido de una breve descripción, donde se indica el tipo y grado de aprendizaje que se espera hayan alcanzado los alumnos. Dichos criterios son:

1. *Analizar situaciones y obtener y comunicar información sobre fenómenos físicos utilizando las estrategias básicas del trabajo científico, valorando las repercusiones sociales y medioambientales de la actividad científica con una perspectiva compatible con el desarrollo sostenible.*

Es un criterio genérico que se ha de valorar en relación con el resto de criterios. Se trata de evaluar si los alumnos aplican los conceptos y las características básicas del trabajo científico al analizar fenómenos, resolver problemas y realizar trabajos prácticos. A su vez, deberá analizar la repercusión social de determinadas ideas científicas a lo largo de la historia, las consecuencias sociales y medioambientales derivadas de dicho conocimiento científico y sus posibles aplicaciones, proponiendo soluciones a los problemas de forma ética, igualitaria, justa y comprometida con un desarrollo sostenible. Se evaluará la búsqueda y selección de información en las fuentes adecuadas, la capacidad para comunicarla y la citación correcta de los autores y sus fuentes, tanto en los informes personales de las distintas actividades como en las comunicaciones orales que tendrán lugar en algunas de las unidades didácticas. Los trabajos grupales servirán además para evaluar su capacidad de trabajo con una actitud democrática que facilite una convivencia agradable con el resto del grupo.

2. *Valorar la importancia de la ley de la gravitación universal y aplicarla a la resolución de situaciones problemáticas de interés como la determinación de masas de cuerpos celestes, el tratamiento de la gravedad terrestre y el estudio de los movimientos de planetas y satélites.*

Se pretende comprobar si el alumno conoce y valora lo que supuso la gravitación universal en la ruptura de la barrera cielos-Tierra, las dificultades con las que se enfrentó y las repercusiones que tuvo, tanto teóricas (en las ideas sobre el Universo y el lugar que la Tierra ocupa en él), como prácticas (en el desarrollo de satélites artificiales). Se debe constatar que comprenden y distinguen los conceptos que describen la interacción gravitatoria (campo, energía y fuerza), comprenden y realizan representaciones gráficas en términos de líneas de campo, superficies equipotenciales y gráficas potencial-distancia y saben aplicar dichos conceptos en la resolución de problemas relacionados. Se evaluará también si los estudiantes conocen las teorías acerca del origen y evolución del universo, agujeros negros, materia oscura, etc.

3. *Construir un modelo teórico que permita explicar las vibraciones de la materia y su propagación (ondas), aplicación de diversos fenómenos naturales y desarrollos tecnológicos.*

Se pretende evaluar si los alumnos comprenden el fenómeno de la vibración, conocen y aplican las ecuaciones del movimiento vibratorio armónico

simple e interpretan el fenómeno de la resonancia, realizando para ello experiencias que permitan estudiar las leyes que cumplen los resortes y el péndulo simple. Se evaluará si pueden elaborar un modelo sobre las ondas, deducen los valores de las magnitudes características de una onda armónica a partir de su ecuación, y viceversa, explican propiedades ondulatorias cuantitativamente como reflexión y refracción, y cualitativamente como difracción, interferencia de ondas, efecto Doppler, así como la generación y características de las ondas estacionarias. Se comprobará que realizan e interpretan correctamente experiencias realizadas con cubeta de ondas o cuerdas vibrantes. Se evaluará que reconozcan el sonido como una onda longitudinal, identifiquen sus parámetros físicos característicos con los aspectos sensoriales que nos permiten clasificar los sonidos según distintos criterios, conocen los efectos perjudiciales de la contaminación acústica y las formas de paliarla. Se comprobará que determinan experimentalmente la velocidad del sonido en el aire y conocen las aplicaciones más relevantes de los ultrasonidos.

***4. Utilizar los modelos clásicos (corpúscular y ondulatorio) para explicar las distintas propiedades de la luz.***

Se trata de constatar que se conoce la controversia histórica acerca de la naturaleza de la luz. El alumnado deberá describir el espectro electromagnético, aplicar las leyes de la reflexión y la refracción en diferentes situaciones, conocer el fenómeno de la reflexión total y sus aplicaciones, como la transmisión de información por medio de la fibra óptica. Se evaluará si es capaz de obtener imágenes con la cámara oscura, espejos planos o curvos o lentes delgadas, interpretándolas teóricamente en base a un modelo de rayos. Se comprobará que es capaz de realizar actividades prácticas como la determinación del índice de refracción de un vidrio, el manejo de lentes y espejos o la construcción de aparatos ópticos sencillos (telescopio). Se debe constatar que interpreta correctamente el fenómeno de la dispersión de la luz visible, el fundamento de la visión y percepción de los colores, así como el mecanismo de visión del ojo humano y la corrección de los defectos más habituales. Se evaluará si conoce algunas de las aplicaciones de la óptica en áreas como la fotografía, comunicación, investigación o salud.

***5. Usar los conceptos de campo eléctrico y magnético para superar las dificultades que plantea la interacción a distancia, calcular los campos creados por cargas y corrientes rectilíneas y las fuerzas que actúan sobre cargas y corrientes, así como justificar el fundamento de algunas aplicaciones prácticas.***

Se debe comprobar que los estudiantes son capaces de determinar los campos eléctricos o magnéticos producidos en situaciones simples (una o dos cargas, corrientes rectilíneas) y las fuerzas que ejercen dichos campos sobre otras cargas o corrientes. Deberán comprender el funcionamiento de electroimanes motores, instrumentos de medida (como el galvanómetro), u otras

aplicaciones de interés como los tubos de televisión o los aceleradores de partículas.

**6. *Explicar la producción de corriente mediante variaciones del flujo magnético y algunos aspectos de la síntesis de Maxwell, como la predicción y producción de ondas electromagnéticas y la integración de la óptica en el electromagnetismo.***

Se trata de evaluar si se comprende la inducción electromagnética y la producción de campos electromagnéticos, realizando e interpretando experiencias como las de Faraday, la construcción de un transformador, de un dinamo o de un transformador. Deberán justificar críticamente las mejoras que producen algunas aplicaciones relevantes de estos conocimientos (la utilización de distintas fuentes para obtener energía, el uso de las ondas electromagnéticas en la investigación, las telecomunicaciones, la medicina) y los problemas medioambientales y de salud que conllevan (efectos nocivos de la radiación UVA y la protección que brinda la capa de ozono).

**7. *Utilizar los principios de la relatividad especial para explicar una serie de fenómenos: la dilatación del tiempo, la contracción de la longitud y la equivalencia masa-energía.***

A través de este criterio se trata de constatar que el alumno enuncia los postulados de Einstein y valora su repercusión para superar algunas limitaciones de la Física clásica (como la existencia de una velocidad límite o el incumplimiento del principio de relatividad de Galileo por la luz), el cambio que supuso en la interpretación de los conceptos de espacio, tiempo, momento lineal y energía y sus múltiples implicaciones, tanto en el campo de las ciencias (la física nuclear o la astrofísica), sino también en otros ámbitos de la cultura. El alumno debe interpretar cualitativamente las implicaciones de la relatividad sobre el concepto de simultaneidad, la medida de un intervalo de tiempo o de una distancia, así como el conocimiento cuantitativo de la equivalencia masa-energía. Se comprobará que reconoce los casos en que es válida la Física clásica como aproximación a la Física relativista cuando las velocidades y energías son moderadas.

**8. *Conocer la evolución científico-tecnológica que tuvo su origen en la búsqueda de solución a los problemas planteados por los espectros continuos y discontinuos, el efecto fotoeléctrico, etc. y que dio lugar a la Física cuántica y a nuevas y notables tecnologías.***

Según este criterio se evaluará si los alumnos comprenden el problema que supuso para la Física clásica una serie de fenómenos (espectros, efecto fotoeléctrico, etc.) y comprenden que los fotones, electrones, etc. no se consideran ya ni ondas ni partículas, sino que se trata de objetos nuevos con un comportamiento nuevo, el cuántico; y que para explicar dicho comportamiento, fue necesario construir un nuevo cuerpo de conocimientos, la física cuántica, que

permite una mejor comprensión de la materia y el cosmos. Deben conocer la importancia de esa nueva revolución científica y que gran parte de las nuevas tecnologías se basan en la física cuántica (ordenadores, células fotoeléctricas, microscopios electrónicos, etc.). Se comprobará que son capaces de resolver problemas relacionados con el efecto fotoeléctrico, saben calcular la longitud de onda asociada a una partícula en movimiento, interpretan las relaciones de incertidumbre y si reconocen las condiciones en las que es válida la Física clásica como una aproximación a la Física cuántica.

**9. *Aplicar la equivalencia masa-energía para explicar la energía de enlace de los núcleos y su estabilidad, las reacciones nucleares, la radiactividad y sus múltiples aplicaciones y repercusiones.***

Se trata de evaluar si el alumno reconoce la necesidad de una nueva interacción que justifique la estabilidad nuclear, describe los fenómenos de radiactividad (natural y artificial), interpreta la estabilidad de los núcleos a partir del cálculo de las energías de enlace y conoce algunos de los procesos energéticos vinculados con la radiactividad y las reacciones nucleares. Se comprobará que es capaz de utilizar estos conocimientos para comprender y valorar ciertos problemas de interés, como las aplicaciones de los radioisótopos (en medicina, arqueología, etc.) o el armamento y reactores nucleares. Deberán ser conscientes de los riesgos y repercusiones que implican este tipo de aplicaciones (generación de residuos radiactivos, problemas de seguridad, etc.). Deberán entender la importancia del estudio de las partículas elementales y el modo en que éstas interaccionan, para una mejor comprensión del comportamiento de la materia.

## **8.2. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN Y PROCEDIMIENTOS DE RECUPERACIÓN**

Al principio del curso se establecerá: cómo se va a evaluar al alumno, qué tipos de pruebas se van a llevar a cabo, cómo será la corrección y cuáles los criterios de puntuación de las mismas.

### **8.2.1. Instrumentos de evaluación**

Se realizará una **prueba escrita** al término de cada bloque, que incluya los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales trabajados. En ella los alumnos deberán resolver cuestiones, ejercicios y problemas relacionados con el bloque, indicándose en cada uno de los apartados la nota asignada a cada uno.

En la calificación de esta prueba escrita, además de los conocimientos, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos, que supondrán un **15 % de la puntuación**:

Presentación
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Se valorará el orden y la limpieza en la presentación, así como la ortografía y la calidad de la redacción.</li></ul>
Contenido
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Se valorará el uso de esquemas, dibujos, gráficas, diagramas, etc.</li><li>➤ Primará la exposición con rigor científico y precisión en los conceptos.</li><li>➤ Se valorarán las interpretaciones personales correctas.</li><li>➤ <b>No se valorarán las resoluciones sin planteamientos o sin explicaciones.</b></li><li>➤ En la resolución de problemas, se considerará más importante el manejo de los conceptos básicos que el entramado matemático que conduce a la solución correcta. Por ello, a la hora de calificar un problema, se valorará de forma independiente el correcto planteamiento y selección de la estrategia a aplicar y por otro la propia ejecución.</li></ul>

En aras de la aplicación de **evaluación continua** (con carácter formativo y sistemático), la calificación de cada evaluación se obtendrá a partir de la media aritmética ponderada de las notas obtenidas en los distintos exámenes de bloque realizados hasta ese momento. La ponderación se llevará a cabo en base al número de sesiones impartidas para cada bloque, ya que existen grandes diferencias entre unos y otros. Esta nota supondrá el **70 %** de la calificación de la evaluación. El **30 %** restante, en el que también se aplica evaluación continua, se basará en la calificación que merezcan:

- ❖ La realización de las tareas encomendadas, así la puntualidad en su entrega.  
Como se especificó anteriormente, la serie “de domicilio” deberá entregarse (escrita de su puño y letra) en el plazo de una semana tras la finalización de la unidad correspondiente. Las actividades serán similares a las que posteriormente se encontrarán en la prueba escrita del bloque y parte serán ejercicios extraídos de las propias pruebas PAU.
- ❖ La actitud en el aula, mostrando respeto hacia los compañeros y expresándose con corrección y buena educación.
- ❖ La elaboración de un **informe** de las **prácticas de laboratorio** (en las **unidades didácticas** correspondientes) en el que se incluya el fundamento teórico de las mismas, el procedimiento aplicado, incluyendo materiales y métodos, los resultados obtenidos y las principales conclusiones que se pueden extraer de dicho estudio.
- ❖ La realización de la *webquest* propuesta para la unidad didáctica 10 (El Sonido) tendrá el mismo peso que tienen las prácticas de laboratorio y se agrupará con las prácticas correspondientes para proceder a la evaluación.
- ❖ La actitud en el laboratorio, utilizando adecuadamente el material y respetando las normas de seguridad en el laboratorio.
- ❖ La asistencia a clase y la puntualidad.
- ❖ La aportación del material requerido para el desarrollo de la clase.

### **8.2.2. Calificación final**

Como las distintas evaluaciones incluyen un número diferente de bloques y éstos a su vez un número diferente de sesiones, la **calificación final de la materia** se obtendrá entonces, valorando **con un 50 %** la **calificación** resultante de la media aritmética ponderada de las calificaciones obtenidas en los 5 exámenes de bloques, corregidas por los distintos procesos de recuperación (cuando proceda). La ponderación se llevará a cabo en base al número de sesiones impartidas en cada bloque. **Otro 20 %** lo proporcionará una **prueba final “tipo PAU”** para todos los alumnos, y **otro 20 %**, el **trabajo cotidiano** (entrega de series de domicilio). **El 10 %** restante saldrá de la información no estructurada sobre su participación en el aula, el desarrollo de las prácticas de laboratorio, la puntualidad en la entrega de tareas, etc. Todas las calificaciones se efectuarán **de 0 a 10** y para aprobar será preciso obtener una **puntuación igual o superior a 5**.

Si un alumno no supera la prueba escrita de un bloque, la recuperación se llevará a cabo mediante la resolución de una serie de actividades propuestas. La entrega de dichas actividades resueltas correctamente dentro del plazo fijado será suficiente en el caso de que las deficiencias detectadas sean de tipo leve. Los alumnos con mayores dificultades o que no hayan realizado adecuadamente las actividades específicas mencionadas deberán realizar una prueba específica (excepcional) que incluya los contenidos de las unidades desarrolladas esa evaluación.

A efectos de calificación, la nota obtenida por el alumno en la prueba escrita no superada se verá incrementada dos puntos si la valoración de las tareas de recuperación es satisfactorio (>80 % de las actividades correctas), aunque en ese caso, la nota máxima a obtener por este procedimiento sería un 5. Tendrán la obligación de realizar estas tareas todos los alumnos que no alcancen un 4 en la correspondiente prueba escrita.

**a. Evaluación y calificación de alumnos a quienes no se pueda aplicar la evaluación continua.**

Los alumnos que por enfermedad u otras causas debidamente justificadas no puedan asistir con normalidad a clase recibirán todo el apoyo que necesiten para que, realizando ejercicios complementarios, con explicaciones individuales y con pruebas específicas que se adapten a sus circunstancias puedan superar las dificultades con las que se encuentren e incorporarse a la marcha normal del curso.

**b. Alumnos con una sola materia pendiente en la evaluación final ordinaria o extraordinaria**

Según el Proyecto Curricular de Bachillerato, en la evaluación final de los alumnos de 2º que tengan **una sola materia suspensa**, siempre que asistan regularmente a clase y que no hayan abandonado la asignatura, se tendrá en cuenta para su calificación los siguientes indicadores: Actitud en clase; capacidad para el trabajo autónomo y en equipo; capacidad comunicativa oral, escrita y gráfica; y el manejo de las fuentes de información.

**c. Prueba extraordinaria de junio**

Incluirá los contenidos desarrollados a lo largo del curso, será calificada sobre **10 puntos (superada con 5)**. Al igual que en las pruebas escritas desarrolladas a lo largo del curso, se especificará en cada cuestión o ejercicio la puntuación que le corresponda.

**d. Plan de trabajo para la recuperación de los alumnos de 2º de Bachillerato con la Física y Química de 1º pendiente**

Se elaborará un plan de trabajo con el que puedan reforzar los contenidos básicos de la asignatura. Para ello, el material que se les proporcionará consistirá en series de ejercicios y cuestiones a resolver, sobre los contenidos de la materia de 1º. Los deberán entregar resueltos de su puño y letra y se les devolverán corregidos con las recomendaciones acerca de los aspectos a reforzar.

## 9. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

El curso de 2º Bachillerato ya no pertenece a la enseñanza obligatoria, por lo que el tratamiento a la diversidad no tiene las mismas características que en la ESO. Las diferencias en cuanto a capacidades específicas o intereses personales están bastante definidas y la propia organización de la etapa permite responder a la diversidad a través de la elección de los diferentes itinerarios y optativas. Tal es el caso de la materia de Física de 2º Bachillerato, materia optativa y, por tanto, elegida libremente por los estudiantes que, además, en el curso anterior habrán cursado la materia de Física y Química. Las posibles necesidades educativas especiales, no suelen deberse a dificultades para alcanzar los mínimos exigibles por lo que no se precisará llevar a cabo adaptaciones curriculares significativas sino adaptarse a las necesidades del alumno.

Un grupo clase siempre será, en mayor o menor medida, heterogéneo. Será necesario que el profesor conozca las características de cada alumno para poder elaborar un plan de trabajo adecuado, esto es, que ayude a que cada alumno alcance los objetivos marcados inicialmente, con un ambiente de trabajo agradable, que consiga aumentar su grado de motivación, enfocado hacia sus intereses personales, etc.

A rasgos generales, se podrían diferenciar tres grupos de alumnos:

↳ **Alumnos con necesidades educativas específicas.**

- **Alumnos de altas capacidades o más aventajados:** Se realizarán en todas las unidades series de ejercicios con un nivel de dificultad mayor a lo que se exige según los criterios de evaluación. Dicha actividad permitirá a los alumnos más aventajados desarrollar su capacidad y aumentar los conocimientos, mediante el trabajo de temas laterales relacionados con la temática de la unidad didáctica.
- **Alumnos con necesidades educativas especiales.** Se tratará de alumnos con algún tipo de discapacidad sensorial o motora y por tanto, habrá que

ajustarse a sus necesidades. En el caso de discapacidad física, se intentarán realizar las adaptaciones de acceso que fuesen necesarias, dentro de las posibilidades del centro y del profesor, para que el alumno pueda seguir las clases o acceder a ellas con la mayor normalidad posible. En el caso de alumnos con dificultad sensorial, si se trata de ciegos, será necesario una traducción al Braille de los apuntes. Con anterioridad al comienzo de la unidad, la profesora le proporcionará el material necesario al traductor, para que el alumno pueda disponer de ellos. Si se trata de una discapacidad auditiva, será necesario vocalizar de forma correcta y evitar hablar de espaldas a los alumnos o situando la mano u objetos delante de la boca, de forma que se impida la lectura labial.

