

**Universidad de Oviedo**

**Facultad de Formación del Profesorado y Educación**

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

**Trabajo Fin de Máster**

**Título: ANÁLISIS Y PROGRAMACIÓN DE LA FÍSICA  
DE 2º DE BACHILLER DESDE LA  
PERSPECTIVA DEL PROYECTO  
CIENCIA@JOVEN**

**Autor:** Matías Vega Gracia

**Director:** Juan José Suárez Menéndez

**Fecha:** 30 de mayo de 2012

**Nº de Tribunal**

36

Autorización del director

Firmado: Juan José Suárez Menéndez

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

**Título:** ANÁLISIS Y PROGRAMACIÓN DE LA  
FÍSICA DE 2º DE BACHILLER DESDE LA  
PERSPECTIVA DEL PROYECTO  
CIENCIA@JOVEN

**Autor:** Matías Vega Gracia

**Director:** Juan José Suárez Menéndez

**Fecha:** 30 de mayo de 2012

Nº de Tribunal

**36**

## ÍNDICE

	Pág.
<b>PARTE I. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN CRÍTICA</b>	1
○ <b>REFLEXIÓN SOBRE MI EXPERIENCIA PERSONAL DURANTE EL PERIODO DE PRÁCTICAS</b>	1
○ <b>RELACIÓN DE LAS DISTINTAS MATERIAS DEL MASTER CON EL PRÁCTICUM. VALORACIÓN DE SU IMPORTANCIA Y NECESIDAD</b>	2
○ <b>PROPUESTAS DE MEJORA Y VALORACIÓN CRÍTICA DEL MÁSTER</b>	4
○ <b>PROPUESTA DE MEJORA E INNOVACIÓN EDUCATIVA</b>	5
○ <b>ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM DE FÍSICA DE 2º DE BACHILLERATO</b>	5
<b>PARTE II. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA</b>	7
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	7
<b>CONTEXTO</b>	7
○ Marco legislativo	7
○ Características del centro	8
▪ Recursos socioculturales de la zona	9
▪ Dotación de laboratorios, aulas de clase y aulas de informática	10
○ Características del grupo	11
<b>OBJETIVOS</b>	11
○ Objetivos generales de la etapa	11
○ Objetivos de la materia	12
<b>CONTENIDOS</b>	13
○ Bloques de contenidos: secuenciación y distribución temporal	14
<b>EVALUACIÓN</b>	14
○ Criterios de evaluación	14
○ Criterios de calificación	18
▪ Pruebas escritas	19
○ Procedimientos de recuperación	19

<b>METODOLOGÍA</b>	20
○ Aspectos generales	20
○ Aspectos específicos	21
▪ Explicación de la unidad	21
▪ Prácticas de laboratorio	22
▪ Materiales y recursos didácticos	22
▪ Actividades complementarias y extraescolares	23
<b>ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD</b>	23
○ Atención de los alumnos con déficit de atención e hiperactividad	23
○ Atención a los alumnos con mayor capacidad de aprendizaje	23
<b>BLOQUE I. INTERACCIÓN GRAVITATORIA</b>	23
UNIDAD DIDÁCTICA 1. Movimientos de los cuerpos celestes	24
UNIDAD DIDÁCTICA 2. La ley de gravitación universal	26
UNIDAD DIDÁCTICA 3. El campo gravitatorio	28
<b>BLOQUE II: INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA</b>	31
UNIDAD DIDÁCTICA 3. El campo eléctrico	31
UNIDAD DIDÁCTICA 5. El campo magnético	34
UNIDAD DIDÁCTICA 6. Inducción electromagnética	37
<b>BLOQUE III. VIBRACIONES Y ONDAS</b>	40
UNIDAD DIDÁCTICA 7. Vibraciones y movimiento armónico simple	41
UNIDAD DIDÁCTICA 8. El movimiento ondulatorio	44
UNIDAD DIDÁCTICA 9. Fenómenos ondulatorios	46
UNIDAD DIDÁCTICA 10. El sonido	49
<b>BLOQUE IV. ÓPTICA</b>	51
UNIDAD DIDÁCTICA 11. Naturaleza y propagación de la luz	52
UNIDAD DIDÁCTICA 12. Óptica geométrica	55

<b>BLOQUE V. FÍSICA MODERNA</b>	57
UNIDAD DIDÁCTICA 13. Principios de relatividad general	57
UNIDAD DIDÁCTICA 14. Fundamentos de física cuántica	60
UNIDAD DIDÁCTICA 15. Física nuclear y partículas	64
<b>PARTE III. PROPUESTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA. “CIENCI@ JOVEN”</b>	69
<b>DIAGNÓSTICO INICIAL</b>	69
○ Contexto y ámbito de aplicación de la innovación	69
<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN</b>	69
○ Objetivos generales de la etapa	70
○ Objetivos específicos de la materia	70
<b>MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA</b>	72
○ Características generales de la revista y los artículos	72
○ Características específicas y gestión de los artículos	73
<b>DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN</b>	75
○ Plan de actividades	75
○ Agentes implicados	76
○ Materiales de apoyo y recursos necesarios	76
○ Cronograma	76
○ Evaluación y seguimiento de la innovación	77
<b>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE REFERENCIA</b>	78
<b>BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA</b>	78
<b>VIDEOGRAFÍA</b>	78
<b>PAGINAS WEB</b>	78
<b>RECURSOS WEB</b>	79
<b>ANEXO I.</b>	80