➤ **Alumnos extranjeros:** No suele ser habitual encontrarse problemáticas en este sentido. En este nivel, cualquier alumno extranjero estará perfectamente adaptado. No será frecuente, por tanto, elaborar procedimientos especiales.

↪ **Alumnos que se encuentran con problemas leves a la hora de conseguir los objetivos curriculares.** Alumnos que no hayan superado la evaluación o en los que se hayan detectado dificultades para seguir el ritmo normal de las clases y las explicaciones. En cualquier caso, se trata de dificultades que se solucionarían con una programación y ayuda más específica. Se les proporcionarán actividades de refuerzo, en orden creciente de dificultad.

↪ **Alumnos que no presentan dificultades:** es decir, aquéllos que consiguen los objetivos propuestos, progresan eficazmente y siguen el ritmo habitual de las clases. No habrá que llevar a cabo ninguna medida especial.

Las lecturas complementarias, vídeos de interés, webs interactivas, etc., pueden ser una vía de atención a la diversidad. Se entregarán en cada unidad lecturas complementarias de diferente índole, seleccionadas según los intereses de cada clase y sus inquietudes (o se facilitarán direcciones web donde localizarlas), que permitan abrir debates y comentar curiosidades. Esto despertará en algunos alumnos el interés sobre ciertos temas que les resulten de interés y suele resultar motivador para ellos.

## 10. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS Y EXTRAESCOLARES

- **Actividades complementarias:** Son de carácter obligatorio y se desarrollan principalmente en el horario lectivo. Se trata de visitas: a la **Facultad de Física**, con visita a los laboratorios y charlas informativas y orientadoras; a la **central térmica de Soto de Ribera** y a los **Servicios Científico-Técnicos** de la Universidad de Oviedo.
- **Actividades extraescolares:** De carácter voluntario, fuera del horario lectivo, como la visita a la Universidad de Oviedo, en las jornadas de puertas abiertas;

participación en las **jornadas de promoción de la investigación**, que se organizan cada año en la Facultad de Químicas; **Semana de la ciencia**, donde se verán ejemplos de diferentes fenómenos físicos en aspectos de la vida cotidiana, relacionados con la tecnología y la sociedad, etc.; participación en la **Olimpiada de Física**.

## 11. SECUENCIACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS

Los **contenidos comunes** recogidos en el **Decreto 75/2008, de 6 de agosto**, por el que se establece el currículo de bachillerato en el Principado de Asturias, deberán ser tenidos en cuenta y aplicados en el desarrollo del resto, y son los siguientes:

1. Utilización de las estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias para su resolución, realización de diseños experimentales teniendo en cuenta las normas de seguridad en los laboratorios y análisis de los resultados y su fiabilidad.
2. Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.
3. Trabajo en equipo en forma igualitaria y cooperativa, valorando las aportaciones individuales y manifestando actitudes democráticas, tolerantes y favorables a la resolución pacífica de los conflictos.
4. Valoración de los métodos y logros de la Física y evaluación de sus aplicaciones tecnológicas, teniendo en cuenta sus impactos medioambientales y sociales
5. Valoración crítica de mensajes, estereotipos y prejuicios que supongan algún tipo de discriminación.

De forma análoga, la parte de “**Ciencia, Tecnología y Sociedad**” no se desarrolla específicamente como bloque independiente, sino que estará presente en los contenidos de los demás bloques a lo largo de toda la materia.

El resto de contenidos se estructuran en torno a tres grandes áreas, que son la **mecánica**, el **electromagnetismo** y la **física moderna**. Se ampliarán los conocimientos de mecánica con el estudio de las vibraciones y ondas en muelles, cuerdas, etc., poniendo de manifiesto la potencia de la mecánica para explicar el comportamiento de la materia. Se estudiará también la gravitación universal, que permitió unificar los criterios terrestres y los celestes. Se abordará el estudio de los campos eléctricos y magnéticos y de la óptica, mostrando la integración de la óptica con el electromagnetismo, convirtiéndose así, junto con la mecánica, en los pilares fundamentales que constituyen la física clásica. Para finalizar, es necesario que los alumnos conozcan la crisis que tuvo lugar a principios del siglo XX, originada por no

poder dar respuesta a una serie de fenómenos mediante la física clásica. Es éste el nacimiento de la física relativista y la física cuántica. Sus ideas básicas así como algunas de sus múltiples aplicaciones se abordarán en el último bloque del temario.

**Otros ámbitos educativos** que se tratarán en los distintos bloques son:

◆ **Educación ambiental:**

- Utilizando los conocimientos sobre producción y transporte de la corriente eléctrica, ver su relación con el medio ambiente y entender la importancia de un consumo responsable.
- Conociendo otro tipo de contaminación, como la acústica o la lumínica.

◆ **Educación para la salud.**

- Conociendo los efectos nocivos que tienen sobre los organismos los distintos tipos de contaminación.
- Haciendo hincapié en las innumerables aplicaciones de la física en el ámbito de la medicina.

◆ **Educación para la paz.**

- Comprendiendo que el desarrollo científico y tecnológico puede ser también utilizado con fines belicistas y que a pesar de que muchos de los desarrollos de la física derivan de la investigación militar, siempre pueden ser utilizados con fines pacíficos.

◆ **Educación moral y cívica.**

- Destacando la importancia de los pequeños gestos individuales en pos de un beneficio común, como puede ser la separación de los residuos, o los pequeños ahorros de recursos en el ámbito cotidiano.
- Analizando las consecuencias negativas que se derivan de cualquier desarrollo tecnológico, aunque éstas no se manifiesten en el corto plazo (como puede ser la problemática de los residuos nucleares).

◆ **Educación para el consumidor.**

- Aprendiendo a valorar el grado de sofisticación tecnológica que alcanza la industria productiva, incluso para los objetos más sencillos y cotidianos.
- Analizando el papel que juegan los medios de comunicación y cómo pueden llegar a influir en nuestros hábitos de consumo y estilos de vida.

A continuación, se indica la distribución de contenidos en las **15 unidades didácticas**:

Bloques de contenidos		Unidades didácticas		Ses.	
Contenidos comunes	I	Interacción gravitatoria	1	El movimiento de los cuerpos celestes	6
			2	Gravitación universal	10
			3	Campo gravitatorio	10
	II	Interacción electromagnética	4	Campo eléctrico	12
			5	Campo magnético	14
			6	Inducción electromagnética	10
	III	Vibraciones y ondas	7	Movimiento armónico simple	9
			8	Movimiento ondulatorio	12
			9	Fenómenos ondulatorios	10
			10	Ondas sonoras	5
	IV	Óptica	11	Naturaleza de la luz	6
			12	Óptica geométrica	10
	V	Física Moderna	13	Principios de relatividad especial	4
			14	Fundamentos de la Física Cuántica	6
			15	Introducción a la Física nuclear y de partículas	6

En relación a la futura entrada en vigor de la **nueva Ley de Educación LOMCE**, cabe destacar que la **presente programación didáctica** podría ser utilizada **sin apenas modificaciones**, ya que los cambios contemplados para la asignatura de Física de 2º de Bachiller son mínimos y no supondrían una modificación sustancial en cuanto al desarrollo de la asignatura. A continuación se indican los cambios más destacables<sup>3</sup>:

- La descripción del **movimiento armónico simple (MAS)** pasa a formar parte de la asignatura de **Física y Química de 1º Bachiller** (Bloque de contenidos: 6.-Cinemática).
- Se establecen los **criterios de evaluación por contenidos** y no sólo por bloque de contenidos.
- Para el criterio de evaluación de cada contenido se establecen a su vez los estándares de aprendizaje evaluables.

<sup>3</sup> Según el borrador del borrador de currículo consultado en febrero de 2014.

## **BLOQUE I. INTERACCIÓN GRAVITATORIA**

### **Unidad 1.-EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS CELESTES**

↪ **Duración estimada:** 6 sesiones.

*El movimiento de los distintos cuerpos celestes ha tenido una influencia abrumadora en la Historia. Pronto se advirtió la regularidad de los movimientos de los astros y se aprovechó ésta para establecer calendarios, mitos, creencias religiosas, etc. Fue más difícil, sin embargo, superar el geocentrismo, al que nos condujo la observación de los cielos desde nuestro punto de vista, y que sólo pudo rebatirse gracias al concurso de mentes preclaras. En esta unidad se estudiarán los fundamentos de esta regularidad y la evolución histórica del conocimiento astronómico.*

#### ↪ **Objetivos**

- Conocer la evolución histórica de las ideas acerca del movimiento planetario.
- Conocer el modelo geocéntrico. Analizar su justificación ideológica y la evolución geométrica que requirió para explicar los datos.
- Conocer el modelo heliocéntrico. Justificar su existencia a partir de los datos y analizar los problemas ideológicos que suscitaba.
- Comprender las leyes de Kepler y utilizarlas para justificar y predecir el movimiento de los cuerpos celestes.
- Comprender y utilizar el concepto de momento angular desde el punto de vista vectorial.
- Entender las condiciones en las que se conserva el momento angular, así como las consecuencias que derivan de la constancia de dicha magnitud.
- Asimilar el significado del centro de masas como punto representativo de un sistema material.
- Comprender las consecuencias que se derivan de la constancia del momento angular en la rotación.
- Aplicar las consideraciones energéticas a la rotación y al movimiento combinado de traslación y rotación.
- Utilizar estos conocimientos para explicar fenómenos observables como la existencia de años bisiestos o la analema solar.

#### ↪ **Contenidos**

#### ↪ **Conceptos**

- El movimiento de los planetas a través de la historia.
  - Teorías geocéntricas.
    - Teoría geocéntrica de Aristóteles.
    - Teoría geocéntrica de Ptolomeo.
  - Teorías heliocéntricas.

- Teoría heliocéntrica de Copérnico.
- Contribución de Galileo.
- Leyes de Kepler.
- Nociones actuales sobre el sistema solar.
- La traslación de los planetas.
  - Momento angular de traslación de los planetas.
  - Consecuencia de la constancia del momento angular planetario.
- El centro de masas.
  - Posición de centro de masas.
  - Movimiento del centro de masas.
  - Centro de masas y movimiento de los cuerpos celestes.
    - Detección de sistemas estelares dobles y de planetas extrasolares<sup>4</sup>.
- Rotación de los cuerpos celestes.
  - Momento angular y rotación de los cuerpos celestes.
    - Constancia en la rotación terrestre.
    - Evolución estelar.
- Origen y formación del Universo.
  - Nacimiento del Universo.
  - Formación de las galaxias.
  - Formación de los planetas de nuestro sistema solar.
  - Unidad de medida de distancias atómicas: el año luz.

#### ↪ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Discutir el modo en que se pueden obtener los datos que permitan estudiar el movimiento de los cuerpos celestes.
- Resolver de cuestiones teóricas que impliquen razonamiento.
- Aplicar el principio de conservación del momento en la resolución de problemas.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Valorar la importancia de establecer modelos que permitan interpretar el movimiento de los cuerpos celestes.
- Valorar la evolución de las teorías en función del perfeccionamiento de los procedimientos de observación, medición y estudio.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Interpretar el movimiento de los cuerpos celestes de acuerdo con un modelo geocéntrico. Conocer el esquema general y los recursos geométricos que utiliza. Establecer las diferencias con respecto a un modelo heliocéntrico.
- Conocer las leyes de Kepler y utilizarlas para obtener y relacionar datos de la posición y la velocidad de los cuerpos celestes.

---

<sup>4</sup> De ahora en adelante y dentro de la concreción de las unidades didácticas, el texto que se encuentre subrayado se entenderá como material de ampliación. Aquello que no se encuentre subrayado, se considerará “**mínimos exigibles**” según el currículo oficial.

- Aplicar el principio de conservación del momento angular a determinadas situaciones y analizar las consecuencias.
- Hacer uso del concepto de momento angular para demostrar el carácter central de la fuerza responsable del movimiento de los planetas y el hecho de que sus órbitas sean estables y planas.

#### ↪ Educación en valores

- Educación cívica: Los grandes avances científicos han tenido históricamente que sobreponerse al *statu quo*. Así, será interesante simular debates entre alumnos acerca de hipotéticos avances científicos cuestionables por la sociedad (por razones éticas, morales o religiosas), en los que se deberá hacer un cambio de roles para que se posicionen en ambos extremos.

#### ↪ Materiales específicos

##### ↪ Lecturas

- Universo, hora cero (G. Smoot, ByN).
- La exploración del espacio y el sistema solar (EVE, 62).

##### ↪ Prácticas de laboratorio

- Dibujo de una maqueta del movimiento retrógrado de Marte.

##### ↪ Videos y webs

- El Universo Mecánico: Capítulo 21.–*Las leyes de Kepler*.
- [www.astro.utoronto.ca/~zhu/ast210/geocentric.html](http://www.astro.utoronto.ca/~zhu/ast210/geocentric.html): permite ampliar la información sobre el **modelo geocéntrico**.
- [www.e-sm.net/f2bach21](http://www.e-sm.net/f2bach21): se puede observar el **movimiento** aparente del **Sol**, la **Luna** y los **planetas** conocidos en la Antigüedad.

## Unidad 2.-GRAVITACIÓN UNIVERSAL

↪ **Duración estimada:** 10 sesiones.

*La ley de la gravitación universal es uno de los grandes hitos científicos de la Historia y, sin embargo, no es abordado hasta el presente curso. Constituye además un inmenso salto de escala respecto de la física que ha sido estudiada hasta este nivel. No obstante, su manifestación en el mundo que nos rodea (desde nuestro propio peso hasta las mareas) resulta de gran utilidad para ayudar a la comprensión por parte del alumnado.*

#### ↪ Objetivos

- Entender el razonamiento de Newton para dar con la causa del movimiento de los cuerpos celestes.

- Conocer y valorar la ley de la gravitación universal como teoría unificadora de la mecánica y como superación de las concepciones precedente sobre la posición de la Tierra en el universo.
- Comprender el alcance la ley de gravitación universal. Manejarla en el ámbito celeste y en el terrestre.
- Utilizar la formulación vectorial de la fuerza gravitatoria para comprender la interacción entre un conjunto de masas puntuales.
- Asimilar la independencia de la masa de los cuerpos en el movimiento de caída libre o en otros que transcurran bajo la aceleración de la gravedad.
- Comprender el significado de la constante  $k$  en la tercera ley de Kepler.
- Reconocer la identidad entre masa inercial y masa gravitatoria.
- Comprender la ley del inverso del cuadrado de la distancia.
- Aplicar los conocimientos sobre la fuerza gravitatoria para comprender algunos fenómenos observables, como el distinto pero de un mismo cuerpo en la Tierra y en la Luna o los ciclos de las mareas.

#### ↩ Contenidos

#### ↩ Conceptos

- Precedentes de la ley de gravitación universal.
- Ley de gravitación universal.
  - Fuerzas gravitatorias en un conjunto de masas.
- Consecuencias de la ley de gravitación universal.
  - Aceleración de caída libre de los cuerpos en las superficies planetarias.
  - Significado físico de la constante  $k$  en la tercera ley de Kepler.
- Análisis de los factores que intervienen en la ley de gravitación universal.
  - La constante de gravitación universal  $G$ .
    - La experiencia de Cavendish.
  - Masa inercial y masa gravitacional.
  - El inverso del cuadrado de la distancia.
- Las mareas: el poderoso influjo de la Luna.
  - Mareas altas o de flujo.
  - Mareas bajas o de reflujo.
  - ¿Cada cuánto tiempo se producen las mareas?
  - Mareas “vivas” y mareas “muertas”.

#### ↩ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Resolver cuestiones teóricas.
- Relacionar datos y modelos matemáticos con fenómenos observados (interpretación del calendario, las mareas, duración del año en los distintos planetas, etc.).
- Adquirir capacidad para manejar datos de orden de magnitud muy diferente.
- Adquirir soltura en la representación gráfica de los problemas a estudiar manejando el lenguaje simbólico.

- Determinar la aceleración gravitatoria a partir de las características de los cuerpos celestes.
- Usar datos orbitales de satélites para la determinación de masas planetarias.
- Utilizar técnicas de resolución de problemas para abordar los relativos a la ley de gravitación universal y las leyes de Kepler.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Respetar el trabajo científico y su independencia frente a ideologías.
- Valorar la enorme trascendencia de la teoría de la gravitación en la comprensión de los fenómenos celestes.
- Valorar la importancia de la física como herramienta para la explicación de fenómenos tan comunes para nosotros como el de las mareas.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Utilizar la ley de gravitación universal para comprender el movimiento de cuerpos celestes y calcular su distancia al Sol y periodo orbital.
- Utilizar el cálculo vectorial para obtener la fuerza gravitatoria que un conjunto de masas puntuales ejercen sobre otra masa.
- Resolver problemas orbitales aplicando la tercera ley de Kepler.
- Calcular valores de aceleración superficial a partir de las características orbitales de planetas y satélites.
- Calcular el peso de un cuerpo en distintos planetas.
- Aplicar la ley del inverso del cuadrado de la distancia.
- Saber explicar el fenómeno de las mareas a la luz de la interacción gravitatoria.

#### ↪ Educación en valores

- Educación cívica: El crecimiento de la física es irregular, alternándose periodos de estancamiento con grandes avances, para los cuales a veces es necesario romper las concepciones establecidas.

#### ↪ Materiales específicos

##### ↪ Lecturas

- El fenómeno de la ingravidez (EDX, 26-27).
- El gran éxito de la ley de gravitación (EDX, 30).

##### ↪ Videos y webs

- El Universo Mecánico: Capítulo 8.–*La manzana y la Luna*.
- <http://grupoorion.unex.es/web/2%BA%20bach%20f%EDSica%20tema2.htm>: Acceso a varias páginas relacionadas con la **ley de la gravitación universal**.
- [http://physics.syr.edu/courses/java/mc\\_html/kepler\\_frame.html](http://physics.syr.edu/courses/java/mc_html/kepler_frame.html): Este *applet* muestra los **vectores velocidad** y **aceleración** durante el recorrido del planeta.

### Unidad 3.-CAMPO GRAVITATORIO

↩ **Duración estimada:** 10 sesiones.