**PARTE I. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN CRÍTICA****REFLEXIÓN SOBRE MI EXPERIENCIA PERSONAL DURANTE EL PERIODO DE PRÁCTICAS.**

La incertidumbre es un sentimiento que te mantiene alerta, que te prepara para responder ante una situación desconocida y salir airoso de ella. Quizá esa fue la primera sensación que tuve cuando llegué al I.E.S “*Monte Naranco*” de Oviedo, mezclada con una alta dosis de curiosidad y ganas por conocer por fin como se ve el aula desde el otro lado.

Acostumbrado a ser alumno, era toda una experiencia convertirme, aunque sólo fuese por un período de tres cortos pero intensos meses, en un profesor, o al menos acercarme un poco más a ese mundo tan desconocido. Y quiero hacer hincapié en el adjetivo desconocido por el hecho de que, por mucho que nos hubieran contado, hubiéramos oído, pensado o imaginado, no se podía saber lo que implica ser un profesional de la enseñanza hasta que no se tiene una experiencia similar.

Viéndolo con perspectiva, de mis palabras se intuye que el periodo de prácticas supuso para mí una vivencia única e inolvidable, y en consecuencia, no dudo en afirmar que es la parte más enriquecedora y didáctica del Máster. Haciendo referencia a una frase citada por uno de los profesores de la materia de “Complementos de formación”, *“La experiencia es la madre de todas las ciencias”*.

Considero que, más allá de estudiar una Programación General Anual, o revisar el Proyecto Educativo de Centro, el periodo de prácticas es la mejor oportunidad de descubrir si realmente uno se siente preparado y con ganas de iniciar una carrera profesional que trata con la materia prima más importante, las personas, sin restarle importancia a todo lo relacionado con la parte más institucional de las mismas, pero hago esta reflexión porque me parece que es la esencia de todo. No podemos olvidar quienes son nuestros “clientes”, y que los profesores, y los que algún día esperamos llegar a serlo, debemos ejercer la labor docente con la mayor dedicación y entusiasmo posibles.

A nivel técnico, sería imposible saber cómo funciona un centro sin estar dentro de él, desde la redacción de los documentos que sustentan su funcionamiento y lo caracterizan, hasta el diseño estructural de sus aulas y de su cuerpo docente. El nivel de organización que requiere es tan elevado que sin duda hace que te plantees si serías capaz de encontrar tu sitio y manejarte debidamente, pero con el paso de los días y con la indispensable ayuda del personal del instituto, todo va encajando y es entonces cuando los conceptos que se explican durante el primer trimestre del Máster, cobran vida y adquieren forma y sentido.

De las observaciones y actividades realizadas durante el periodo de prácticas, surgen las pautas y directrices que conforman el presente trabajo fin de Máster, desde la reflexión inicial hasta la propuesta de innovación, pasando por la programación para el curso de Física de 2º de Bachillerato. En definitiva, queda claro que el *Prácticum* es y debe ser el principal referente para el aprendizaje y aprovechamiento del Máster, por la oportunidad que se nos ha brindado al poder ser partícipes de la vida diaria de un centro, desde su estructura y conformación hasta la realidad de un aula, a través de las reuniones con los profesionales (Claustros, CCP, juntas de evaluación y RED, etc.) y del contacto con los alumnos, y darse cuenta del profundo calado que tiene la profesión docente, que sobrepasa en gran medida las barreras físicas del aula y va mucho más allá de lo que parece a simple vista.

### **RELACIÓN DE LAS DISTINTAS MATERIAS DEL MÁSTER CON EL PRÁCTICUM. VALORACIÓN DE SU IMPORTANCIA Y NECESIDAD.**

Durante el periodo inicial del Máster, que comprende los primeros tres meses del mismo, se han ido desarrollando una serie de materias con el objetivo de caracterizar la vida de un centro así como los principales rasgos de la práctica docente y características del alumnado. Las enseñanzas impartidas, están enfocadas al aprovechamiento máximo de la estancia en el centro durante el período de prácticas. Es por eso que se cree conveniente realizar un análisis general que describa la relación que han tenido las distintas asignaturas y contenidos impartidos con la realidad del instituto, valorando la importancia y adecuación de las mismas para el aprovechamiento óptimo de la estancia en el instituto, y hacer de ello una experiencia altamente enriquecedora a nivel didáctico y personal.