*La ley de la gravitación universal implica la interacción a distancia, sin contacto material entre los cuerpos sometidos a la misma. Este hecho se pudo superar con la ayuda del concepto de campo de fuerzas, ideado por Faraday para explicar otras fuerzas a distancia, las electromagnéticas. El elevado grado de abstracción de este concepto hace que sea indispensable alcanzar un entendimiento claro de la idea de campo.*

#### ↩ Objetivos

- Comprender el concepto de campo como alternativo al de acción a distancia.
- Aplicar el concepto de campo al caso de los cuerpos esféricos.
- Separar conceptualmente la perturbación provocada por un cuerpo en el espacio que le rodea, de la acción que sufre otro que penetra en el campo.
- Aprender a manejar con soltura la función intensidad de campo y la función potencial como dos funciones matemáticas (la primera, vectorial, y la segunda, escalar) que definen la perturbación gravitatoria.
- Obtener una representación gráfica del campo gravitatorio.
- Identificar la Tierra como una distribución continua de masa y abordar el estudio del campo gravitatorio que crea en distintos puntos por encima y por debajo de su superficie.
- Comprender la interacción gravitatoria como una interacción conservativa.
- Utilizar el principio de superposición para determinar el valor del campo creado por un conjunto de masas puntuales.
- Comprender el concepto de energía potencial gravitatoria.
- Entender, desde el punto de vista energético, los aspectos relativos al movimiento de los cuerpos en campos gravitatorios.
- Conocer y comprender la relación entre el trabajo que realizan las fuerzas del campo cuando un cuerpo se desplaza de un punto a otro y la variación de energía potencial en el desplazamiento.
- Reconocer el campo gravitatorio terrestre como el responsable del movimiento de los satélites artificiales.
- Aplicar la ley de gravitación universal y el principio fundamental de la dinámica para estudiar el movimiento de los satélites que orbitan la Tierra.

#### ↩ Contenidos

#### ↩ Conceptos

- Concepto de campo.
  - Superación del problema de acción a distancia.
- El campo gravitatorio.
  - Intensidad del campo gravitatorio.
  - Campos gravitatorios producidos por cuerpos esféricos.

- Campo gravitatorio en el exterior de un cuerpo esférico.
- Campo gravitatorio en el interior de un cuerpo esférico.
- Campo gravitatorio terrestre.
  - Variación del valor de  $g$  superficial con la altitud.
  - Variación del valor de  $g$  superficial con la latitud.
- Principio de superposición de campos.
- El campo gravitatorio desde un enfoque energético.
  - Energía potencial gravitatoria.
    - Energía potencial de un sistema de varias partículas.
  - Potencial gravitatorio.
- Representación gráfica del campo gravitatorio.
  - Representación mediante líneas de fuerza.
  - Representación mediante superficies equipotenciales.
- Aspectos energéticos del movimiento de los cuerpos en un campo gravitatorio.
  - Energía de amarre o ligadura.
  - Velocidad de escape.
    - Asistencia gravitacional.
  - Energía y órbitas.
- Puesta en órbita de satélites artificiales.
  - Disparo de proyectiles.
  - Puesta en órbita por etapas.
  - Energía de puesta en órbita.
  - Cambio de órbita.
- Clasificación orbital de satélites artificiales.
  - Clasificación según la altura de la órbita.
  - Satélites en órbita elíptica.

#### ➤ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Reconocer el campo como un recurso adecuado para estudiar la interacción a distancia.
- Resolver cuestiones y ejercicios relativos al concepto de intensidad de campo.
- Aplicar el principio de superposición de campos.
- Diferenciar la perturbación que provoca un cuerpo de la interacción que sufre un segundo cuerpo por la perturbación creada por el primero.
- Resolver cuestiones y problemas referentes a cuerpos colocados en órbita en el campo gravitatorio terrestre, relacionando energía total, energía potencial, energía cinética, radio de la órbita, periodo y velocidad.
- Resolver problemas y cuestiones relacionadas con fuerzas gravitatorias, intensidad en un punto que rodea a una masa, órbitas de satélites y otras magnitudes que intervienen en los fenómenos gravitatorios.
- Determinar densidades planetarias a partir de la intensidad de campo en la superficie.

- Explicar mediante conceptos y magnitudes físicas algunos fenómenos observables en la naturaleza.
- Calcular energías de escape y de satelización en un campo gravitatorio.
- Analizar los sistemas de propulsión para navegar por el espacio interplanetario.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Mostrar curiosidad por los procedimientos de determinación de masas planetarias a partir de consideraciones orbitales.
- Mostrar interés por conocer más a fondo los problemas teórico-prácticos inherentes a la puesta en órbita de los satélites artificiales o al lanzamiento de misiones de estudio de nuestro sistema solar.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Comprender el concepto de campo gravitatorio y conocer las características propias del campo gravitatorio terrestre.
- Representar gráficamente un campo gravitatorio utilizando líneas de campo y superficies equipotenciales.
- Identificar las fuerzas gravitatorias que actúan sobre los cuerpos, cuando se encuentran sometidos a la interacción gravitatoria terrestre o de otros astros, y relacionar la dirección y el sentido del a fuerza resultante con el efecto que produce.
- Describir los efectos de la gravitación sobre los cuerpos que rodean la Tierra, incluidos los satélites naturales y los artificiales.
- Conocer la relación existente entre la energía potencia gravitatoria y la fuerza del campo gravitatorio.
- Calcular las magnitudes propias del campo (intensidad y potencial) en cualquier punto, incluyendo la aplicación del principio de superposición.
- Determinar la fuerza que actúa sobre una masa situada en el campo debido a una o varias masas, así como la energía potencial de dicha masa en un punto del campo.
- Resolver problemas relativos a campos debidos a cuerpos esféricos.
- Calcular e interpretar el signo del trabajo o la energía que se requiere para que un cuerpo se desplace de un punto a otro de un campo gravitatorio.
- Reconocer las magnitudes y las relaciones entre ellas que se requieren para estudiar el movimiento de satélites.
- Aplicar el principio de conservación de la energía al movimiento de los cuerpos en campos gravitatorios.
- Realizar cálculos relativos al movimiento de los satélites artificiales que orbitan la Tierra. Determinar el peso del satélite, el radio de la órbita, el periodo, etc.
- Determinar la energía que se requiere para poner un satélite en una órbita concreta, para que pase de una órbita a otra o para que escape del campo gravitatorio terrestre.

### ↪ Educación en valores

- **Educación cívica:** Resulta interesante que los alumnos razonen y debatan acerca de si resulta éticamente adecuado gastar miles de millones de euros en investigación espacial, mientras en la tierra acucian hambrunas, entre otros grandes males.
- **Educación medioambiental:** La basura espacial entraña enormes riesgos para el desarrollo de misiones espaciales y para la integridad de los satélites artificiales (y sus ocupantes).

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- Sistema de posicionamiento global: GPS (VV, 121).
- Puesta en órbita de un satélite geoestacionario (EDX, 54-55).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- Deducción del valor de la intensidad del campo gravitatorio mediante un péndulo.

#### ↪ Videos y webs

- **El Universo Mecánico:** Capítulo 23.–*Energía y excentricidad.*
- **El Universo Mecánico:** Capítulo 25.–*De Kepler a Einstein.*
- <http://www.sc.ehu.es/sweb/fisica/celeste/constante/constante/htm>: En esta página se describe la **experiencia de Cavendish** y se propone una experiencia virtual para determinar el valor de G.

## **BLOQUE II. INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

### **Unidad 4.- CAMPO ELÉCTRICO**

↪ **Duración estimada:** 12 sesiones.

*Cuando se estudian objetos cargados eléctricamente, vuelve a ponerse de manifiesto una interacción a distancia entre los mismos. Consecuentemente, se debe acudir nuevamente al concepto de campo (esta vez eléctrico). La búsqueda de paralelismos y diferencias entre ambos tipos de campo ayudará a la comprensión de este concepto tan abstracto.*

#### ↪ Objetivos

- Conocer las propiedades de la carga eléctrica y diferenciar entre materiales conductores y aislantes.
- Utilizar el concepto de campo como recurso para estudiar la interacción electrostática a distancia.
- Conocer y aplicar la ley de Coulomb para calcular la interacción entre diferentes cargas eléctricas.

- Comparar la ley de Gravitación Universal y la ley de Coulomb indicando sus semejanzas y sus diferencias.
- Separar conceptualmente la perturbación que provoca un cuerpo cargado en el espacio que le rodea, de la interacción que otro cuerpo cargado sufre cuando penetra en el campo.
- Definir y comprender el concepto de campo eléctrico. Determinar el campo creado por un conjunto de cargas puntuales aplicando el principio de superposición, en un punto concreto. Determinar la fuerza que experimenta una carga colocada en ese punto.
- Conocer el concepto de potencial eléctrico y expresar la diferencia de potencial entre dos puntos.
- Ser capaz de predecir el movimiento de un cuerpo cargado en el seno de un campo electrostático.
- Manejar con soltura la función intensidad de campo y la función potencial para el estudio cuantitativo de la interacción electrostática.
- Comprender la interacción electrostática como una interacción conservativa.
- Comprender el concepto de potencial eléctrico, calcular el potencial eléctrico producido por varias cargas puntuales y determinar la energía potencial de otra carga colocada en puntos de ese campo.
- Conocer el teorema de Gauss y utilizarlo para determinar el campo y el potencial creado por conductores cargados (distribuciones continuas de carga) en distintos puntos del espacio.
- Conocer las formas de representación del campo eléctrico mediante líneas de campo y superficies equipotenciales.
- Reconocer la estructura de un condensador plano, el campo eléctrico asociado, la capacidad de un condensador y la energía almacenada.
- Comprender la situación dinámica de cuerpos sometidos a la vez a interacción electrostática y gravitatoria.
- Comprender el funcionamiento de la jaula de Faraday como mecanismo de proyección frente a campos eléctricos.

#### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptos

- Carga eléctrica.
  - Propiedades de la carga eléctrica.
  - Materiales conductores y aislantes.
    - Materiales dieléctricos.
- Ley de Coulomb
  - Semejanzas y diferencias entre la ley de la Gravitación Universal y la ley de Coulomb.
- Campo eléctrico.
  - Líneas de campo eléctrico.
  - Principio de superposición.
- Potencial eléctrico.

- Superficies equipotenciales.
- Energía potencial eléctrica.
- Teorema de Gauss.
  - Aplicaciones del teorema de Gauss.
- Movimiento de cargas en campos eléctricos uniformes.
  - Tubo de rayos catódicos.

#### ➤ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Usar el cálculo vectorial para la resolución de interacciones entre varias cargas.
- Resolver cuestiones de tipo conceptual.
- Aplicar el principio de superposición de campos.
- Calcular las magnitudes propias del campo en un punto.
- Aplicar la ley de Coulomb para el cálculo de fuerzas entre cargas eléctricas.
- Resolver problemas sobre el cálculo de la intensidad de campo eléctrico, potencial eléctrico, energía potencial eléctrica y trabajo.
- Utilizar el cálculo integral y diferencial en la determinación de campos debidos a distribuciones homogéneas y continuas de carga.
- Representar el campo eléctrico: líneas de campo y superficies equipotenciales.
- Aplicar el teorema de Gauss para determinar el campo eléctrico de diversas distribuciones de carga de geometría sencilla.
- Representar gráficamente los problemas a estudiar con el lenguaje simbólico adecuado.
- Calcular la capacidad, carga y energía almacenada en un condensador.
- Calcular la capacidad total de asociaciones de condensadores en serie y en paralelo.
- Planificar y realizar experiencias para analizar diferentes fenómenos y procesos relacionados con la electricidad.
- Explicar los fenómenos eléctricos de la vida cotidiana.

#### ➤ Actitudes, valores y normas

- Valorar la importancia del modelo de campo para superar las dificultades de las interacciones a distancia.
- Comprender que el funcionamiento de muchos objetos cotidianos se basa en estudios teóricos laboriosos y encontrar en ello una motivación para seguir estudiando.

#### ➤ Criterios de evaluación

- Mostrar destreza en el manejo de magnitudes escalares y vectoriales.
- Comparar la ley de Gravitación Universal y la ley de Coulomb, comprendiendo sus analogías y sus diferencias.
- Comprender y dar respuesta a cuestiones teóricas. Conocer el significado de los conceptos teóricos involucrados.

- Representar gráficamente los problemas a estudiar manejando la simbología adecuada.
- Representar las líneas de fuerza correspondientes a sistemas de dos cargas, de diferentes magnitudes y de igual o distinto signo.
- Utilizar el principio de superposición para calcular fuerzas que actúan sobre cargas, así como valores del campo eléctrico en un punto.
- Calcular potenciales en un punto y diferencias de potencial entre dos puntos.
- Resolver relaciones de trabajo y energía en un sistema de dos o más cargas. Interpretar el signo del trabajo y/o la energía que se requiere para que un cuerpo cargado se desplace de un punto a otro de un campo eléctrico.
- Representar gráficamente el campo y el potencial creado por cargas puntuales o distribuciones continuas de carga.
- Aplicar el teorema de Gauss en situaciones sencillas de distribución simétrica de carga.
- Analizar y valorar los resultados desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo.
- Identificar e interpretar los fenómenos eléctricos observables en la vida cotidiana.
- Comprender el fundamento del tubo de rayos catódicos.

#### ↪ Educación en valores

- Educación para la salud: Conociendo las características de las interacciones electrostáticas, los alumnos comprenderán y valorarán el peligro que supone no cumplir con las medidas de seguridad indicadas en las especificaciones de muchos aparatos eléctricos.
- Educación para el consumidor: Se manejan conceptos que podemos encontrar en los folletos de especificaciones de multitud de dispositivos eléctricos. Muchas veces nos planteamos si es posible sustituir ciertos accesorios, por otros *similares* de menor precio, con lo que un conocimiento más profundo sobre tema nos podría ahorrar sustos y complicaciones.

#### ↪ Materiales específicos

##### ↪ Lecturas

- Los pararrayos (VV 2009, 145).
- Protección eléctrica: Jaula de Faraday (EDE, 125).

##### ↪ Prácticas de laboratorio

- Representación de líneas equipotenciales.

##### ↪ Vídeos y webs

- El Universo Mecánico: Capítulo 11.–*Gravedad, electricidad y magnetismo*.
- El Universo Mecánico: Capítulo 12.–*El experimento de Milikan*.

- <http://www.scehu.es/sweb/fisica/telemagnet/electrico/cElectrico.html>: Permite introducir el valor y signo de las cargas eléctricas para ver la representación de las **líneas del campo eléctrico** generado.
- <http://www.phas.ucalgary.ca/physlets/systems.htm>: Se puede ver la dirección de la **fuerza eléctrica** ejercida por una carga situada en un campo eléctrico creado por una o varias cargas eléctricas.

## Unidad 5.-CAMPO MAGNÉTICO

↪ **Duración estimada:** 14 sesiones.

*El campo magnético y el campo eléctrico se estudian en unidades independientes, sin embargo son materias complementarias, constitutivas de lo que se conoce como interacción electromagnética. Es por tanto necesario que los alumnos, para los que puede ser su primer contacto con el magnetismo, adquieran la noción de conjunto a la hora de estudiar ambas materias. Se abundará además en la importancia del campo magnético en la vida cotidiana a través de sus aplicaciones científicas (aceleradores, espectrómetros de masas, etc.) y tecnológicas (motores, etc.).*

### ↪ Objetivos

- Conocer las propiedades de los imanes y explicar las causas del magnetismo natural.
- Comprender el concepto de campo magnético y describir el vector campo magnético o inducción magnética.
- Representar el campo magnético mediante líneas de campo y entender sus diferencias con respecto al campo eléctrico.
- Describir el experimento de Oersted y explicar la imantación y el magnetismo natural considerando el concepto de dipolo magnético.
- Comprender la electricidad y el magnetismo como dos aspectos de una misma interacción: la electromagnética.
- Justificar el efecto de la corriente eléctrica sobre los cuerpos imantados, como la aguja de una brújula.
- Entender la ley de Biot y Savart y utilizarla para calcular el campo magnético creado por una carga en movimiento y corrientes eléctricas sencillas. Representar las líneas de campo.
- Conocer las principales aplicaciones de la ley de Biot y Savart para el estudio de la intensidad del campo magnético creado por corrientes eléctricas.
- Comprender la fuerza que actúa sobre una partícula cargada en el seno de un campo magnético uniforme. Describir y analizar el movimiento que realiza la partícula.
- Describir el campo magnético creado por distintos elementos de corriente.
- Comparar las leyes de Biot y Savart, de la Gravitación Universal y de Coulomb analizando sus semejanzas y diferencias.

- Comprender el teorema de Ampère y utilizarlo para calcular el campo magnético en el interior de una bobina.
- Conocer el efecto Meissner que relaciona la superconductividad y el magnetismo.
- Conocer el comportamiento de los distintos tipos de materiales dentro de campos magnéticos. Distinguir entre sustancias paramagnéticas, diamagnéticas y ferromagnéticas.
- Conocer las características del campo magnético terrestre.
- Reconocer los efectos del campo magnético: la ley de Lorentz, la ley de Laplace y sus aplicaciones.
- Explicar el funcionamiento del motor eléctrico, de los instrumentos analógicos de medida y del tubo de rayos catódicos.
- Conocer los aceleradores de partículas y otras tecnologías de investigación.

## ↪ Contenidos

### ↪ Conceptos

- Magnetismo natural.
- Campo magnético.
  - Polos de un imán.
  - Intensidad de campo magnético o inducción magnética.
  - Fenómeno de imantación de otras sustancias.
- Desarrollo del electromagnetismo.
  - Experimento de Oersted.
- Producción del campo magnético.
  - Ley de Biot y Savart.
  - Comparación entre leyes de Biot y Savart, de la Gravitación Universal y de Coulomb.
  - Aplicaciones de la ley de Biot y Savart.
  - Teorema de Ampère. Aplicaciones.
    - Imantación dentro de bobinas.
    - Electroimanes.
- *Superconductividad.*
  - *Efecto Meissner.*
- Campo magnético terrestre.
- Efectos del campo magnético.
  - Ley de Lorentz.
    - Fuerza del campo magnético sobre una carga en movimiento.
    - Trayectoria de una carga en un campo magnético.
    - Aplicaciones de la fuerza de Lorentz.
  - Ley de Laplace.
    - Fuerza del campo magnético sobre una corriente eléctrica rectilínea.
    - Fuerza del campo magnético sobre una espira por la que circula corriente.

- Fuerza entre dos corrientes paralelas.
- Propiedades magnéticas de la materia.
- Aplicaciones del magnetismo.
  - Motor eléctrico de corriente continua.
  - Galvanómetro.
  - Microscopio electrónico.
- Aplicaciones del tubo de los rayos catódicos. El osciloscopio.

#### ↪ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Representar del campo magnético mediante las líneas de inducción magnética.
- Utilizar el cálculo vectorial para determinar direcciones y sentidos de las fuerzas sobre partículas cargadas.
- Explicar las reglas nemotécnicas (regla del sacacorchos) para facilitar las operaciones con las magnitudes vectoriales involucradas.
- Resolver gráfica y analíticamente problemas de cinemática de cargas y conductores sometidos a campos magnéticos.
- Analizar el comportamiento de las partículas dentro del campo magnético según el signo de su carga eléctrica.
- Calcular la intensidad del campo magnético creado por conductores rectilíneos, espiras, bobinas, etc.
- Relacionar el comportamiento magnético de un dispositivo con su comportamiento eléctrico. Interpretar el significado físico de las fórmulas matemáticas que relacionan los campos magnéticos y las corrientes eléctricas.
- Explicar el funcionamiento del motor eléctrico, del espectrómetro de masas y del tubo de los rayos catódicos.
- Diseñar experiencias sencillas para estudiar los campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas y la acción de los campos magnéticos sobre conductores.
- Identificación de fenómenos magnéticos en la vida cotidiana.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Reconocer la importancia en el desarrollo del electromagnetismo del experimento de Oersted y la posibilidad de crear campos magnéticos mediante corrientes eléctricas.
- Valorar la contribución de las aplicaciones del electromagnetismo a la sociedad, en áreas como la medicina o la informática.
- Reconocer la importancia del conocimiento del campo magnético terrestre en diversas aplicaciones, como la orientación gracias a la brújula.
- Interesarse en recabar información histórica sobre la evolución de las explicaciones científicas a los fenómenos magnéticos.

### ↪ Criterios de evaluación

- Conocer las características de los imanes, el magnetismo natural y la base de la imantación de otras sustancias.
- Comprender el fenómeno del magnetismo, para, por ejemplo, saber explicar el funcionamiento de la brújula.
- Conocer el experimento de Oersted y comprender la relación que existe entre los fenómenos eléctricos y magnéticos.
- Comprender la ley de Biot y Savart para relacionar la intensidad de campo magnético y la intensidad de corriente eléctrica.
- Comparar las leyes de Biot y Savart, la de Gravitación Universal y la de Coulomb, analizando sus semejanzas y diferencias.
- Conocer las características del campo magnético terrestre.
- Conocer la ley de Ampère y sus aplicaciones.
- Resolver cuestiones y problemas relacionados con el electromagnetismo.
- Describir el campo magnético producido por cargas en movimiento. Comprender cómo es y calcular el valor del campo producido por casos sencillos de corrientes eléctricas. Representar las líneas de campo en cada caso.
- Determinar la fuerza que actúa sobre una partícula cargada en el seno de un campo magnético uniforme. Analizar y describir el movimiento que realiza dicha partícula.
- Calcular el momento que actúa sobre una espira situada en el seno de un campo magnético uniforme. Explicar el funcionamiento de motores eléctricos e instrumentos de medida.
- Explicar el fundamento electromagnético de dispositivos habituales, como el timbre o el altavoz.
- Comprender el efecto Meissner y la base de funcionamiento de los trenes de levitación magnética.
- Reconocer algunas aplicaciones de la ley de Lorentz, como el espectrógrafo de masa y los aceleradores de partículas.
- Conocer la ley de Laplace. Determinar la fuerza del campo magnético sobre una corriente eléctrica.
- Mostrar destreza en el manejo de magnitudes escalares y vectoriales.

### ↪ Educación en valores

- **Educación para la salud:** Desde productos con supuestos beneficios para la salud por sus dudosas propiedades magnéticas hasta la instalación de líneas de alta tensión cerca de núcleos de población, existen elementos de discusión en el campo del electromagnetismo.

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- La brújula de algunos animales (VV, 177).
- Auroras boreales (EDX, 200).

- Resonancia magnética nuclear (ANA, 227).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- Construcción de un motor sencillo.
- Los imanes.

#### ↪ Videos y webs

- El Universo Mecánico: Capítulo 34.–*Imanes*.
- El Universo Mecánico: Capítulo 35.–*El campo magnético*.
- [www.e-sm.net/f2bach44](http://www.e-sm.net/f2bach44): Permite ampliar la información sobre **Oersted** y el comienzo del electromagnetismo.
- [www.e-sm.net/f2bach45](http://www.e-sm.net/f2bach45): Uso de los imanes en los **trenes maglev**.

## Unidad 6.-INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

↪ **Duración estimada:** 10 sesiones.

*La sociedad actual está plenamente condicionada por dos tecnologías complementarias: la corriente alterna y las telecomunicaciones basadas en las ondas electromagnéticas. En esta unidad se estudian los fundamentos de estas dos áreas de la ciencia y tecnología. También se analizarán otras aplicaciones, como las cocinas y los hornos de inducción, la guitarra eléctrica o el detector de metales.*

#### ↪ Objetivos

- Conocer las experiencias de Faraday y Henry y comprender sus conclusiones sobre la inducción electromagnética.
- Comprender el fenómeno de la inducción debida a variaciones del flujo magnético. Entender las causas físicas que lo determinan y las distintas maneras de inducir una corriente.
- Conocer y comprender la ley de Lenz para determinar el sentido de la corriente eléctrica inducida en un circuito.
- Entender la forma en que se genera una corriente alterna. Conocer el fundamento de los motores y los transformadores.
- Comprender el fenómeno de la autoinducción, las situaciones en las que puede producirse y algunas de sus aplicaciones.
- Conocer las distintas formas de producción de energía por centrales eléctricas, así como las redes de distribución, analizando las ventajas e inconvenientes de cada una.
- Conocer y valorar el impacto ambiental del uso de la energía eléctrica en la sociedad actual.
- Comprender las bases experimentales y los aspectos fundamentales de la síntesis electromagnética de Maxwell.
- Comprender el fenómeno del magnetismo natural.

## Contenidos

### Conceptos

- Inducción electromagnética.
  - Experiencias de Faraday y Henry.
  - Ley de Faraday.
    - Concepto de flujo magnético.
  - Ley de Lenz.
- Formas de inducir una corriente.
- Energía eléctrica.
  - Producción.
    - Obtención.
    - Transporte.
    - Distribución.
  - Impacto medioambiental.
- Fenómeno de la autoinducción.
  - Inductancia.
  - Aplicaciones de la autoinducción.
    - Generadores de corriente continua y alterna.
    - Motores eléctricos.
    - Transformadores
- La unificación de Maxwell del electromagnetismo.
- El magnetismo natural.

### Procedimientos, destrezas y habilidades

- Analizar las situaciones en las que se puede producir, o no, una corriente eléctrica inducida.
- Hacer uso del cálculo diferencial en la resolución de problemas relacionados con la fuerza electromotriz inducida.
- Diseñar y realizar prácticas experimentales sencillas que permitan comprobar la existencia de las corrientes inducidas.
- Utilizar el lenguaje matemático y gráfico en la formulación de las leyes de inducción electromagnética.
- Resolver cuestiones y problemas relacionados con la inducción de corrientes y el fenómeno de la autoinducción.
- Identificar y analizar las transformaciones energéticas que tienen lugar en las centrales eléctricas y en las redes de distribución.
- Relacionar los principios de funcionamiento de dispositivos como el alternador y la dinamo.
- Describir los aspectos fundamentales de la síntesis electromagnética de Maxwell.
- Relacionar los conocimientos teóricos adquiridos con el KERS<sup>5</sup> de la F1.

---

<sup>5</sup> kinetic energy recovery system (sistema de recuperación de la energía cinética).

↪ **Actitudes, valores y normas**

- Comprender la importancia que tuvo el descubrimiento del fenómeno de la inducción de corrientes y el papel que tuvo en la evolución de la sociedad del último siglo.
- Valorar la importancia de los transformadores en el transporte y uso de la energía eléctrica. Relacionarlo con el uso de un mismo dispositivo eléctrico en países con diferente voltaje doméstico.
- Mostrar sentido crítico, teniendo presente el principio de precaución, cuando se analicen los pros y los contras de una instalación de generación o transporte de energía eléctrica.
- Mostrar interés en profundizar en el conocimiento acerca del funcionamiento de ciertos dispositivos eléctricos. Valorar el hecho que el fenómeno de la inducción electromagnética se encuentra *al final de cada enchufe*.

↪ **Criterios de evaluación**

- Conocer las diferentes formas de generar corriente eléctrica a partir de campos magnéticos.
- Entender la ley de Lenz en la determinación del sentido de la corriente eléctrica inducida.
- Analizar si en una situación se va a producir o no una corriente eléctrica inducida, y de ser así, el sentido de la misma.
- Calcular el sentido de la corriente inducida y la fuerza electromotriz en diferentes situaciones aplicando las leyes de Faraday y Lenz.
- Entender el funcionamiento de los distintos generadores de corriente eléctrica.
- Resolver problemas en los que interviene una fuerza electromotriz producida.
- Conocer y distinguir las características de la corriente continua y alterna. Comprender los fundamentos de la producción de una fuerza electromotriz sinusoidal en los generadores de corriente alterna.
- Comprender el fenómeno de la autoinducción. Calcular el coeficiente de autoinducción de una bobina.
- Comprender el funcionamiento de los dispositivos que permiten transformar el voltaje de la corriente eléctrica.
- Entender e identificar los cambios de voltaje que se producen en las distintas fases del transporte de la corriente eléctrica.
- Realizar cálculos de relación entre las magnitudes de entrada y salida de un transformador.
- Ser capaz de hacer un análisis crítico, explicando ventajas e inconvenientes de diferentes centrales de producción eléctrica.
- Comprender el funcionamiento de ciertos dispositivos relacionados con la inducción electromagnética, más o menos cotidianos.
- Comprender las diferencias entre un alternador y una dinamo.

- Conocer algunos aspectos de la síntesis electromagnética de Maxwell: el campo electromagnético, la predicción de las ondas electromagnéticas y la integración con la óptica.
- Diseñar y realizar experiencias sencillas para producir corrientes inducidas.

#### ↪ Educación en valores

- **Educación para el consumidor**: El conocimiento del funcionamiento de dispositivos de uso cotidiano (motores, etc.) permitirá a los alumnos hacer una selección adecuada a la hora de su adquisición y un posterior uso correcto.
- **Educación cívica**: Conociendo la inducción electromagnética, los alumnos estarán más capacitados para analizar de forma crítica las noticias relacionadas con las distintas formas de obtención de energía.
- **Educación medioambiental**: El aspecto medioambiental de la generación de energía eléctrica tiene un papel clave. Se deben analizar los aspectos positivos y negativos de cada opción (coste, tipos de contaminación que produce, impacto ambiental, etc.).

#### ↪ Materiales específicos

##### ↪ Lecturas

- Al final de los cables... siempre hay una bobina girando en un campo magnético (OXF, 180).
- Hornos de inducción. Metalurgia y cocinas (EDE, 177).
- Impacto ambiental de la energía eléctrica (ANA, 253).

##### ↪ Prácticas de laboratorio

- Producción de corriente inducida (MGH, 237; VV, 202).

##### ↪ Videos y webs

- **El Universo Mecánico**: Capítulo 37.–*Inducción electromagnética*.
- **El Universo Mecánico**: Capítulo 38.–*Corrientes alternas*.
- [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/medida\\_campo/medida\\_campo.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/medida_campo/medida_campo.htm): Medición de un **campo magnético** uniforme usando para ello una **bobina** que gira inmersa en él.
- [http://www.walter-fendt.de/ph14s/emwave\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/emwave_s.htm): Animación que muestra la oscilación del **campo eléctrico** y del **campo magnético** durante la propagación de una onda electromagnética.

**BLOQUE III. VIBRACIONES Y ONDAS**

**Unidad 7.-MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE**

↪ **Duración estimada:** 9 sesiones.

*Este tema supone un conocimiento previo imprescindible para afrontar adecuadamente el bloque de Vibraciones y Ondas. Para facilitar la comprensión del MVAS, se realiza una comparativa con el movimiento circular uniforme, por proyección de dicho movimiento sobre un diámetro, dejando claro que se trata de dos movimientos diferentes y que únicamente tienen en común una relación geométrica.*

↪ **Objetivos**

- Conocer lo que son los movimientos periódicos y distinguir entre movimientos periódicos oscilatorios y vibratorios.
- Describir los movimientos armónicos simples, así como los parámetros característicos que lo definen.
- Comprender las ecuaciones matemáticas que describen el movimiento armónico simple, tanto desde el punto de vista cinemático como dinámico.
- Conocer la ley de Hooke.
- Establecer una relación causa-efecto del movimiento con la fuerza que lo produce.
- Analizar las transformaciones energéticas que tienen lugar en un movimiento vibratorio armónico simple.
- Conocer y manejar las ecuaciones que describen el movimiento de un oscilador armónico.
- Deducir la ecuación de posición de un oscilador a partir de sus gráficas y viceversa, representar las gráficas del movimiento a partir de su ecuación.
- Elaborar gráficas que identifiquen las características del MVAS, identificando los puntos en los que la elongación, velocidad y aceleración toman valores máximos, mínimos y nulos.
- Entender el movimiento de un oscilador desde el punto de vista de la conservación de energía. Analizar los diferentes tipos de energía que posee un cuerpo con MVAS.
- Comprender las expresiones matemáticas que relacionan la energía de un oscilador armónico con su posición.
- Resolver ejercicios relativos al MVAS, que impliquen el cálculo de la posición, velocidad y aceleración de partículas vibrantes.
- Distinguir la fuerza perturbadora de la fuerza recuperadora que provoca el MVAS.
- Analizar experimental y analíticamente el movimiento de un muelle suspendido verticalmente.
- Describir el movimiento de un péndulo en aproximación armónica.

- Explicar, mediante conceptos y magnitudes físicas, los fenómenos periódicos observables en la naturaleza.
- Conocer los fenómenos de atenuación y resonancia.
- Conocer la explicación física de la caída del puente de Tacoma Narrows.
- Comprobar de forma experimental la relación entre el periodo de un oscilador y sus características físicas. Particularizarlo para los casos de péndulo simple y muelles.

### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptos

- Movimientos periódicos.
  - Parámetros físicos que caracterizan los movimientos periódicos.
  - Movimientos oscilatorios y vibratorios.
- Movimiento vibratorio armónico simple (MVAS).
  - Parámetros físicos que caracterizan un MVAS.
  - Ecuaciones del MVAS:
    - Ecuación de la elongación.
    - Ecuación de la velocidad.
    - Ecuación de la aceleración.
    - Representación gráfica.
- Fuerza productora del movimiento armónico simple.
  - Caso de una masa,  $m$ , unida a un muelle.
  - Péndulo simple.
- Energía de un oscilador armónico simple.
  - Energía cinética.
  - Energía potencial.
  - Energía mecánica. Conservación de la energía.
  - Representación gráfica de la energía de un MVAS.
- Resonancia.
- Amortiguamiento del movimiento vibratorio.

#### ↪ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Explicar el movimiento armónico por comparación con el movimiento circular uniforme.
- Describir el movimiento del péndulo simple y de muelles en determinadas condiciones.
- Obtener los parámetros de un oscilador a partir de su ecuación, y viceversa.
- Representar gráficamente la elongación de un MVAS en función del tiempo.
- Deducir la ecuación de posición, velocidad y aceleración a partir de la representación gráfica del movimiento.
- Representar gráficamente la velocidad y aceleración de un MVAS en función del tiempo.

- Describir las características de las fuerzas que producen los movimientos vibratorios.
- Aplicar el principio de conservación de la energía al oscilador armónico.
- Cálculo de la energía cinética, potencial y mecánica de un MVAS.
- Describir cualitativamente el fenómeno de la resonancia.
- Diseñar y realizar experiencias que permitan la comprobación de las hipótesis formuladas para el análisis de MVAS.
- Determinar experimentalmente el periodo de un péndulo.
- Determinar experimentalmente la constante elástica  $k$  de un muelle. Analizar los factores que influyen en dicha constante elástica.
- Analizar los diferentes movimientos oscilatorios y vibratorios frecuentes en la naturaleza y en la vida cotidiana.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Valorar la gran cantidad y diversidad de movimientos armónicos que ocurren a nuestro alrededor.
- Desarrollar curiosidad científica que les haga diseñar experiencias con las que se puedan comprobar las hipótesis formuladas, o las relaciones matemáticas que se deducen de forma teórica.
- Valorar la importancia del fenómeno de la resonancia en numerosos fenómenos, a escala macroscópica y atómica.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Explicar las características de los movimientos periódicos.
- Comprender las características de los MVAS.
- Identificar las magnitudes características de un movimiento armónico simple.
- Obtener la ecuación de un oscilador a partir de sus parámetros característicos, y viceversa, obtener dichos parámetros a partir de la ecuación.
- Relacionar las características del movimiento (periodo, frecuencia, etc.) con las propias o dinámicas del oscilador (masa, constante  $k$ , longitud, etc.).
- Partiendo de una de las ecuaciones del movimiento armónico simple (posición, velocidad o aceleración, en función del tiempo), obtener las demás ecuaciones y sus parámetros característicos.
- Calcular la posición, velocidad y aceleración de un movimiento armónico simple. Representarlas gráficamente e identificar los puntos que presenten valores máximos, mínimos o nulos de cada variable.
- Analizar y describir los cambios energéticos que se producen en un oscilador armónico.
- Calcular el valor de cada tipo de energía en función de la posición del cuerpo. Representarlas gráficamente.
- Realizar un estudio mecánico y energético del movimiento del péndulo. Llevar a cabo un análisis de las condiciones en las que se comporta como oscilador armónico y aquéllas en las que se desvía de dicho comportamiento.

### ↪ Educación en valores

- **Educación cívica:** en las sesiones experimentales se pueden establecer grupos de trabajo. Esto ayudará a que los alumnos se habitúen al trabajo en equipo, escuchando y respetando opiniones ajenas en la etapa de diseño, y repartiendo y organizando equitativamente el trabajo experimental.

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- El péndulo de Foucault (VV, 45; EDX, 84).
- Oscilaciones reales y resonancia (ANA, 109).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- Medida de la constante elástica de un muelle.
- Medida del periodo de un péndulo simple.
- Determinación de “g” mediante un péndulo simple.

#### ↪ Vídeos y webs

- **El Universo Mecánico:** Capítulo 16.–*Movimiento armónico.*
- **El Universo Mecánico:** Capítulo 17.–*Resonancia.*
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/mas/mas.htm> Incluye *applet* en el que se representa la **energía potencial** de un MAS.
- [http://www.walter-fendt.de/ph14s/springpendulum\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/springpendulum_s.htm) Muestra el movimiento de un **muelle** que oscila. Se representa, además, la gráfica de la elongación, velocidad, aceleración, fuerza o energía en función del tiempo.

## Unidad 8.-MOVIMIENTO ONDULATORIO

↪ **Duración estimada:** 12 sesiones.

*Las ondas nos rodean por doquier: vemos y oímos gracias a ellas. Sin embargo, a pesar de las diferencias entre los distintos tipos de onda el movimiento ondulatorio puede estudiarse de forma genérica, como movimiento vibratorio armónico simple que se propaga a través de un medio. En esta unidad se verá una clasificación de las ondas, sus principales características y su propagación.*

### ↪ Objetivos

- Comprender los conceptos fundamentales del movimiento ondulatorio.
- Reconocer la propagación de un pulso mecánico por un material elástico.
- Definir el concepto de onda.
- Comprender el concepto de transporte de energía sin que se produzca transporte de materia.
- Clasificar las ondas mecánicas en función de las características de su propagación.