A continuación se detallará, para cada materia, en qué medida han sido adaptadas y han respondido a las exigencias del día a día en el I.E.S “Monte Naranco” de Oviedo:

- ▶ **Procesos y Contextos Educativos.** Esta materia se divide en cuatro bloques, “Características organizativas de las etapas y centros de secundaria”, “Tutoría y orientación educativa”, “Atención a la diversidad” e “Interacción, comunicación y convivencia en el aula”. El primero de los bloques se centraba en la organización del centro y los documentos que la fundamentan, así como la historia de la educación en España. Considero que la temática es esencial para entender como es un instituto, el problema radica en que al ser la primera vez que me hablaban de ese tipo de documentación, no era capaz de interrelacionar los contenidos, y tuve la sensación de que se repetían los conceptos una y otra vez.

Con respecto al bloque de tutoría, me parece importante hablar de ello, pero tanto este bloque, como el de atención a la diversidad, cobraron demasiada importancia y tomaron demasiado peso para lo que luego nos encontramos en el instituto, refiriéndome a que no vimos prácticamente nada sobre tutorías o planes de diversidad. Considero que los trabajos propuestos (redactar un plan

de acción tutorial y otro de atención a la diversidad) estuvieron desenfocados para el desempeño posterior durante el periodo de prácticas (teniendo en cuenta que son competencia del Departamento de Orientación y no de los profesores de cada materia).

El último bloque me pareció muy interesante por la temática a tratar. La convivencia en el aula genera tensiones y es importante conocer a qué nos podemos enfrentar en el día a día. Por suerte, durante mi estancia en el instituto no hubo ningún conflicto fuera de lo “normal” y las pequeñas situaciones de desacuerdo se solventaron de forma natural y pacífica.

- ▶ **Aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad.** En esta materia se trataron los temas relacionados con el desarrollo cognitivo del ser humano y las distintas etapas del mismo, así como estrategias para mejorar las capacidades intelectuales. Me pareció interesante, pero diría que sólo a nivel personal, porque no le encontré aplicación práctica a una gran parte de los contenidos que se abordaron materia a la hora de afrontar la realidad de un aula de secundaria. Me quedaría sólo con todo aquello que concierne a las características propias de un adolescente de instituto (**de 12 a 18 años**).
- ▶ **Tecnologías de la Información y la Comunicación.** Los contenidos de esta materia me parecieron muy interesantes y con una aplicabilidad real. Creo que es importante, al menos, conocer las posibilidades que nos ofrecen las nuevas tecnologías, y considero indispensable conocer qué tenemos al alcance de la mano para el desarrollo de nuestra labor docente a la hora de explicar contenidos, proponer ejercicios, etc.
- ▶ **Sociedad Familia y Educación.** En esta materia nos explicaron cómo es la diversidad entre las familias de los alumnos de un centro actual, qué nos podemos encontrar y a qué nos podemos atener. El problema es que, una vez en el centro, y muy a mi pesar, la relación con las familias fue nula, aunque entiendo que es un tema de una índole más profesional y requiere un mayor nivel de responsabilidad y sobre todo de experiencia.
- ▶ **Diseño y Desarrollo del Currículum.** En esta materia nos explicaron la estructura de una programación y se comentó la forma del currículum, así como los contenidos. Me ocurrió algo parecido al caso del primer bloque de “Procesos y contextos educativos”; es decir, creo que es un tema muy importante y que debemos dominar, pero en cierta manera no fui capaz de aprovechar los contenidos que abordamos porque no era capaz de visualizar su aplicabilidad. Considero que este tipo de conceptos se deben desarrollar de una manera más adaptada a la especialidad a la que se pertenece, quizá durante el periodo de prácticas o después de él. Me parecieron interesantes algunos seminarios sobre actuación en el aula.

- ▶ **Complementos de Formación.** Esta materia hacía una revisión general sobre los contenidos de la Física y la Química a la largo de secundaria, además de una visión histórica. Me pareció muy interesante porque inspiró en mí unas ideas iniciales sobre cómo afrontar la materia de mi especialidad en el aula, y creo que los trabajos propuestos fueron útiles e ilustrativos.
- ▶ **Aprendizaje y Enseñanza.** Bajo mi punto de vista, fue la materia más importante y con la que más aprendí durante el Máster. Las clases fueron concisas y muy enfocadas a la labor docente dentro de nuestra especialidad. El hecho de haberla cursado durante el periodo de prácticas hizo que todo cobrase mucho sentido, y tengo dudas sobre si sería mejor plantearla antes del mismo. La cantidad de material didáctico facilitado fue muy acertada, así como los comentarios y en general apoyo a la hora de desarrollar las tareas propias del Máster. Los trabajos propuestos fueron extensos y complicados, pero muy provechosos y bien enfocados.
- ▶ **Laboratorio de ciencias experimentales.** Fue una materia interesante y muy agradable. Las prácticas que hicimos durante las clases son un buen ejemplo de lo que podemos llevar a un contexto real. Fueron sencillas, interesantes y con un alto nivel educativo y didáctico por todo lo que conllevaron.
- ▶ **Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa.** En la actualidad, la investigación y la innovación docente están totalmente ligadas al desarrollo de la vida profesional como profesor. Fue complicado realizar las tareas encomendadas por tratarse de un estilo al que no estoy acostumbrado, por el tipo de lenguaje empleado y la forma de expresar las ideas, estableciendo marcos teóricos y legislativos con los que no me encontraba muy cómodo. A pesar de ello, la materia se sucedió de una forma bastante agradable y me sirvió para aprender a moverme mejor con este tipo de documentación.