- Conocer las magnitudes que caracterizan un movimiento ondulatorio.
- Comprender los conceptos de frente de onda y rayo.
- Identificar ejemplos de ondas mecánicas periódicas transversales y longitudinales.
- Reconocer las distintas formas de escribir las ecuaciones de propagación de las ondas mecánicas, deduciendo los valores de los parámetros características, y viceversa, y escribir la ecuación a partir de los parámetros.
- Deducir la ecuación de una onda armónica unidimensional y transversal; comprobar y comprender la existencia de una doble periodicidad.
- Determinar las ecuaciones que expresan la velocidad y la aceleración de vibración de partículas del medio.
- Reconocer las energías mecánica, cinética y potencial que se transmiten cuando una onda se propaga a través de un medio.
- Identificar las ondas como una forma de propagación de energía y que ésta disminuye debido a diferentes fenómenos: atenuación y absorción.
- Entender los conceptos de potencia de una onda e intensidad de una onda armónica esférica.

## ↪ Contenidos

### ↪ Conceptos

- El movimiento ondulatorio.
  - Pulso y tren de ondas. Frente de ondas.
- Clasificación de las ondas.
- Magnitudes características de una onda.
  - Periodo.
  - Amplitud.
  - Frecuencia.
  - Longitud de onda.
  - Fase.
  - Número de ondas.
- Velocidad de propagación.
- Ecuación de una onda armónica unidimensional.
- Energía e intensidad del movimiento ondulatorio.
  - Absorción de las ondas.

### ↪ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Observar y analizar los movimientos ondulatorios de la vida cotidiana.
- Representar gráfica y calcular los valores de sus parámetros característicos (amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia, velocidad) a partir de la ecuación de la onda, y viceversa.
- Determinar la función de onda, el número de ondas y las ecuaciones de velocidad y aceleración de las partículas del medio.
- Comprobar la doble periodicidad de la función de onda.

- Utilizar las técnicas de resolución de problemas para abordar los relativos a los movimientos ondulatorios.
- Determinar la energía mecánica total de una onda.
- Determinar la intensidad de una onda y de su disminución con la distancia.
- Calcular la amplitud y la intensidad de las ondas a cierta distancia del foco emisor.
- Diseñar y realizar montajes experimentales para estudiar las características de las ondas y su propagación.
- Elaborar informes para comunicar los resultados y conclusiones obtenidas en los trabajos de laboratorio.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Reconocer la importancia del estudio de las propiedades de las ondas para explicar fenómenos que tienen lugar a nuestro alrededor.
- Comprender la importancia de los modelos matemáticos para el conocimiento de ciertos fenómenos.
- Interesarse por realizar experiencias que permitan analizar los fenómenos ondulatorios.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Conocer las características de una onda e identificar movimientos ondulatorios habituales.
- Describir y explicar la propagación de energía en los distintos tipos de ondas.
- Interpretar y construir diagramas y esquemas donde se representen los frentes de onda y rayos.
- Analizar las características de una onda mecánica periódica transversal y longitudinal.
- Reconocer la doble periodicidad de las ondas.
- Determinar la función de una onda a partir de sus parámetros característicos, y viceversa.
- Deducir y aplicar la ecuación de una onda armónica unidimensional y transversal.
- Relacionar la ecuación de una onda con la gráfica que la representa, y viceversa.
- Resolver problemas relacionados con la velocidad de vibración y la aceleración de las partículas del medio.
- Resolver problemas relacionados con la energía cinética, potencial y mecánica transmitida por una onda.
- Comprender los conceptos de potencia e intensidad de onda.
- Comprender por qué sucede la disminución de intensidad de una onda con la distancia al foco emisor. Distinguir los fenómenos de atenuación y de absorción de una onda en situaciones concretas.

↪ Educación en valores

- Educación para el consumidor: En este tema, se conocerá el significado de magnitudes físicas que nos podemos encontrar en las especificaciones de aparatos que usamos de forma habitual.

↪ Materiales específicos

↪ Lecturas

- El universo de las ondas (ANA, 171).

↪ Videos y webs

- El Universo Mecánico: Capítulo 18.–*Ondas*.
- [www.e-sm.net/f2bach31](http://www.e-sm.net/f2bach31): Saber más acerca de los **terremotos** y la explicación física de los fenómenos que tienen lugar.

**Unidad 9.-FENÓMENOS ONDULATORIOS**

↪ **Duración estimada:** 10 sesiones.

*Los fenómenos ondulatorios, como reflexión, refracción, difracción o interferencia de ondas nos rodean. Su estudio resulta esencial tanto desde el punto de vista teórico como práctico, ya sea porque ocurren de forma natural o porque constituyen el principio de funcionamiento de innumerables ingenios tecnológicos, estos fenómenos hacen que la vida sea tal y como la conocemos.*

↪ Objetivos

- Comprender y enunciar el principio de Huygens y aplicarlo para explicar los fenómenos ondulatorios.
- Comprender el fenómeno de la difracción y la influencia que tiene la longitud de onda de la onda incidente.
- Conocer las leyes de la reflexión y la refracción. Explicación de dichos fenómenos aplicando el principio de Huygens.
- Conocer el principio de superposición de las ondas y describir los fenómenos de interferencias (constructivas y destructivas).
- Aplicar el principio de superposición para deducir la ecuación de la interferencia de dos ondas armónicas coherentes, identificando los casos extremos.
- Comprender el concepto de onda estacionaria y aplicarlo a caso de tubos y cuerdas.
- Comprender qué es la polarización de ondas transversales y describir los distintos tipos de polarización.

↪ Contenidos

↪ Conceptuales

- Principio de Huygens.

- Reflexión de ondas.
- Refracción de ondas.
- Difracción de ondas.
- Interferencias de ondas armónicas.
  - Interferencias constructivas.
  - Interferencias destructivas.
- Ondas estacionarias.
  - Localización de nodos y vientres.
  - Frecuencias de ondas estacionarias.
    - En cuerdas vibrantes.
    - En tubos abiertos por uno o dos extremos.
    - En una barra fija en un punto.
- Polarización de las ondas.

#### ↪ **Procedimientos, destrezas y habilidades**

- Deducir las leyes de la reflexión y de la refracción a partir del principio de Huygens.
- Utilizar el lenguaje matemático y gráfico para la representación de los fenómenos ondulatorios.
- Aplicar el principio de superposición en la formación de interferencias y ondas estacionarias.
- Deducir y aplicar las condiciones de interferencia constructiva y destructiva.
- Deducir la ecuación de la onda resultante de la interferencia de dos ondas armónicas coherentes.
- Calcular la frecuencia de la pulsación y el periodo a partir de las ecuaciones de onda que interfieren.
- Deducir la ecuación de una onda estacionaria.
- Determinar el número y posición de vientres y nodos, así como de la distancia entre ellos.
- Determinar los modos normales de vibración en cuerdas y tubos a partir de la ecuación de la onda estacionaria.
- Planificar y realizar experiencias sobre las propiedades de las ondas (utilizando, por ejemplo, la cubeta de onda).
- Explicar los fenómenos ondulatorios observables en la vida cotidiana.

#### ↪ **Actitudes, valores y normas**

- Valorar la importancia de las matemáticas como herramienta en la resolución de problemas del resto de áreas académicas.
- Aceptar que la suma de dos fenómenos no siempre conduce a un fenómeno de mayor magnitud. Comprender las interferencias constructivas y destructivas.
- Tomar conciencia de la importancia de los fenómenos ondulatorios en áreas como pueden ser las comunicaciones o tecnología.

### ↪ Criterios de evaluación

- Comprender y enunciar el principio de Huygens y aplicarlo para explicar los fenómenos de reflexión, refracción y difracción.
- Utilizar el principio de superposición para estudiar las interferencias entre dos ondas.
- Utilizar los conceptos de reflexión y refracción de una onda para resolver cuestiones, ejercicios y problemas asociados a dichos conceptos.
- Resolver cuestiones, ejercicios y problemas aplicando el principio de superposición de ondas.
- Escribir la ecuación de la onda resultante de la interferencia de dos ondas y determinar si hay interferencia constructiva o destructiva en un punto concreto.
- Comprender qué son las ondas estacionarias y aplicar dichos conceptos en la resolución de problemas sobre ondas estacionarias en tubos y cuerdas.
- Calcular la frecuencia fundamental y los armónicos de ondas estacionarias en casos sencillos.
- Determinar la ecuación de una onda estacionaria.
- Explicar fenómenos ondulatorios observables en la vida cotidiana.
- Describir la aplicación de los fenómenos ondulatorios en diversos ámbitos de la actividad humana.

### ↪ Educación en valores

- **Educación medioambiental:** La explotación de la Tierra de una manera descontrolada puede dar lugar a fenómenos que se propagan de forma análoga a como lo hace un terremoto. En este tema, se conocerá más acerca de, por ejemplo, la formación y propagación de aludes, aspectos a tener en cuenta en el diseño de un muelle o un embarcadero.

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- Terremotos: ondas sísmicas (VV, 69).
- Los seísmos. Escalas de Mercalli y Richter (ECE, 126).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- La cubeta de ondas.
- Construcción de un modelo mecánico para interpretar la refracción de ondas planas.

#### ↪ Vídeos y webs

- **El Universo Mecánico**: Capítulo 18 – *Ondas*.
- [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/interferencia\\_0/interferencia.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/interferencia_0/interferencia.htm)  
Muestra de manera gráfica la **interferencia** de dos ondas.
- [www.e-sm.net/f2bach33](http://www.e-sm.net/f2bach33) Amplía la información sobre **ondas estacionarias**.

## Unidad 10.-EL SONIDO

↪ **Duración estimada:** 5 sesiones.

*Una vez establecidas las bases del movimiento ondulatorio, esta unidad se centra en el caso particular del sonido, abordando su naturaleza y sus características, su propagación, los fenómenos que experimenta y la manera en que lo percibimos. Se lleva a cabo también una aproximación teórica a la física de los instrumentos musicales.*

### ↪ Objetivos

- Estudiar el sonido como un tipo de onda mecánica, así como las características de su propagación.
- Conocer los factores de los que depende la velocidad de propagación del sonido y los métodos para determinarla.
- Conocer los parámetros físicos que caracterizan a una onda sonora.
- Relacionar los parámetros físicos con las características sensoriales del sonido.
- Comprender los fenómenos de reflexión, refracción y difracción de las ondas sonoras.
- Comprender los fenómenos de eco y reverberación, así como su importancia en la construcción de teatros o auditorios.
- Comprender los fenómenos de interferencia de ondas por diferencia de caminos recorridos.
- Entender cómo se establecen ondas estacionarias en tubos abiertos y cuerdas vibrantes.
- Determinar numéricamente sus características físicas.
- Comprender y explicar el efecto Doppler.
- Conocer el funcionamiento del órgano de la audición.
- Analizar la gravedad que puede tener la contaminación acústica y las medidas que se han de tomar para evitarla.
- Conocer las aplicaciones de los ultrasonidos.
- Explicar cualitativamente el funcionamiento del radar y el sónar.

### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptuales

- Naturaleza y propagación del sonido.
- Velocidad de propagación en los distintos medios materiales.
- Cualidades del sonido.
- Propiedades de las ondas sonoras.
  - Reflexión del sonido: eco y reverberación.
  - Refracción del sonido.
  - Difracción del sonido.
  - Interferencias sonoras.

- Constructivas y destructivas.
- Pulsaciones.
- Ondas estacionarias.
  - En tubos abiertos.
  - En cuerdas vibrantes.
  - Posición de vientres y nodos.
  - Frecuencia fundamental y armónicos.
- Resonancia acústica.
- Efecto Doppler.
- Contaminación acústica.
  - Efectos perjudiciales.
  - Medidas de prevención.
- Aplicaciones de las ondas sonoras.
  - Ultrasonidos.
  - Rádar.
  - Sónar.

#### ➤ **Procedimientos, destrezas y habilidades**

- Caracterizar las ondas sonoras a nivel teórico y experimental.
- Determinar la velocidad de propagación del sonido en diferentes medios. Analizar los factores que influyen en la velocidad de propagación.
- Resolver cuestiones y problemas referentes al cálculo de los distintos parámetros que definen una onda sonora.
- Resolver los problemas de intensidad sonora mediante la aplicación del cálculo logarítmico.
- Dar respuesta a cuestiones y resolver ejercicios numéricos relacionados con las propiedades ondulatorias del sonido.
- Determinar las frecuencias fundamentales de vibración y armónicos en tubos y cuerdas, a partir de la ecuación de onda estacionaria. Aplicación de dichos conceptos a los instrumentos musicales.
- Resolver cuestiones y problemas relacionados con el efecto Doppler. Aplicar las ecuaciones correspondientes para conocer la variación de la frecuencia de una onda sonora en tales casos.
- Informarse sobre las aplicaciones tecnológicas basadas en las ondas.
- Analizar los fenómenos sonoros más habituales.
- Diseñar y realizar experimentos que pongan de manifiesto las propiedades de las ondas sonoras.
- Elaborar informes para comunicar los resultados y conclusiones obtenidos en el trabajo experimental.
- Utilizar técnicas de consulta bibliográfica para la elaboración de informes sobre la contaminación acústica.
- Conocer aplicaciones de las ondas sonoras en otras áreas (detección, medicina, diagnóstico, seguridad, etc.).

↪ **Actitudes, valores y normas**

- Tomar conciencia de los fenómenos ondulatorios, concretamente de los sonoros, en nuestra civilización y la trascendencia social de sus aplicaciones.
- Valorar la importancia que tiene la contaminación acústica en la vida cotidiana.
- Mostrar interés por el fundamento físico de los instrumentos musicales.

↪ **Criterios de evaluación**

- Comprender qué son las ondas sonoras y cómo se propagan.
- Determinar la velocidad de propagación en distintos medios y condiciones.
- Conocer que la velocidad del sonido en un fluido depende de su naturaleza y para el caso de un gas es proporcional a la raíz cuadrada de la temperatura e inversamente proporcional a la masa molar.
- Determinar los parámetros físicos que definen una onda sonora y relacionar entre sí los diferentes conceptos.
- Aplicar las propiedades generales de las ondas al caso de las ondas sonoras e interpretar las consecuencias que derivan de ello.
- Analizar físicamente las ondas sonoras y relacionarlas con las propiedades sensoriales conocidas.
- Analizar el establecimiento de ondas estacionarias en tubos sonoros y cuerdas vibrantes, determinando los correspondientes armónicos.
- Comprender el efecto Doppler y resolver problemas relativos a fuentes sonoras en movimiento, observador en movimiento o ambos.
- Explicar fenómenos sonoros conocidos como el eco o la reverberación.
- Comprender el fundamento de la audición y describir en funcionamiento del oído.
- Conocer los efectos perjudiciales de la contaminación acústica y qué es lo que hace que un material sea un aislante acústico.
- Conocer el fundamento de otras aplicaciones de las ondas sonoras.
- Diseñar y llevar a cabo experiencias sencillas que pongan de manifiesto o permitan analizar fenómenos como la interferencia de ondas y pulsaciones. Elaborar informes escritos sobre las prácticas experimentales llevadas a cabo.

↪ **Educación en valores**

- **Educación para la salud**: A diario ponemos en riesgo nuestra salud auditiva (p. ej. con el uso de auriculares a todo volumen). Los alumnos deben conocer que continuar con estas prácticas durante pocos años más, les puede acarrear importantes problemas auditivos.
- **Educación medioambiental**: Conocer la gravedad de la contaminación acústica y las medidas que se han de llevar a cabo para evitarla o minimizarla.
- **Educación cívica**: Evitar la contaminación acústica es una muestra de respeto hacia los que nos rodean.

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- La barrera del sonido (VV, 93).
- Ultrasonidos (EDB, 138; EDX 116).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- Determinación de la velocidad del sonido en el aire mediante el tubo de Kund.
- Interferencia de ondas. Efecto del camino recorrido. Tubo de Quincke.
- Realización de la *webquest* propuesta para esta unidad en la que se incluyen actividades de análisis de las ondas sonoras con el uso del software de análisis de sonido “Audacity” (v. 2.0.5). Dicha actividad se explica más detalladamente en el Apartado III (Propuesta de Innovación) incluido en el presente Trabajo Fin de Máster.

#### ↪ Vídeos y webs

- [www.e-sm.net/f2bach34](http://www.e-sm.net/f2bach34): **Ondas estacionarias** en los **instrumentos** musicales.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/doppler/doppler.html>: Representa los **cambios** que se producen en las **ondas** emitidas cuando se mueven tanto el foco emisor como el receptor.

## BLOQUE IV. ÓPTICA

### Unidad 11.-NATURALEZA DE LA LUZ

↪ **Duración estimada:** 6 sesiones.

*Descubrimientos experimentales obligaron a revisar sucesivamente el concepto que se tenía de la luz. Se estudiará la naturaleza y propiedades de la luz y su interacción con la materia. Se analizarán los fenómenos que se puedan explicar con los modelos teóricos y se dará respuesta a multitud de fenómenos observables en el ámbito cotidiano.*

#### ↪ Objetivos

- Conocer los principales modelos que han ido surgiendo para explicar la naturaleza de la luz y analizar la controversia histórica que este tema ocasionó.
- Comparar el modelo corpuscular y el modelo ondulatorio de la luz, reconociendo los fenómenos que justifican cada uno de los modelos.
- Entender el modelo electromagnético de Maxwell y la dualidad onda-corpúsculo y como los estudios fueron decantando la controversia hacia una teoría dual.

- Conocer como se propagan las ondas electromagnéticas en el vacío y los métodos de Römer y Fizeau para la determinación de la velocidad de la luz.
- Conocer el espectro electromagnético e identificar las diferentes regiones en las que se divide, con sus características y aplicaciones.
- Comprender las leyes que rigen los fenómenos de la reflexión y la refracción de la luz.
- Entender e interpretar las propiedades netamente ondulatorias de la luz: interferencia, difracción y polarización.
- Conocer las experiencias de Young y Fresnel.
- Conocer los fenómenos relativos a la interacción luz-materia.
- Conocer el efecto Doppler de la luz y comprender las conclusiones que de él se deducen, con respecto a la evolución del universo.
- Conocer los distintos métodos de polarización de la luz, así como algunas de las aplicaciones de la luz polarizada.
- Conocer las principales aplicaciones de la luz láser y las características de este tipo de radiación.
- Identificar la luz como fenómeno ondulatorio y relacionar las características de una radiación luminosa (longitud de onda, periodo, frecuencia y velocidad de propagación) con la ecuación de onda correspondiente.
- Relacionar la propagación rectilínea de la luz con los eclipses de Sol y de Luna y la formación de sombras y penumbras.
- Comprender hechos experimentales relacionados con la luz y los fenómenos comentados anteriormente. Entender el fundamento teórico de las ilusiones ópticas, la aparición del arco iris, la reflexión total y la fibra óptica, etc.

#### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptos

- Controversia histórica y evolución de las teorías acerca de la naturaleza de la luz
  - Modelo corpuscular de Newton.
  - Modelo ondulatorio de Huygens.
  - La doble naturaleza corpuscular y ondulatoria de la luz.
- El espectro electromagnético.
- Propagación rectilínea de la luz.
  - Velocidad de propagación de la luz.
    - Experimentos de Römer y Fizeau y Foucault.
  - Sombras y penumbras.
  - Eclipses.
  - Reflexión.
  - Refracción.
- Fenómenos ondulatorios de la luz.
  - Interferencias.
    - Experimento de la doble rendija de Young.

- Difracción.
- Polarización.
- Absorción y medida de la energía luminosa.
- Relaciones matemáticas de la intensidad luminosa. Leyes de Lambert.
- Dispersión de la luz: el porqué del color del cielo y de su variación al amanecer y al atardecer.

#### ↪ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Esquematizar situaciones físicas relativas a la propagación de la luz e identificar las leyes relacionadas.
- Resolver cuestiones relativas a la reflexión, refracción y difracción de la luz.
- Resolver ejercicios relativos a la reflexión y refracción.
- Elaborar diagramas del recorrido de los rayos de luz de los fenómenos estudiados, en medios con distinto índice de refracción.
- Determinar las dimensiones de rendijas a través del fenómeno de la difracción.
- Diseñar y realizar prácticas sobre la reflexión, refracción, difracción e interferencias de ondas.
- Analizar los resultados obtenidos en el experimento de la doble rendija de Young.
- Explicar las figuras que resultan de la difracción de un haz de luz monocromática a través de rendijas u obstáculos pequeños.
- Explicar los fundamentos que rigen los fenómenos luminosos más conocidos.
- Explicar fenómenos cotidianos relacionados con los fenómenos ondulatorios de la luz: espejismos, arco iris o color del cielo.
- Elaborar informes de las experiencias llevadas a cabo y de los resultados obtenidos.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Analizar el hecho de que los mismos fenómenos pueden ser interpretados mediante diferentes teorías.
- Valorar las conclusiones obtenidas por personas cuyos métodos de trabajo no son comparables a los que se tienen en la era tecnológica en la que nos encontramos.
- Valorar la mejora de nuestra calidad de vida que suponen los conocimientos referentes a las propiedades de la luz, en áreas como la medicina o la tecnología.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Comprender y explicar los modelos corpuscular y ondulatorio de la luz.
- Comprender el modelo electromagnético e interpretar la naturaleza dual de la luz.

- Distinguir qué propiedades avalan la naturaleza corpuscular de la luz y cuáles la naturaleza ondulatoria.
- Conocer el espectro electromagnético y las distintas aplicaciones de cada tipo de radiación y relacionar las frecuencias y las longitudes de onda con las distintas regiones del espectro electromagnético.
- Comprender en qué consisten las redes de difracción y aplicar la ley de Bragg para determinar la longitud de onda de la radiación.
- Describir el experimento de la doble rendija de Young y comprender el fenómeno de las interferencias luminosas.
- Analizar e interpretar la distribución de máximos y mínimos de intensidad en los fenómenos de difracción e interferencia.
- Aplicar las leyes de la reflexión y la refracción, así como determinar las condiciones en las que puede producirse la reflexión total.
- Obtener la ecuación de onda a partir de los parámetros característicos de una radiación luminosa (periodo, frecuencia, amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación), y viceversa.
- Explicar los fenómenos producidos por la interacción luz-materia.
- Conocer qué es la luz polarizada, métodos de polarización y sus principales aplicaciones.
- Conocer qué es la radiación láser y cuáles son sus aplicaciones.
- Conocer el efecto Doppler de la luz y sus aplicaciones.

#### ↪ Educación en valores

- **Educación para la salud:** Conocer el peligro asociado a la exposición a ciertos tipos de radiación (p. ej. UV). Explicar las técnicas médicas basadas en las propiedades de la luz.

#### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- ¿Por qué el cielo es de color azul? (EVE, 288).
- Algunos aspectos del arco iris (EVE, 288).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- Refracción y reflexión total de un láser en agua. Modelo de funcionamiento de una fibra óptica.
- El color de la luz blanca. Construcción de un espectroscopio.
- Luces y sombras de colores. Absorción selectiva del color.

#### ↪ Videos y webs

- <http://www.ub.edu/javaoptics> Multitud de recursos relacionados con la **reflexión**, **refracción**, **difracción**, **polarización**, experimento de Young, etc. Permite ajustar determinadas variables y ver las representaciones gráficas de los fenómenos.

## Unidad 12.-ÓPTICA GEOMÉTRICA

↪ **Duración estimada:** 10 sesiones.

*La óptica geométrica estudia la propagación de la luz sin tener en cuenta su naturaleza (su longitud de onda). La unidad incluye los principios en los que se basa, y los fenómenos físicos relacionados que servirán para comprender el funcionamiento de los instrumentos ópticos más representativo y del órgano de la visión.*

### ↪ Objetivos

- Conocer qué es la óptica geométrica y los principios en los que se basa.
- Comprender qué es un dioptrio, conocer los tipos de dioptrios que existen, entender cómo se forman las imágenes en ellos y determinar el tamaño y posición de la imagen generada.
- Comprender la formación de imágenes en espejos (planos o curvos), obteniendo los resultados de forma gráfica y analítica.
- Comprender la formación de imágenes en lentes delgadas, obteniendo los resultados de forma gráfica y analítica.
- Comprender y representar con claridad los diagramas de rayos.
- Conocer el convenio de signos en óptica.
- Describir el funcionamiento de instrumentos ópticos sencillos (lupa, catalejo, telescopio, etc.)
- Comprender el funcionamiento del ojo humano y los defectos de visión más habituales.

### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptuales

- Óptica geométrica.
  - Conceptos básicos de óptica geométrica
  - Principios básicos y normas DIN.
- Reflexión en espejos: planos y curvos.
  - Cálculo de la distancia focal.
  - Formación de imágenes en espejos.
- Refracción en dióptrico esférico.
- Refracción en lentes delgadas.
  - Formación de imágenes.
  - Ecuación fundamental de las lentes delgadas.
  - Potencia de una lente.
- La óptica de la visión.
  - Funcionamiento del ojo humano.
  - Defectos de visión más habituales.
  - Forma de corregir los defectos de visión.
- Instrumentos ópticos más habituales.
  - Lupa.

- Cámara oscura y cámara fotográfica.
- Anteojos y telescopios.
- Microscopios.

#### **↪ Procedimientos, destrezas y habilidades**

- Representar los sistemas ópticos con la simbología establecida.
- Determinar las distancias focales de los sistemas ópticos.
- Representar cualitativamente las imágenes formadas en los sistemas ópticos. Representar los diagramas de rayos.
- Calcular analíticamente las características de las imágenes formadas.
- Calcular los aumentos en los sistemas ópticos.
- Resolver ejercicios numéricos sobre potencia de una lente y su interpretación.
- Diseñar y realizar montajes experimentales para estudiar la formación de imágenes con espejos y lentes delgadas.
- Analizar y describir el funcionamiento de los instrumentos ópticos más habituales.
- Identificar las aplicaciones de la óptica a la vida cotidiana.
- Habitarse a distinguir entre un efecto óptico y el fenómeno que lo produce.
- Utilizar las técnicas de búsqueda de información para conocer las nuevas técnicas que permiten corregir los defectos de la visión.

#### **↪ Actitudes, valores y normas**

- Reconocer la importancia de los modelos en óptica geométrica y su confrontación con los hechos empíricos.
- Valorar la importancia de las aplicaciones de la óptica en la vida cotidiana y en áreas científicas y tecnológicas como pueden ser la medicina o la biología.
- Reconocer la importancia que tuvo el telescopio en la concepción del universo y la posición que ocupa la Tierra en él.
- Aceptar la importancia de la claridad en la representación gráfica de los problemas a resolver.
- Comprender la importancia de la física y analizar el lugar que ocupa en aspectos cotidianos y habituales como la visión o el hecho de tomar una fotografía.

#### **↪ Criterios de evaluación**

- Definir y representar los distintos sistemas ópticos.
- Conocer y aplicar el convenio de signos en óptica.
- Aplicar e interpretar la ecuación del dioptrio esférico para resolver imágenes por refracción a través de superficies esféricas o planas.
- Determinar la imagen que un espejo o lente da de un objeto en función de dónde se encuentre éste. Describir la imagen resultante por procedimientos gráficos y analíticos.

- Conocer el funcionamiento del ojo, los defectos de visión más habituales y la forma de corregirlos.
- Conocer el funcionamiento de otros instrumentos ópticos sencillos.

#### ↪ Educación en valores

- **Educación para la salud:** Además de conocer los defectos de visión más habituales y su forma de corregirlos, se conocerá el funcionamiento del ojo humano.

#### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- El sistema Hawkeye, “ojo de halcón” (EDE, 235).
- Los nuevos telescopios espaciales (VV, 257).

#### ↪ Prácticas de laboratorio

- Construcción de un anteojo en el banco óptico.
- Medida de índices de refracción.

#### ↪ Videos y webs

- **El Universo Mecánico:** Capítulo 40 – *Óptica*.
- <http://www.ub.edu/javaoptics>: Abundantes recursos sobre las **propiedades ópticas**, sistemas ópticos, formación de imágenes, etc. Permite modificar el valor de las variables y observar los cambios.

## **BLOQUE V. FÍSICA MODERNA**

### **Unidad 13.-PRINCIPIOS DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL**

↪ **Duración estimada:** 4 sesiones.

*A finales del siglo XIX una serie de experimentos comenzó a poner en entredicho las teorías hasta entonces vigentes. Hizo falta la participación de algunas de las mentes más brillantes de la Historia de la Ciencia para dar el salto entre lo que pasó a llamarse Física Clásica, y la emergente Física Moderna, consagrada a través de las Teorías de la Relatividad y la Física Cuántica.*

#### ↪ Objetivos

- Conocer los antecedentes y las causas que dan lugar a la teoría de la relatividad especial. Aplicar la relatividad galileana y explicar el significado del experimento de Michelson y Morley.
- Comprender la relatividad de posiciones, movimiento y velocidades considerando dos sistemas de referencia.
- Comprender la idea de la relatividad del espacio y del tiempo.
- Distinguir los sistemas de referencia inerciales y no inerciales.

- Comprender las limitaciones de la mecánica clásica en su aplicación a sistemas que se mueven a altas velocidades.
- Revisar los conceptos de tiempo y distancia reconociendo su relatividad según si el sistema de referencia se encuentre en movimiento o en reposo.
- Conocer los postulados de Einstein de la teoría de la relatividad especial y sus principales consecuencias: relatividad del tiempo y del concepto de simultaneidad de sucesos, dilatación del tiempo, contracción de la longitud y la paradoja de los gemelos.
- Analizar las consecuencias que se derivan de las transformaciones de Lorentz y establecer la correspondencia entre éstas y las transformaciones de Galileo.
- Entender las implicaciones de los postulados de Einstein en los conceptos de masa, momento lineal y energía relativistas y la interconversión masa-energía.
- Comprender la formulación de las leyes de la dinámica, de forma que sean compatibles con los postulados de Einstein.

#### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptuales

- Relatividad en la mecánica clásica.
  - Relatividad de posiciones, movimientos y velocidades.
  - Sistemas de referencia inerciales.
    - Principio de relatividad de Galileo.
- Relatividad galileana y el problema de la luz.
- Experimento de Michelson y Morley.
  - La constancia de la velocidad de la luz.
  - Proposición de Lorentz y Fitzgerald.
- Teoría de la relatividad especial de Einstein.
  - Postulados de la relatividad especial.
  - Relatividad del tiempo.
  - Concepto de simultaneidad.
  - Consecuencias de los postulados de Einstein.
    - Dilatación del tiempo.
    - Contracción de la longitud.
    - La paradoja de los gemelos.
- Transformaciones de Lorentz.
- Principios de la dinámica a la luz de la relatividad.
  - Masa y momento relativista.
  - Masa y energía relativista.
- Introducción a la teoría general de la relatividad. Pruebas.
  - La curvatura de la luz.
  - Avance del perihelio del planeta Mercurio.

- Desplazamiento hacia el rojo de las rayas del espectro de la luz emitida por las estrellas de gran masa.

↳ **Procedimientos, destrezas y habilidades**

- Analizar un mismo movimiento en dos sistemas de referencia distintos.
- Describir en lenguaje corriente el significado físico de los principios de la relatividad.
- Resolver cuestiones y problemas sobre relatividad galileana. Aplicar las transformaciones de Galileo y la fórmula clásica de adición de velocidades.
- Aplicar las transformaciones de Lorentz y de la fórmula relativista de adición de velocidades.
- Resolver problemas de simultaneidad, dilatación del tiempo y contracción de longitudes.
- Determinar la masa, momento y energía relativista.
- Aplicar la relatividad restringida para explicar situaciones y fenómenos relativistas.
- Resolver problemas relativos al cálculo de magnitudes características de un cuerpo (masa, energía, tamaño o tiempo de duración de un suceso) en relación con su velocidad.

↳ **Actitudes, valores y normas**

- Entender el surgimiento de la física moderna como consecuencia de la interpretación teórica de aquellos fenómenos a los que no pudo dar respuesta la física clásica.
- Valorar la importancia que han tenido las actitudes críticas e inconformistas en el desarrollo de las teorías físicas.
- Reconocer la contribución del experimento de Michelson-Morley al avance de la física.
- Apreiciar la utilidad de las transformaciones de Galileo y de las leyes de Newton en los procesos cotidianos, que tienen lugar a velocidades pequeñas comparadas con la de la luz.
- Reconocer la utilidad de la teoría especial de la relatividad de Einstein y de las transformaciones de Lorentz en los procesos que tienen lugar a velocidades comparables a las de la luz.
- Valorar la importancia de las experiencias que llevaron al hecho de la invarianza de la velocidad de la luz.
- Analizar el gran cambio conceptual que supuso la teoría de la relatividad.
- Mostrar predisposición al planteamiento de interrogantes ante hechos y fenómenos que ocurren a nuestro alrededor.
- Valorar la importancia del trabajo teórico, incluso una comprobación experimental previa, en el desarrollo de la física.
- Mostrar interés en recabar información histórica sobre el origen y evolución de la teoría de la relatividad.

### ↪ Criterios de evaluación

- Comprender la relatividad de posiciones, movimientos y velocidades.
- Calcular el espacio recorrido, la velocidad y aceleración de un mismo movimiento en dos sistemas inerciales distintos.
- Conocer los postulados de la teoría de la relatividad especial y comprender la revisión de los conceptos de tiempo y distancia.
- Utilizar la teoría especial de la relatividad para explicar experimentos teóricos (como la paradoja de los gemelos) o hechos reales (como la presencia de muones en las proximidades de la Tierra).
- Conocer las experiencias que llevaron a postular la invarianza de la velocidad de la luz. Explicar el experimento de Michelson y Morley y las consecuencias que de él se derivan.
- Aplicar las transformaciones galileanas en distintos sistemas de referencia inerciales.
- Utilizar las transformaciones de Lorentz para explicar la dilatación del tiempo, la contracción de longitudes y la suma relativista de velocidades.
- Comprender la variación de masa a velocidades relativistas y la equivalencia entre masa y energía.
- Resolver cuestiones y problemas sencillos sobre la contracción relativista de la longitud, la dilatación del tiempo. Determinar masas, momentos lineales y energía relativista. Calcular las magnitudes que caracterizan un cuerpo (masa, energía, longitud, etc.) cuando se mueve con velocidades próximas a las de la luz.

### ↪ Educación en valores

- **Educación cívica:** a tenor la polémica que rodeó a esta teoría desde sus inicios, resulta un buen tema de debate.

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- Introducción a la Física Moderna (EDB, 274-275).
- Las catedrales de la ciencia (ANA, 341).

#### ↪ Videos y webs

- **El Universo Mecánico:** Capítulo 41.–*El experimento de Michelson-Morley.*
- **El Universo Mecánico:** Capítulo 42.–*Las transformaciones de Lorentz.*
- [http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more\\_stuff/flashlets/mmxp6.htm](http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/mmxp6.htm): Simulación del **experimento de Michelson y Morley** (1987) (en inglés).
- [www.e-sm.net/f2bach53](http://www.e-sm.net/f2bach53): Profundización en la **teoría de la relatividad**.

## Unidad 14.-FUNDAMENTOS DE LA FÍSICA CUÁNTICA

↪ **Duración estimada:** 6 sesiones.

*Las teorías vigentes a finales del siglo XIX se mostraron incapaces de explicar, algunos fenómenos. Max Planck, Einstein y Niels Bohr lograron explicarlos merced a una hipótesis del primero, que dio origen a la conocida como física cuántica.*

### ↪ Objetivos

- Conocer algunos fenómenos como, por ejemplo, el espectro de emisión del cuerpo negro. Comprender las dificultades que tenía la física clásica para explicarlos.
- Comprender el fenómeno de la radiación térmica, el concepto de cuerpo negro y las leyes de radiación térmica del cuerpo negro. Interpretar la radiación térmica del cuerpo negro de acuerdo con la hipótesis de Planck.
- Describir el efecto fotoeléctrico, los resultados experimentales de dicho efecto y la explicación de Einstein, así como sus aplicaciones actuales. Comprender las dificultades de la física clásica para explicar este fenómeno.
- Comprender la interpretación cuantizada de la energía de Planck.
- Describir los diferentes tipos de espectros atómicos y conocer la fórmula de Rydberg para el del hidrógeno.
- Conocer y comprender la cuantización de la energía y aplicarla al modelo atómico de Bohr. Entender el modelo y cómo éste interpreta adecuadamente el espectro del átomo de hidrógeno. Analizar las limitaciones de dicho modelo atómico.
- Conocer la hipótesis de De Broglie sobre la doble naturaleza de las partículas y el principio de incertidumbre de Heisenberg.
- Comprender la interpretación probabilística inherente al concepto de orbital.
- Conocer algunas aplicaciones de la física cuántica en dispositivos tecnológicos conocidos, como el láser, la célula fotoeléctrica, el microscopio electrónico o la nanotecnología.

### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptos

- La crisis de la física clásica.
  - Radiación térmica emitida por un cuerpo negro.
    - Ley de Stefan-Boltzmann.
    - Ley de desplazamiento de Wien.
    - Hipótesis de Planck.
  - Efecto fotoeléctrico y la explicación de Einstein.
  - Espectros atómicos.
    - Espectros de emisión y de absorción.
    - Series espectrales.
- Modelo atómico de Bohr.

- Átomo cuantizado.
- Postulados del modelo atómico de Bohr.
- Principios de la Mecánica Cuántica.
  - Dualidad onda-corpúsculo.
    - Hipótesis de De Broglie.
    - Propiedades ondulatorias de los electrones.
  - Principio de indeterminación de Heisenberg.
    - Principio de complementariedad de Bohr.
  - Función de probabilidad de Schrödinger.
    - Onda de probabilidad.
    - Orbital.
- Aplicaciones de la Física Cuántica.
  - Células fotoeléctricas.
  - Láser.
  - Nanotecnología.
  - Microscopio electrónico.
    - Microscopio electrónico de transmisión (TEM).
    - Microscopio electrónico de barrido (SEM).
    - Microscopio de efecto túnel (STM).
    - Microscopio de fuerza atómica (AFM).