### **PROPUESTAS DE MEJORA Y VALORACIÓN CRÍTICA DEL MASTER**

El enfoque que se le dio al Prácticum (la piedra angular del Máster) me pareció adecuado. Lo único que diría al respecto es que habría que afinar un poco más ciertos contenidos relacionados la pedagogía más teórica en la que se insistió de manera continua durante el desarrollo del curso, y especificar un poco más, por ejemplo, mediante el estudio de casos concretos en relación a la realidad del aula, como se hizo en algunas ocasiones. Incidiría más en esa metodología.

Sobre el cuaderno de prácticas, las observaciones van en la misma línea. A mi entender poco adecuado a lo que realmente hicimos en el instituto, y más enfocado al desarrollo de documentación que, al menos en mi caso, no fue de gran utilidad. Lo adaptaría al tipo de especialidad, bajo la supervisión de un profesional docente con experiencia en un instituto.

En algunos casos las tareas encomendadas me parecieron un poco excesivas en extensión y en contenidos. Propongo reformularlas de manera que se trabajen, una vez más, aspectos más específicos a la realidad de un centro de secundaria y bachillerato.

Por lo demás, y como visión general del curso, estoy bastante satisfecho por toda la experiencia y conocimientos nuevos que he adquirido, y que me han acercado un poco más a una profesión con un espectro de actuación tan amplio como es la práctica docente.

### **PROPUESTA DE MEJORA E INNOVACIÓN EDUCATIVA**

El proceso de enseñanza y aprendizaje es dinámico y está supeditado al cambio y a la adaptación de mejoras que garanticen los mejores resultados posibles. Es por eso, que la innovación educativa es un principio intrínseco y totalmente ligado a la labor docente.

Es importante tener en cuenta el contexto<sup>1</sup> de aplicación de una innovación educativa, que ha de estar adaptada a las necesidades para la cual ha sido diseñada en dicho contexto. En el presente caso, hay que tener en cuenta que se trata de un curso de Física de 2º de Bachillerato, y por tanto el tiempo está limitado por la presencia de la PAU (aunque no sea obligatoria por ser una asignatura optativa). Por ello, todo aquello que requiera un esfuerzo extra, ha de estar totalmente justificado, y no debe suponer una carga para los alumnos, más bien un refuerzo para la adquisición de los conocimientos, procedimientos y actitudes propias de la etapa.

Tras la observación de la situación, las necesidades detectadas, y la reflexión personal (el profesor ha de recordar su época de estudiante y pensar en todo aquello que hubiese supuesto una mejora en su educación), la propuesta de innovación, que se detallará en la tercera parte del presente Trabajo Fin de Máster consistirá en la **realización, por parte de los alumnos, de artículos de índole científica en relación a los contenidos explicados para cada uno de los bloques** (cinco en total para la materia de Física de 2º de Bachillerato), **que conformarán una revista científica con el sello personal del grupo al que concierna, y que tendrá por título “Cienci@Joven”,** por tratarse de una tarea con una alta relación *enriquecimiento personal-esfuerzo empleado*.

### **ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM DE FÍSICA DE 2º DE BACHILLERATO**

El bachillerato es una etapa educativa terminal en sí misma, pero también tiene un carácter propedéutico: su currículo debe incluir los diferentes tipos de contenidos que permitan abordar con éxito los estudios posteriores, dado que la Física forma parte de muchos estudios universitarios de carácter científico y técnico y es necesaria para un amplio abanico de ciclos formativos de la Formación Profesional de Grado Superior, y para ello están sus conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes.

---

<sup>1</sup> El contexto educativo donde se aplicará la innovación propuesta se detallará en el apartado “Diagnóstico inicial-contexto y ámbito de aplicación de la innovación”.

El currículo de la materia se estructura en tres grandes bloques: mecánica, electromagnetismo y física moderna. El primero contempla la interacción gravitatoria, la mecánica ondulatoria y la óptica, con el objetivo de completar la imagen mecánica del comportamiento de la materia y demostrar también la integración de los fenómenos luminosos en el electromagnetismo, que se convierte, junto con la mecánica, en el pilar fundamental de la física clásica. Con el fin de facilitar la comprensión de aquellos fenómenos que la física clásica no pudo explicar se incluye el tercer bloque relativo a la física moderna, algunas de cuyas ideas (relatividad, física cuántica y sus aplicaciones) son introducidas en los contenidos.

Se considera que en algunas ocasiones la interfase Bachillerato-Universidad no está bien definida, y esto da lugar a desajustes entre lo estudiado en el Bachillerato y lo demandado por parte de las carreras universitarias, especialmente en el caso de las ingenierías. Se recomienda entonces afinar más si cabe esa relación entre una etapa y otra, para evitar posibles problemas de adaptación.

## PARTE II. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA

### JUSTIFICACIÓN

El **Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre**, aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) y que establece la estructura y las enseñanzas mínimas de Bachillerato como consecuencia de la implantación de la Ley Orgánica de Educación (LOE), ha sido desarrollado en la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias por el, **Decreto 75/2008 del 6 de agosto** por el que se establece el currículo de Bachillerato para esta comunidad.

El currículo de Bachillerato ha de contribuir a la formación de una ciudadanía del siglo XXI informada y crítica, y por ello debe incluir aspectos de formación cultural y científica. La materia de Física, y en general todas las de carácter científico, han de favorecer, en consecuencia, la familiarización del alumno con la naturaleza y con las bases conceptuales de la ciencia y de la tecnología, con las características de la investigación científica y con su aplicación a la resolución de problemas concretos (método científico), y mostrar los usos aplicados de estas ciencias y sus consecuencias sociales, cada vez mayores. Es difícil imaginar el mundo actual sin contar con las implicaciones que el conocimiento de la mecánica, la electricidad o la electrónica, por ejemplo, ha supuesto y está suponiendo. Por ello, la Física aparece como una materia fundamentas de la cultura de nuestro tiempo que contribuye a la formación integral de ciudadanos, igual que las de carácter humanístico (el uso correcto del lenguaje científico, por ejemplo, es una faceta más de esa formación integral).

### CONTEXTO

#### Marco legislativo

#### Normativa de carácter general

- ▶ Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo de Educación (LOE).
- ▶ Real Decreto 83/1996 de 26 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los I.E.S.
- ▶ Resolución del 6 de agosto de 2001 modificada por la resolución del 5 de agosto de 2004 por la que se aprueban las instrucciones que regulan la organización y funcionamiento de los institutos.

En ambos casos se exceptuarán aquellos apartados que se opongan a lo establecido en la LOE y en el decreto 76/2007 del 20 de junio.

- ▶ Decreto 76/2007 del 20 de junio por la que se regula la participación de la comunidad educativa y los órganos de gobierno de los centros docentes públicos en el Principado de Asturias.
- ▶ Circular de inicio de curso 2011-2012.

### Normativa específica para Bachillerato

- ▶ Real Decreto 1467/2007 del 2 de noviembre por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- ▶ Decreto 75/2008 del 6 de agosto por el que se establece el currículo en Bachillerato en el Principado de Asturias.
- ▶ Circular del 17 de abril del 2012 de la Dirección General de Políticas Educativas y Ordenación Académica sobre la evaluación final de Bachillerato.

### Características del centro

Esta programación está desarrollada para el I.E.S Monte Naranco, situado en el municipio de Oviedo en el Principado de Asturias.



El Instituto se encuentra en el barrio de Ciudad Naranco, en la ladera de dicho monte. Rodeado de un entorno natural, dispone en sus proximidades de una zona recreativa-deportiva como es la Pista Finlandesa, que es un área deportiva y recreativa acondicionada sobre la superficie que ocupó un antiguo tren minero y que ahora es muy utilizada por los ciudadanos de Oviedo para pasear, correr o simplemente para disfrutar de las vistas de la ciudad desde un punto tan privilegiado. Además, en las proximidades existe una zona monumental de gran importancia ya que allí se encuentran los monumentos del Prerrománico asturiano: Santa María del Naranco y San Miguel de Lillo, declarados por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad.

El acceso al Instituto se realiza por la carretera que sube al Monte Naranco desde el casco urbano, perfectamente habilitado para el tráfico de cualquier tipo.

El alumnado del Instituto procede mayoritariamente de los barrios de Ciudad Naranco y Vallobín con dos colegios públicos adscritos al centro, *Parque Infantil* y *San Pedro de los Arcos*. El colegio público de *Las Regueras* tiene doble adscripción, al IES Río Trubia y a este centro.

La escolarización de alumnado extranjero ha ido en aumento en los últimos cursos y en este momento, curso 2010/2011, representa un 24 % en la ESO y un 21 % con respecto al total de alumnado del centro.

El nivel sociocultural de las familias de los alumnos del instituto, según datos obtenidos en distintos cuestionarios, podría situarse en un nivel social medio-bajo. En todo caso los barrios de Vallobín y Ciudad Naranco han tenido una evolución positiva en cuanto a niveles socioeconómicos y otro dato importante es la incorporación del alumnado del barrio de La Florida.

*Recursos socioculturales de la zona*

Los centros sociales ubicados en las zonas de influencia del instituto (Ciudad Naranco, Vallobín, La Florida y Las Regueras) pueden ser centros de referencia para nuestra comunidad educativa. Son centros que canalizan actividades culturales para grupos sociales de la zona y son para los alumnos lugares de encuentro y de fomento de la cultura. Cada uno de ellos dispone de biblioteca con importantes recursos, que complementan los existentes en la biblioteca del instituto, sala de lectura, sala de reuniones, etc. Las mismas zonas tienen centros de salud y polideportivos municipales que acercan los servicios públicos.