#### ↪ **Procedimientos, destrezas y habilidades**

- Utilizar el lenguaje matemático y el lenguaje ordinario para explicar las leyes cuánticas.
- Explicar y resolver cuestiones teóricas.
- Interpretar el significado físico de las fórmulas matemáticas relativas a la física cuántica.
- Resolver ejercicios relativos a la hipótesis de Planck y la radiación del cuerpo negro.
- Analizar las gráficas sobre los espectros continuos de emisión.
- Interpretar el espectro discontinuo del átomo de hidrógeno por medio del modelo atómico de Bohr.
- Exponer la relación entre los espectros discontinuos de la luz y la estructura atómica de los materiales que los producen.
- Resolver problemas sobre las series espectrales, los postulados de Bohr, la hipótesis de De Broglie y el principio de incertidumbre de Heisenberg.
- Resolver problemas sobre el efecto fotoeléctrico que relacionen la energía de los fotones, frecuencia y longitud de onda de la radiación incidente, frecuencia umbral y longitud de onda umbral, trabajo de extracción, potencial de frenado y energía cinética de los electrones extraídos.
- Resolver problemas aplicando la ecuación de Rydberg y los postulados de Bohr para calcular la energía absorbida/emitada en los saltos de niveles, así como la zona del espectro al que pertenece la radiación.

↪ **Actitudes, valores y normas**

- Reconocer la importancia de los descubrimientos de los nuevos fenómenos físicos en el desarrollo de la ciencia.
- Valorar la importancia de la investigación en el desarrollo de la tecnología y en el bienestar de la sociedad.
- Valorar la importancia de los resultados de la mecánica cuántica tanto desde el punto de vista teórico del conocimiento de la materia, como desde el práctico, conociendo sus aplicaciones técnicas.
- Asumir que las teorías físicas tienen limitaciones. Tomar conciencia de las limitaciones de la mecánica clásica aplicada a determinados órdenes de magnitud.
- Valorar la provisionalidad de las explicaciones científicas como elemento característico de la física.
- Mostrar interés en recabar información histórica sobre el origen y la evolución de la física cuántica, así como de sus aplicaciones actuales.

↪ **Criterios de evaluación**

- Comprender por qué determinados fenómenos no podían ser explicados mediante las leyes de la física clásica.
- Conocer la radiación térmica de los cuerpos y las leyes de la radiación térmica del cuerpo negro.
- Interpretar correctamente la teoría cuántica de Planck.
- Conocer el modelo atómico de Bohr y relacionarlo con la existencia de espectros discontinuos de emisión de los elementos químicos.
- Describir el efecto fotoeléctrico y algunos resultados experimentales relacionados con él. Conocer la explicación que Einstein dio de dicho efecto.
- Comprender la hipótesis de De Broglie sobre la doble naturaleza de las partículas.
- Interpretar correctamente el principio de incertidumbre de Heisenberg y aplicarlo a casos simples.
- Resolver problemas referidos al principio de dualidad que impliquen energía cinética, diferencia de potencial, longitud de onda y cantidad de movimiento de protones, electrones y otras partículas.
- Deducir la energía de las órbitas de Bohr, así como la emitida o absorbida al pasar de unos niveles a otros. Interpretar el espectro del átomo de hidrógeno a la luz de la teoría de Bohr.
- Conocer el funcionamiento de la célula fotoeléctrica, del microscopio electrónico y del láser.
- Identificar algunas de las aplicaciones de la mecánica cuántica en la tecnología actual. Relacionar un dispositivo tecnológico con el principio físico que lo sustenta.

### ↪ Educación en valores

- **Educación para la salud:** Cada vez son más habituales en medicina los dispositivos basados en la física cuántica. Conociendo el fundamento de los fenómenos involucrados se pueden analizar sus ventajas e inconvenientes.
- **Educación cívica:** A los alumnos les resultará igual de difícil la aceptación de estas teorías de lo que les resultó a importantes científicos de renombre. Puede ser, por tanto, una buena ocasión para el debate.

### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- Nanoestructuras: un viaje de tres a cero dimensiones.
- La revolución científica del siglo XX.

#### ↪ Videos y webs

- **El Universo Mecánico:** Capítulo 49.–*El átomo.*
- **El Universo Mecánico:** Capítulo 50.–*Ondas y corpúsculos.*
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectronico/fotoelectronico.htm>:  
*Applet que muestra el efecto fotoeléctrico.*
- <http://www.youtube.com/watch?v=vjA15wZxJgl&feature=related>: Vídeo explicativo sobre la **dualidad onda-corpúsculo.**

## Unidad 15.-INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTICULAS

↪ **Duración estimada:** 6 sesiones.

*La física nuclear y la física de partículas constituyen la culminación, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, de los conceptos de física moderna incluidos en las unidades precedentes. Constituyen uno de los mayores retos científicos de la actualidad, e involucran a multitud de disciplinas científicas diferentes.*

### ↪ Objetivos

- Conocer los hitos históricos que dieron lugar al descubrimiento del núcleo y sus principales características relativas a composición, tamaño y densidad.
- Describir el núcleo atómico y las fuerzas nucleares. Comprender los conceptos de energía de enlace, defecto de masa, energía de enlace por nucleón y los isótopos.
- Relacionar la estabilidad de los núcleos con la existencia de la interacción nuclear fuerte y la equivalencia masa-energía con la energía de enlace.
- Conocer el descubrimiento de la radiactividad y diferenciar los distintos tipos de radiactividad que existen.
- Analizar el proceso de desintegración radiactiva. Entender las leyes de desintegración radiactiva y aplicarlas a procesos nucleares dados.

- Conocer las magnitudes características de los procesos radiactivos y sus aplicaciones a la datación de muestras fósiles, etc.
- Comprender y saber escribir reacciones nucleares.
- Conocer los efectos biológicos y las aplicaciones de la radiactividad.
- Reconocer las reacciones nucleares como reagrupamientos de nucleones con cambios de energía.
- Conocer el proceso de la fisión nuclear y cómo se aprovecha la energía liberada en un reactor nuclear.
- Conocer el proceso de fusión nuclear en las estrellas y compararlo con la fisión nuclear.
- Comprender el modelo estándar de partículas como la teoría actual que la física presenta para explicar la estructura de la materia. Clasificar las distintas partículas subatómicas.
- Conocer las fuerzas fundamentales de la naturaleza.
- Valorar la utilidad del descubrimiento de la radiactividad, así como las ventajas e inconvenientes de los procesos de fisión y de fusión.
- Comprender la problemática que rodea al tratamiento y almacenamiento de residuos nucleares.

#### ↪ Contenidos

#### ↪ Conceptos

- Estructura del átomo.
  - Evolución histórica de los modelos atómicos.
- Descubrimiento del núcleo atómico.
  - Experimento de Rutherford.
  - Constitución básica del núcleo.
  - Elementos, compuestos, isótopos.
    - Número atómico.
    - Número másico.
- Tamaño y densidad de los núcleos.
- Estabilidad de los núcleos.
  - Fuerzas nucleares.
  - Estabilidad desde el punto de vista energético: Energía de enlace.
    - Energía de enlace por nucleón. Estabilidad relativa de los núcleos atómicos.
- Núcleos inestables. La radiactividad natural.
  - Descubrimiento de la radiactividad natural.
  - Tipos de radiactividad
  - Leyes de desplazamiento radiactivo de Soddy-Fajans-Russell.
  - Ley de la desintegración radiactiva de Elsted y Geitel.
    - Periodo de semidesintegración o “semivida”.
  - Datación arqueológica por el método del carbono-14 (método de Libby).
  - Series radiactivas y geocronología.

- Efectos biológicos de las radiaciones.
  - Medición de la radiactividad.
- Reacciones nucleares.
  - Fisión y fusión nuclear.
  - Centrales nucleares.
  - Usos de la energía nuclear.
- Partículas elementales. Modelo estándar.
  - Clasificación de las partículas.
- Interacciones fundamentales.

#### ↪ Procedimientos, destrezas y habilidades

- Explicar la simbología utilizada para representar núcleos atómicos y formular las reacciones nucleares estudiadas.
- Explicar las fuentes de radiactividad natural.
- Calcular la variación del número másico y número atómico de elementos que emiten partículas  $\alpha$  y  $\beta$ . Escribir las reacciones aplicando las leyes de desplazamiento radiactivo.
- Calcular las constantes radiactivas, tiempos de desintegración y número de núcleos presentes en una muestra radiactiva.
- Relacionar la pérdida de masa que tiene lugar en la formación de los núcleos y en las reacciones nucleares con el desprendimiento de energía.
- Resolver problemas sobre cálculo de la energía de enlace de los núcleos e interpretar la estabilidad de los mismos en relación con otros núcleos. Calcular la energía asociada a un determinado proceso nuclear.
- Clasificar las partículas subatómicas y las fuerzas fundamentales de la naturaleza.
- Exponer las aplicaciones de los radioisótopos en ámbitos como la medicina.
- Analizar las diversas transformaciones energéticas que se producen en una central nuclear. Describir las características de los residuos radiactivos y los requisitos de seguridad para su almacenamiento.
- Describir el fundamento de los instrumentos de medida/detección de radiactividad.
- Analizar el uso de la radiactividad y de la energía nuclear en la sociedad actual, utilizando distintas fuentes de información (noticias en prensa, revistas, etc.).
- Utilizar las técnicas de búsqueda bibliográfica para ampliar conocimientos acerca de las medidas de seguridad que se toman en una central nuclear, así como de los cementerios nucleares.

#### ↪ Actitudes, valores y normas

- Interesarse por los procedimientos de estudio de la estructura de la materia y los temas de actualidad relacionados con la física nuclear.
- Valorar las ventajas e inconvenientes que presenta la energía nuclear, analizando los peligros asociados a las centrales nucleares.

- Valorar la utilidad de los conocimientos de la radiactividad en muchos campos de la ciencia, como la datación de restos fósiles o la medicina nuclear.
- Asumir como un mismo conocimiento científico se puede utilizar tanto con fines saludables, como extremadamente perniciosos.
- Concienciarse de los peligros que comporta el mal uso de los avances científicos y técnicos.
- Mostrar interés por conocer la razón de determinados procesos naturales como la emisión de energía por parte de las estrellas.

#### ↪ Criterios de evaluación

- Explicar los hechos que desembocan en el descubrimiento del núcleo atómico. Conocer sus características fundamentales y calcular radios y densidades.
- Conocer el fenómeno de la radiactividad natural, la evolución histórica de su descubrimiento y los distintos tipos de radiactividad que existen.
- Aplicar las leyes de desplazamiento radiactivo en la resolución de ejercicios relacionados con procesos nucleares dados, representando la reacción nuclear con la nomenclatura adecuada.
- Manejar las leyes que rigen la cinética de las desintegraciones radiactivas. Utilizarlas en aplicaciones de interés como estudios de datación arqueológica o las emisiones y los residuos radiactivos.
- Comprender el significado de los términos actividad, periodo de semidesintegración y vida media.
- Calcular el valor de energías de enlace y energías de enlace por nucleón.
- Conocer las características de los procesos de fisión y fusión nuclear.
- Conocer los efectos biológicos de la radiactividad y sus aplicaciones.
- Explicar con rigor científico problemas cotidianos relacionados con la contaminación radiactiva, desechos nucleares, aplicaciones de isótopos radiactivos, armas y reactores nucleares.
- Comparar la producción de energía mediante reactores nucleares con otras formas de producción, analizando las ventajas e inconvenientes en cada caso.
- Describir el modelo estándar de partículas como la teoría actual de la física para explicar la estructura de la materia.

#### ↪ Educación en valores

- **Educación medioambiental:** ‘Nuclear sí o no’ es el debate por excelencia en la sociedad moderna, perfectamente aplicable en el aula. El conocimiento adquirido en esta unidad dará fundamento a sus argumentaciones.
- **Educación para la salud:** Las aplicaciones de la radiactividad en medicina están directamente ligadas a las dosis en las que se apliquen dichas radiaciones.
- **Educación para la paz:** Analizar la problemática de las armas nucleares y la escalada de violencia que la carrera armamentística induce a nivel global.

- **Educación para el consumidor:** La energía nuclear forma parte de la energía que llega a nuestras casas. Mediante el ahorro energético se evitaría la necesidad de construir nuevas centrales nucleares o de alargar la vida útil de ciertas centrales obsoletas, con los peligros que ello conlleva.

#### ↪ Materiales específicos

#### ↪ Lecturas

- Neutrinos, la clave del Universo.
- Aplicaciones de la radiactividad (VV, 317).

#### ↪ Videos y webs

- **El Universo Mecánico:** Capítulo 51.–*De los átomos a los quarks.*
- **El Universo Mecánico:** Capítulo 52.–*El universo mecánico cuántico.*
- <http://www.youtube.com/watch?v=lorvPrViEOw>: Vídeo sobre el accidente de **Chernóbil**, con una introducción sobre el desarrollo de la tecnología nuclear.

### III. PROPUESTA DE INNOVACIÓN

#### 1. RESUMEN

Todos los alumnos se topan a diario con el fenómeno del movimiento ondulatorio y, sin embargo, su nivel de comprensión del mismo está lejos de niveles que se puedan considerar satisfactorios. Para facilitarlos, se propone dar un enfoque práctico a la unidad didáctica correspondiente al estudio de las ondas sonoras mediante la realización de la siguiente webquest:

<http://tfmparte3.blogspot.com.es/>

Se pretende utilizar la música para explicar conceptos y fenómenos físicos relativos al bloque temático de movimiento ondulatorio.

Para la resolución de la *webquest* los alumnos deberán (por grupos):

- ✓ Dar **explicación a una serie hechos observables cotidianos** haciendo uso de los conceptos teóricos vistos en la unidad, lo que facilitará su comprensión, asimilación y perduración en el tiempo.
- ✓ Demostrar experimentalmente tales afirmaciones haciendo uso de un sencillo **software de tratamiento de sonido**.

Aunque lo correcto hubiera sido elaborar una *webquest* diferente para cada grupo, por comodidad, en este TFM se ha incluido todo en una única web, aunque el trabajo de cada grupo está claramente diferenciado:

- ❖ En la página de TAREA se indica por separado la tarea de cada uno de los tres grupos.
- ❖ La parte del PROCESO sí que se ha dividido en tres páginas separadas. Cada grupo se centrará en el proceso que ha de seguir para resolver su tarea.
- ❖ La mayoría de los recursos seleccionados son comunes a los tres grupos de trabajo, por lo que se dan de forma conjunta en la página de RECURSOS. La EVALUACIÓN también es común a los tres grupos, así como la INTRODUCCIÓN y CONCLUSIONES.

#### 2. INTRODUCCIÓN

La importancia del sonido en nuestra vida diaria no se refleja en el currículum de nuestro sistema educativo. El número de horas dedicadas a esta área es muy pequeño, y no se aprovecha la multitud de recursos que tenemos a nuestro alrededor para explicarlo. Muchos de nuestros alumnos tendrán como *hobby* escuchar música o incluso tocar algún instrumento. Utilizar estos recursos que están al alcance de todos para

explicar complejos y tediosos conceptos físicos puede, sin duda, facilitar la comprensión y asimilación de los mismos, así como incrementar la motivación del alumnado por adquirirlos. Observando lo que nos rodea, el alumno podrá entender la importancia que la acústica tiene en nuestras vidas y las numerosas aplicaciones que ello conlleva.

### 3. MARCO TEÓRICO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la literatura existente, se pueden encontrar investigaciones que analizan el proceso de aprendizaje del movimiento ondulatorio por parte de los alumnos, a la vez que intentan localizar sus mayores dificultades.

A continuación se indica el ámbito del trabajo llevado a cabo por diferentes autores en el campo de las ondas sonoras (centrados principalmente en los niveles superiores del sistema educativo), aunque en ninguno de ellos se abordan conceptos de gran relevancia y cotidianidad, como pueden ser el eco, la reverberación, la audición o la contaminación acústica (Saura y de Pro Bueno, 1999):

- **Linder y Erikson (1983)** estudiaron la conceptualización del sonido desde una perspectiva microscópica por los alumnos a partir de hechos cotidianos.
- **Maurines (1992a)** investigó las dificultades que los alumnos encontraban en fenómenos como la propagación de señales en una cuerda y el estudio de la velocidad de propagación de dicha señal, así como la influencia del medio material por el que se propaga y la evolución con el tiempo.
- **Maurines (1992b)** examinó las dificultades que encuentran los alumnos para analizar situaciones en las que intervienen varias variables, relacionadas con la propagación de señales mecánicas.
- **Linder (1993)** analizó en las dificultades que los alumnos encuentran en la comprensión del fenómeno de propagación del sonido así como en los factores que influyen en ella.
- **Perales (1997)** sondeó los conocimientos previos sobre acústica en alumnos de distintos niveles, poniendo de manifiesto la dificultad que encuentran para explicar la propagación del sonido tanto en medios sólidos como en el aire.
- **Saura y de Pro Bueno (1999)**, orientaron su trabajo hacia este ámbito del aprendizaje del sonido, del que consideraban que no había demasiadas aportaciones. Su labor se centró en la investigación acerca de los conocimientos de un grupo de alumnos en el área de las ondas mecánicas y, concretamente, sonoras, así como de sus posibles interpretaciones y explicaciones a los fenómenos de la vida cotidiana.
- **Utges et al. (2002)** tomaron como referencia el concepto de onda e interpretan las dificultades de los estudiantes en la comprensión de los conceptos implicados.

- **Wolti (2002)** estudió las dificultades para interpretar y describir los mecanismos físicos asociados a la generación y propagación de una onda y la energía implicada en los procesos, tanto a nivel de estudiantes como del profesorado.
- **Bravo y Pesa (2002)**, investigaron cómo los estudiantes universitarios de carreras de ingeniería enfocan el razonamiento de los problemas planteados que involucran la velocidad de propagación de una onda.

Analizando los resultados referidos a los alumnos de la educación secundaria se pueden entresacar algunas conclusiones bastante significativas, comunes a casi todos ellos:

- ✚ Aunque los alumnos no eran capaces de definir correctamente muchos de los conceptos implicados, sí establecían relaciones acertadas. Por ejemplo, establecían la relación entre el número de ciclos u “ondas” y el tiempo entre ellas. Muchas veces asociaban el término con aspectos de la vida cotidiana, por ejemplo, relacionaban la frecuencia de una radiación con las emisoras de radio (*canal que sintonizas*).
- ✚ Otros términos se explicaban de forma incorrecta, por ejemplo, la respuesta mayoritaria para la longitud de onda fue el alcance de la misma, y sólo unos pocos lo relacionaban con la distancia entre crestas. Un grupo de ellos, tomaban la frecuencia y la longitud de onda como sinónimos, y otros las confundían con terceros conceptos (velocidad de propagación o amplitud).