<b>Características del centro</b>	
<i>Titularidad del centro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Consejería de Educación y Universidades del Principado de Asturias</li> </ul>
<i>Enseñanzas que se imparten en el centro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Educación Secundaria Obligatoria, 1º, 2º, 3º y 4º</li> <li>▶ Bachillerato de las Modalidades de “Ciencias y Tecnología” y “Humanidades y Ciencias Sociales”.</li> <li>▶ Programas de Cualificación Profesional Inicial (PCPI): “Operario de viveros, jardines y parques” y “Auxiliar de informática”.</li> <li>▶ Ciclo Formativo de Grado Medio (Informática): “Sistemas microinformáticos y redes”.</li> <li>▶ Ciclo Formativo de Grado Superior (Informática): “Desarrollo de aplicaciones informáticas”.</li> </ul>
<i>Número de unidades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>ESO:</b> 3 grupos por curso (1º, 2º, 3º y 4º).</li> <li>▶ <b>Bachillerato:</b> 2 grupos por curso (1º y 2º).</li> <li>▶ <b>Ciclo formativo de Informática de grado medio:</b> 2 grupos por curso (1º y 2º), mañana y tarde.</li> <li>▶ <b>Ciclo formativo de grado superior:</b> 1 grupo por curso (1º y 2º)</li> </ul>
<i>Número de alumnos</i>	<b>585</b>
<i>Régimen de permanencia de profesorado y alumnado en el centro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mañanas de 8.15 a 14:20, con dos recreos; el primero de 11:00 a 11:20, y el segundo de 13.10 a 13:25 (Las sesiones son de 55 minutos).</li> </ul>
<i>Programas vigentes en el centro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sección bilingüe.</li> <li>▶ Apertura del centro a la comunidad.</li> <li>▶ Biblioteca.</li> <li>▶ Programa Presta.</li> <li>▶ Programa Arce.</li> <li>▶ Acción tutorial y orientación académica y profesional.</li> <li>▶ Jóvenes emprendedores.</li> <li>▶ Tutoría de acogida.</li> </ul>

### *Dotación de laboratorios, aulas de clase y aulas de informática*

La dotación y características tanto del aula de clase, como de los laboratorios de física y química y aula de TIC, son detalles muy importantes a tener en cuenta para el desarrollo de la labor docente. Es por ello que se especifican a continuación, para ayudar a fijar más el contexto de actuación.

#### ***Dotación del laboratorio de Física*** (50 m<sup>2</sup> aproximadamente):

- ▶ Cuatro mesas largas con 6 puestos por mesa (24 puestos)
- ▶ Fregadero
- ▶ 2 armarios
- ▶ 1 pizarra
- ▶ Pantalla y proyector. Tabla periódica
- ▶ Botiquín
- ▶ Caja de herramientas
- ▶ Material para la elaboración de prácticas:
  - 10 equipos de óptica (Foco de luz, lentes, rendijas, disco de Hartl)
  - Material para prácticas de electromagnetismo (galvanómetros, cables, imanes, etc.).
  - Material para prácticas de sonido (tubos diapasones, etc.).
  - Balanzas, bibliografía, modelos atómicos y orbitales.
  - Material para prácticas de calorimetría.
  - Material para prácticas de electrónica.

#### ***Dotación del laboratorio de Química*** (50 m<sup>2</sup> aproximadamente):

- ▶ Disposición de mesas en forma de peine, con 5 mesas largas de 6 puestos por mesa (30 puestos).
- ▶ Meseta lateral con un fregadero por mesa.
- ▶ Cada puesto dispone de un pequeño fregadero, pero no hay salida de gas.
- ▶ 1 pizarra.
- ▶ Botiquín.
- ▶ Lateral de armarios para almacenar todo el material y reactivos.
- ▶ 1 campana de gas.
- ▶ Dentro del material disponen de: matraces Erlenmeyer, matraces de 100, 250 y 500 mL, buretas, pipetas de distintos volúmenes, varillas de vidrio. Pipetas pasteur, vasos de precipitados de distintos tamaños, embudos decantadores, recipientes para la cristalización, embudos, material de montaje, papel de filtro, etc.
- ▶ Amplia gama de reactivos sólidos y reactivos químicos en menor medida.

#### ***Sala de TIC***

- ▶ Sala amplia dotada con una sección de mesas largas (4 puestos por mesa) en total 6, y otra sección de mesas individuales (6 mesas). En total cuenta con unos 30 ordenadores.

- ▶ Ordenador del profesor y pantalla de proyección. El ordenador está conectado a la pantalla, pudiéndose realizar presentaciones.
- ▶ Pizarra digital.