En general, se podría destacar los siguientes aspectos cuando se les plantean ciertas cuestiones:

- Cuando se les plantea un razonamiento con varias variables implicadas, suelen centrarse únicamente en una de ellas. Desconocen el significado del término *formulación de hipótesis*, y la mayoría de ellos, en lugar de hipótesis, tratan de dar directamente explicaciones de los hechos planteados.
- Falta de respuesta cuando se les pide que diseñen ellos mismos una actividad que sirva para verificar una hipótesis, lo que lleva a pensar que los alumnos no están acostumbrados a este tipo de planteamientos abiertos.

En todos los niveles del sistema educativo, las investigaciones reflejan la dificultad de los alumnos para comprender el mecanismo de propagación de una onda y el papel que juega el medio de propagación en el movimiento ondulatorio, así como otros factores que determinan la velocidad de propagación.

Por otro lado, las sesiones prácticas dentro del ámbito de la física, no salen tampoco “muy bien paradas” y son muchos los autores que se preguntan acerca del fracaso que suponen los laboratorios de física en los centros de enseñanza. La mejora de los laboratorios de física facilitaría la comprensión de los aspectos teóricos y su aplicación al mundo real, sin embargo esto no siempre se consigue. Normalmente, los intentos de mejora de un laboratorio suelen centrarse en la adquisición de nuevo

equipamiento, por lo que las razones económicas pudieran ser el problema que impide la mejora. Sin embargo, los estudios ponen en cuestión si las metas que se plantean en dichas clases prácticas son las más adecuadas, o si lo que se realiza en el laboratorio es lo más adecuado para alcanzar dichas metas (**Sebastia, 1987**).

**Gonzalez y Gilbert (1980)**, llevaron a cabo un exhaustivo análisis sobre los objetivos planteados en los programas de laboratorio y detectaron diferencias importantes entre los que se proponían inicialmente y los que realmente se conseguían.

**Zylbersztajn y Gilbert (1981)**, analizaron las experiencias y opiniones del alumnado y vieron la gran discrepancia existente entre lo que de verdad se hacía en un laboratorio y aquello para lo que había sido diseñado.

**Tamiy y Lunetta (1981)**, no dudan en señalar en que una de las posibles razones de dichas discrepancias proviene del hecho de que, aunque los profesores se declaran partidarios de experiencias de gran valor formativo que conlleven indagaciones, planificaciones y ejecuciones elaboradas por parte del alumnado, en la práctica prefieren que los estudiantes realicen ejercicios que les supongan poca complicación conceptual y técnica, y que simplemente hagan una reproducción paso a paso de lo que les indican los manuales proporcionados por el profesorado.

El nivel de comprensión de este fenómeno de las ondas sonoras por parte de los alumnos dista mucho de ser el deseado. Son muchos los autores que señalan que durante mucho tiempo ha habido una total desvinculación de este tema académico con los aspectos cotidianos en los que se ve involucrado. Además, observando la evolución de los contenidos de los libros de texto más habituales, se constata una progresiva reducción de la parte dedicada a ondas acústicas, o bien, su inclusión en temas más genéricos (**García-Molina, Piñol y Abellán, 2010**).

Los recursos de los que se puede aprovechar el profesorado para la explicación de este fenómeno son tan cotidianos, que el simple hecho de tomar la música como recurso didáctico puede fomentar el interés de los estudiantes por el tema así como facilitar su posterior comprensión y aprendizaje.

**García-Molina, Piñol y Abellán (2010)** realizaron un trabajo práctico en el que los alumnos analizaban las principales propiedades de las ondas sonoras mediante el uso de un sencillo programa informático de grabación y tratamiento de sonido (*Audacity* v.1.3.4), así como una determinación de la velocidad del sonido y estudio de los parámetros de los que depende.

**Cros y Ferrer-Roca (2011)**, abordaron la física de los instrumentos de viento mediante una actividad en la que se utilizaban tubos de PVC para el estudio cuantitativo de los fenómenos físicos en dichos instrumentos. Así, un conjunto de estudiantes sin conocimientos previos de música consiguen, tras el correspondiente estudio y diseño de los tubos, realizar una sencilla ejecución musical. El uso del software adecuado para la grabación y tratamiento de sonidos, les permitió llevar a cabo un análisis de las ondas estacionarias, así como la determinación de la velocidad de propagación del sonido en el aire mediante distintos procedimientos.

**Valderas y Martínez**, llevaron a cabo una actividad conjunta entre los Departamentos de Música y Física y Química, del IES «*Pedro Peñalver*» de El Algar (Murcia), en la que se pretendía desarrollar contenidos comunes a ambas materias, con alumnos de 4º ESO. En dicha actividad, se llevó a cabo la reproducción de una escala musical utilizando copas de agua parcialmente llenadas. Así, se elaboró una práctica basada en los aspectos científicos de las ondas sonoras que logró motivar e involucrar a los alumnos en el desarrollo de la misma.

Queda claro pues, tal y como reflexiona **Robinson (1979)**, que cuando la Ciencia se contempla como *producto* de la actividad científica, el énfasis recae en los contenidos; mientras que cuando se la considera un proceso de comprensión e indagación en la naturaleza, la importancia recae en la metodología de la investigación y en el planteamiento y resolución de problemas.

Desde este punto de vista, se propondrán a continuación un conjunto de actividades relacionadas con las ondas sonoras. Muchas de ellas se pueden realizar durante las propias sesiones teóricas, ya que lo que se pretende es la aclaración y afianzamiento de los conceptos básicos implicados. Observando los libros de Física de bachiller, queda claro que se pueden enfocar las explicaciones desde un punto de vista didáctico. Conceptos teóricos algo complejos, como puede ser la interferencia de ondas o las frecuencias de oscilación de una cuerda, se simplifican enormemente recurriendo a situaciones cotidianas. En concreto, el campo de la música con los instrumentos musicales típicos pueden servir para aclarar conceptos básicos como las características de una onda, cómo se propaga y los parámetros que se utilizan para definirla.

Aunque se trata de sencillas actividades de carácter práctico, se evitará una orientación académica de las mismas, es decir, prácticas tipo “receta de cocina”, en las que al estudiante se le dice exactamente lo que debe hacer, los pasos a seguir y los resultados esperados. Con esta metodología, el alumnado no tiene oportunidad para pensar en la estrategia a aplicar o a probar diferentes enfoques. Tal y como dice Robinson (1979), en un laboratorio de este tipo, está prohibido “experimentar”.

#### 4. PROBLEMÁTICA, CONTEXTO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Tal y como queda de manifiesto en el enmarque teórico expuesto en el anterior epígrafe, el tema del sonido es idóneo para abordarlo de forma práctica y facilitar así al alumnado la comprensión y familiarización con el fenómeno ondulatorio, por dos razones fundamentales:

1. Es la última unidad didáctica del Bloque de **VIBRACIONES Y ONDAS**, en las que se particularizan los conceptos vistos en unidades anteriores relativos a las ondas mecánicas, para el caso de las ondas sonoras. Con lo cual, se volverán a ver aspectos vistos con anterioridad, tales como propiedades de las ondas sonoras, propiedades de las ondas, fenómenos de reflexión, refracción y difracción de las ondas, ondas estacionarias, etc. Al ser ya conceptos

conocidos por los alumnos, se puede realizar un enfoque más práctico que sirva como repaso de dichos conocimientos y les permita ver la relación con aspectos prácticos habituales.

2. Es la base de nuestra comunicación y sin embargo, eso no queda reflejado en su peso en el currículum. Percibimos a diario aspectos relacionados con las ondas sonoras, y de hecho son tan habituales que ni siquiera nos paramos a buscarles explicación. Se pretende también que vean cómo esta unidad no sólo tiene relación con carreras profesionales en el campo de la música: hay mucha física en la profesión de *luthier* y si alguno de los estudiantes quiere estudiar arquitectura y piensa que con esto no guarda relación, comprobará lo equivocado que está (fonotecnia y acústica arquitectónica).

Una descripción detallada del contexto se ha realizado en el Apartado 4 de la Programación Didáctica incluida en el presente Trabajo Fin de Máster.

## 5. OBJETIVOS

Los **objetivos generales** de las tareas serán:

- ❖ Mostrar de forma práctica el contenido de las clases teóricas.
- ❖ Enseñar técnicas experimentales.
- ❖ Promover actitudes científicas.

Los **objetivos específicos** que se pretende alcanzar con ellas son:

- ↪ Alcanzar un enfoque práctico de aspectos científicos, concretamente, de los aspectos físicos de las ondas sonoras y de la música.
- ↪ Establecer la relación entre las propiedades físicas de las ondas y la percepción sensorial que tenemos de las mismas.
- ↪ Fomentar que el alumnado analice los contenidos curriculares desde una perspectiva global, interrelacionando materias que en principio pudieran parecer tan dispares como la Física y la Música.
- ↪ Motivar al alumnado utilizando como recursos didácticos aquello que pueda ser de su interés.
- ↪ Analizar las repercusiones que tienen estos conceptos más allá del aula y las aplicaciones en nuestro día a día.
- ↪ Promover la búsqueda de información en las fuentes adecuadas.
- ↪ Manejar las nuevas tecnologías y su aplicación dentro del aula (uso de software de análisis y tratamiento de sonidos).

Las actividades son todas ellas de sencillo desarrollo. Para llevarlas a cabo hará falta, además, que los alumnos realicen una búsqueda de información en la bibliografía recomendada para dar respuesta a hechos observables, relacionándolos con lo que se ha visto en las sesiones de clase.

## 6. DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

### 6.1. FASES DE LA ACTIVIDAD

#### ANTES DE COMENZAR LA UNIDAD

- La *webquest* estará disponible desde la semana anterior a que se comience la unidad didáctica en cuestión.
- Los alumnos deberán organizarse en 3 grupos para la realización de la *webquest*, teniendo en cuenta que el trabajo se realizará de forma autónoma fuera del horario lectivo.

#### AL COMENZAR LA UNIDAD

- El día de comienzo de la unidad se organizarán los grupos así como el tema del trabajo escogido por cada uno de ellos. Aunque la *webquest* debe ser autoexplicativa, se hará hincapié sobre lo que versa la actividad, cómo se evaluará y cuál será la fecha límite de entrega del trabajo.

Se valorarán dos aspectos:

- ↪ Material que resuelva la *webquest* (entregado en formato digital) que puede incluir un pequeño informe escrito y cualquier otro recurso audiovisual de apoyo (vídeos, capturas de pantalla, etc.).
- ↪ Presentación oral en el aula: Cada grupo deberá preparar una pequeña presentación (12-15 minutos) en la que explique al resto de compañeros en que consistía su trabajo, sus resultados y conclusiones, los pasos que siguieron para la resolución de las cuestiones, ejemplos, etc.

- El día de comienzo de la unidad se aprovechará el repaso de ondas mecánicas y parámetros que las caracterizan para hacer uso del software de tratamiento de sonido con el objetivo de que los alumnos conozcan su funcionamiento y los pasos que se deben seguir para analizar una onda sonora (indicados a continuación).

#### Audacity v. 2.0.5

- ✓ Grabación de cualquier sonido que capte el micrófono.
- ✓ Reproducirlo total o parcialmente.
- ✓ Representar la gráfica de la onda sonora.
- ✓ Modificar la escala de tiempos (necesario para la correcta visualización de la onda).
- ✓ Medir directamente parámetros como amplitud y frecuencia de la onda.
- ✓ Calcular otros parámetros relacionados.
- ✓ Manipular la grabación, es decir, dividirla en partes, unir diferentes fragmentos en uno solo, hacer variaciones de tiempo, velocidad, etc.

**SEGUIMIENTO DEL TRABAJO**

- Debido a que la propia naturaleza del trabajo obliga a su realización de forma independiente por cada uno de los grupos, no se plantea emplear ninguna sesión de aula para la realización de la *webquest*, lo que no exime de una labor de seguimiento por parte del docente. La supervisión del trabajo se puede llevar a cabo de forma oral interesándose por el grado de desarrollo del mismo y con la resolución de las dudas que se les planteen.

**FINALIZACIÓN, ENTREGA Y EVALUACIÓN**

- Los trabajos se presentarán únicamente en formato digital (mediante USB, CD, etc.) dado que parte del material a elaborar puede ser en formato multimedia.
- La evaluación de los trabajos se realizará de acuerdo a las rúbricas incluidas en la *webquest*.

**6.2. CRONOGRAMA**

	Semana					
	0	1	2	3	4	5
Disponibilidad <i>webquest</i>						
Organizar los grupos de trabajo (alumnos)						
Establecer los grupos definitivamente		Día 1				
Explicación: <i>¿Qué es esta webquest?</i> (trabajo, evaluación, fecha de entrega, etc.).		Día 1				
Funcionamiento del <i>Audacity</i> (software de tratamiento de sonido)		Día 1				
Desarrollo de la unidad didáctica						
Trabajo autónomo						
Entrega del trabajo					Límite	
Defensa del trabajo						
Calificación						

**6.3. MATERIALES DE APOYO Y RECURSOS NECESARIOS**

La actividad se podría realizar conjuntamente con el Departamento de Música, ello enriquecería las explicaciones y se aclararían las dudas desde un punto de vista mucho más acorde a la temática tratada.

- ❑ **Ordenador:** Es de suponer que todos los alumnos dispondrán de ordenador personal con el que puedan llevar a cabo la parte práctica, pero además el centro dispone de un conjunto de mini-ordenadores para la realización de distintas actividades, así como las aulas de informática.
- ❑ **Micrófono** (auxiliar o del propio PC).
- ❑ **Guitarra.** Dentro del grupo al que va dirigida la actividad varios eran los alumnos que disponían o tenían acceso fácilmente a una. De no ser así, se

podría acordar el utilizar los instrumentos disponibles en el Departamento de Música del centro.

- ❑ **Software de tratamiento de sonido** que permita grabar, reproducir y analizar ondas sonoras, [Audacity \(v. 2.0.5\)](#).

Se puede descargar e instalar gratuitamente desde la siguiente dirección web (versión *Audacity* 2.0.5): <http://audacity.sourceforge.net/>

- ❑ La **bibliografía recomendada** para la realización de la *webquest* se les proporcionará a los alumnos a través de la propia web.

Otro tipo de software que pudiera ser de utilidad para complementar los trabajos:

- ❑ **Atube catcher**: Programa gratuito que permite la captura de videos de servicios de internet (como youtube, etc.) para ser guardados en el ordenador en distintos formatos. Puede descargarse gratuitamente desde: <http://atube-catcher.dsnetwb.com/video/>
- ❑ **Microsoft Windows Movie Maker**: Permite la creación y edición de videos de forma sencilla.
- ❑ **Subtitle Workshop**: Permite la modificación de vídeos ya existentes mediante la inserción de subtítulos propios. Puede descargarse gratuitamente desde: [www.urusoft.net](http://www.urusoft.net)

## 7. EVALUACIÓN DE LA INNOVACIÓN

Objetivo	Indicadores	Medidas
Mostrar de forma práctica el contenido de las clases teóricas	Los alumnos experimentan las principales características de una onda sonora y los principales fenómenos ondulatorios	Los informes incluidos en los trabajos entregados por los alumnos
Enseñar técnicas experimentales	Los alumnos se familiarizan con los programas de análisis de ondas	Calidad y calificación de los trabajos
Promover actitudes científicas	Los alumnos diseñan las estrategias de resolución de las cuestiones planteadas	Calidad y calificación de los trabajos
Motivar al alumnado utilizando como recursos didácticos todo aquellos que pueda ser de su interés	Los alumnos muestran interés y satisfacción por las actividades desarrolladas.	Cuestionario de opinión y evaluación de la innovación

Objetivo	Indicadores	Medidas
Promover la búsqueda de información en las fuentes adecuadas.	Los alumnos hacen uso de la bibliografía facilitada en la webquest y la citan adecuadamente.	Trabajos realizados por los alumnos.

La nota del trabajo formará parte de calificación de la evaluación correspondiente a la unidad de ondas sonoras, tal y como se indica en el Apartado 8.2.1 (Instrumentos de Evaluación) de la Programación Didáctica de la materia incluida en este TFM.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, S., Pesa, M. (2002). Fenómenos ondulatorios: Modelos y razonamientos de estudiantes universitarios. *Memorias del VI Simposio de Investigadores en Enseñanza de la Física* (Argentina).
- Burbano, S., Burbano, E. (1988). *Física general*. Zaragoza: Mira Editores.
- Cros, A., Ferrer-Roca, C. (2011). Física por un tubo. Mide la velocidad del sonido en el aire y diviértete con los tubos sonoros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (Núm. extraordinario), 393-398.
- *Física 2º Bachiller* (2009) Ed. Everest.
- *Física 2ª Bachiller*. (2008) Ed. Santillana.
- Linder, C. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal Science Education*, 15, 655-662.
- Linder, C., Erikson, G. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal Science Education*, 11, 491-501.
- Maurines, L. (1992a). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal Science Education*, 14, 279-293.
- Maurines, L. (1992b). Los estudiantes y la propagación de las señales mecánicas: Dificultades de una situación de varias variables y procedimientos de simplificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 10, 49-57.
- Perales, J. (1997). Escuchando el sonido: Concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 233-247.
- Gamow, G. (2007). *Biografía de la Física*. Barcelona: Alianza Editorial.
- García-Molina R., Piñol N., Abellán J. (2009) Se ve, se siente... el sonido está presente. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 64, 72-78.
- Merino de la Fuente, J.M. (2006). *Las vibraciones de la música*. Alicante: Club Universitario.
- Robinson, M. C. (1979). Undergraduate laboratories in physics: Two philosophies. *American journal of Physics*, 47, 859-862.

- Saura, O., De Pro Bueno, A. (1999) ¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 193-210.
- Sears, F. W, Zemansky, M, W. (1974) *Física general*. Madrid: Aguilar.
- Sebastia, J. M. (1985). Las clases de laboratorio de física: Una propuesta para su mejora. *Enseñanza de las Ciencias*, 42-45.
- Sebastia (1987), J. M. ¿Qué se pretende en los laboratorios de Física universitaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 196-204.
- Serway, R. A. (1997) *Física. Tomo I*. (4ª Ed.) México: McGraw Hill. Tipler, P.A., Mosca, G. *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Reverté.
- Utges, G. et al. (2002). La enseñanza y aprendizaje de conceptos complejos. En busca de referentes teóricos para comprender las dificultades de los estudiantes en la comprensión del concepto de onda. *Memorias del VI Simposio de Investigadores en Enseñanza de la Física* (Argentina).
- Valderas, M. L., García, D. A. Física y música con copas y botellas: Una colaboración interdisciplinar sobre aspectos científicos de los sonidos musicales a través de una experiencia de ciencia recreativa. IES Pedro Peñalver (El Algar, Murcia).
- Welti, R. (2002). Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 261-270.
- White, H. E. (1965) *Física moderna*. Barcelona: Montaner y Simón.