#### ***Aula de clase para el grupo A:***

- ▶ El aula es un poco más pequeña que las de 3º pero suficiente para el número de alumnos que hay. Sobran mesas (sin ocupar).
- ▶ El resto del equipamiento es igual.
- ▶ Una pizarra
- ▶ Taquillas individuales
- ▶ Un armario.
- ▶ Los alumnos se sientan por parejas generalmente, pero algunos de ellos de manera individual.

#### **Características del grupo**

Está compuesto por 13 alumnos (2 chicas y 11 chicos). Todos ellos de nacionalidad española. En general, es un grupo bastante homogéneo en lo que a actitud, capacidades y forma de trabajo se refiere. Con algunas excepciones, es un grupo bastante maduro, participativo y con un nivel bastante bueno en conocimientos, destrezas y habilidades.

#### **OBJETIVOS**

En este apartado se reproduce, como referencia, el marco legal del currículo en esta comunidad autónoma (Decreto 75/2008, de 6 de agosto), tal y como ha sido aprobado por su Administración educativa y publicado en su Boletín Oficial (22 de agosto de 2008).

#### **Objetivos generales de la etapa**

Según el artículo 4 del citado Decreto, esta etapa educativa contribuirá a desarrollar en el alumnado las capacidades indicadas en el artículo 3 del Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de Bachillerato, así como los dos que se incluyen a continuación:

- ✓ 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 construcción de una sociedad justa y equitativa y favorezca la sostenibilidad.
- ✓ 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.
- ✓ 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.

- ✓ Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- ✓ Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua co-oficial de su comunidad autónoma.
- ✓ Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- ✓ Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- ✓ 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 de su entorno social.
- ✓ Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- ✓ 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.
- ✓ Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- ✓ Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- ✓ Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- ✓ Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

Los dos objetivos que incluye expresamente esta comunidad autónoma son los siguientes:

- ✓ 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.
- ✓ Fomentar hábitos orientados a la consecución de una vida saludable.

### Objetivos de la materia

La materia de Física tiene como finalidad que el alumno desarrolle las siguientes capacidades:

- ✓ Adquirir y poder utilizar con autonomía conocimientos básicos de la física, así como las estrategias empleadas en su construcción.
- ✓ Comprender los principales conceptos y teorías, su vinculación a problemas de interés y su articulación en cuerpos coherentes de conocimientos.
- ✓ Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos, utilizando el instrumental básico de laboratorio, de acuerdo con las normas de seguridad de las instalaciones.

- ✓ Expresar mensajes científicos orales y escritos con propiedad, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas y otros modelos de representación.
- ✓ Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido, fundamentar los trabajos y adoptar decisiones.
- ✓ Aplicar los conocimientos físicos pertinentes a la resolución de problemas de la vida cotidiana.
- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ Reconocer los principales retos actuales a los que se enfrenta la investigación en este campo de la ciencia y valorar su importancia para lograr un futuro sostenible.

Además de los anteriores objetivos establecidos por ley, se cree conveniente añadir otros sean de carácter más específico y personal para el desarrollo de la materia durante el presente curso:

- ✓ *Reconocer las aportaciones de la física a la evolución cultural y al desarrollo tecnológico del ser humano y analizar su incidencia en la naturaleza y en la sociedad.*
- ✓ *Valorar las aportaciones de la Física a los diferentes ámbitos de conocimiento actuales, así como sus implicaciones con la tecnología y con la sociedad.*
- ✓ *Relacionar los contenidos de la Física con otras áreas científicas como son: La Biología, la Geología, las Ciencias de la Tierra y Medioambientales, etcétera.*

## CONTENIDOS

Considerando que la estructura principal de la Física está constituida por teorías y conceptos que configuran esquemas interpretativos de la realidad, se han tomado como criterios que ayudan a organizar el currículum aquellos contenidos que hacen referencia a conceptos relevantes y a las relaciones entre ellos.

Junto a estos contenidos, habitualmente denominados conceptuales, deben considerarse otros como los referidos a destrezas procedimientos y actitudes. Son un

conjunto de contenidos, comunes a todas las ciencias en unos casos y específicos de la Física en otros, que es necesario desarrollar a lo largo del tratamiento de esta materia y que suponen una aproximación al trabajo científico y a las relaciones Física-Tecnología-Sociedad.

Los contenidos se presentan estructurados en bloques temáticos. La distribución temporal de dichos bloques se ha establecido considerando la claridad expositiva, la lógica interna de la materia y su desarrollo histórico, adaptándolo de la mejor manera posible a la realidad del aula.

### Bloques de contenidos: secuenciación y distribución temporal

<i>BLOQUES</i>		<i>UNIDADES</i>	<i>Ses.</i>	
<b>CONTENIDOS COMUNES</b>	<b>I</b>	<b>INTERACCIÓN GRAVITATORIA</b>	1. Movimientos de los cuerpos celestes	7
			2. La ley de gravitación universal	8
			3. El campo gravitatorio	8
	<b>II</b>	<b>INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA</b>	4. El campo eléctrico	8
			5. El campo magnético y principios de electromagnetismo	8
			6. Inducción electromagnética	8
	<b>III</b>	<b>VIBRACIONES Y ONDAS</b>	7. Vibraciones y movimiento armónico simple	7
			8. El movimiento ondulatorio	7
			9. Fenómenos ondulatorios	7
			10. El sonido	5
	<b>IV</b>	<b>ÓPTICA</b>	11. Naturaleza y propagación de la luz	7
			12. Óptica geométrica	7
	<b>V</b>	<b>FÍSICA MODERNA</b>	13. Principios de relatividad general	6
			14. Fundamentos de física cuántica	8
			15. Física nuclear y partículas	8
<b>EXÁMENES Y ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES</b>			<b>9</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>118</b>	

## **EVALUACIÓN**

### Criterios de evaluación

El Decreto del currículo establece una serie de criterios generales de evaluación que constan de un enunciado y una breve descripción, y establecen el tipo y el grado de aprendizaje que se espera que haya alcanzado el alumnado en un momento determinado, respecto de las capacidades indicadas en los objetivos generales.

Los criterios generales son los siguientes:

**1. Analizar situaciones y obtener información sobre fenómenos físicos utilizando las estrategias básicas del trabajo científico.**

*Se trata de evaluar si los estudiantes se han familiarizado con las características básicas del trabajo científico al aplicar los conceptos y procedimientos aprendidos y en relación con las diferentes tareas en las que puede ponerse en juego, desde la comprensión de los conceptos a la resolución de problemas, pasando por los trabajos prácticos. Este criterio ha de evaluarse en relación con el resto de los criterios, para lo que se precisan actividades de evaluación que incluyan el interés de las situaciones, análisis cualitativos, emisión de hipótesis fundamentadas, elaboración de estrategias, realización de experiencias en condiciones controladas y reproducibles, análisis detenido de resultados, consideración de perspectivas, implicaciones CTSA del estudio realizado (posibles aplicaciones, transformaciones sociales, repercusiones negativas...), toma de decisiones, atención a las actividades de síntesis, a la comunicación, teniendo en cuenta el papel de la historia de la ciencia, etc.*

**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.**

*Este criterio pretende comprobar si el alumnado 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 de la Tierra en él, como prácticas, en particular en el desarrollo de los satélites. A su vez, se debe constatar si se comprenden y distinguen los conceptos que describen la interacción gravitatoria (campo, energía y fuerza), y saben aplicarlos en la resolución de las situaciones mencionadas.*

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

*Se pretende evaluar si los estudiantes comprenden que las ondas (mecánicas y las radiaciones) constituyen otro mecanismo de transmisión de energía, además del trabajo y el calor estudiados el curso anterior, y son capaces de explicar cómo tiene lugar su propagación y qué fenómenos la acompañan. Se determinará, asimismo, si pueden elaborar modelos sobre las vibraciones y las ondas en la materia y si son capaces de asociar lo que perciben con aquello que estudian teóricamente, como, por ejemplo, en el caso del sonido, relacionar la intensidad con la amplitud o el tono con la frecuencia, y conocer los efectos de la contaminación acústica en la salud. Debe permitir*

*comprobar, asimismo, que, en particular, saben deducir los valores de las magnitudes características de una onda a partir de su ecuación, y viceversa; y explicar cuantitativamente algunas propiedades de las ondas, como la reflexión y la refracción, y cualitativamente otras, como las interferencias, la difracción y el efecto Doppler, que permite detectar la expansión del universo, y las ondas estacionarias, un ejemplo de cuantización en la física clásica.*

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

*Este criterio trata de constatar si se conoce la importancia del debate histórico sobre la naturaleza de la luz y el triunfo temporal del modelo ondulatorio. También, si el alumnado comprende la propagación rectilínea de la luz en todas direcciones, las características de su velocidad y de algunas de las propiedades, como la reflexión y la refracción, y es capaz de obtener imágenes con la cámara oscura, espejos planos o curvos o lentes delgadas, interpretándolas teóricamente sobre la base de un modelo de rayos, si es capaz de construir algunos aparatos tales como un telescopio sencillo, y comprender las múltiples aplicaciones de la óptica en el campo de la fotografía, la comunicación, la investigación, la salud, etc.*

**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.**

*Con este criterio se pretende comprobar si los estudiantes comprenden el concepto de campo, como una forma de materia cuya introducción permitió explicar las interacciones, y si son capaces de determinar la intensidad de 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 en su seno. Asimismo, se pretende conocer si saben utilizar y comprenden el funcionamiento de electroimanes, motores, instrumentos de medida, como el galvanómetro, etc., así como otras aplicaciones de interés de los campos eléctricos y magnéticos, como los aceleradores de partículas y los tubos de televisión.*

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

*Se trata de evaluar si se comprende la inducción electromagnética, la producción de campos eléctricos mediante campos magnéticos variables, y su inversa, la producción de campos magnéticos mediante campos eléctricos*

*variables, es decir, la producción de campos electromagnéticos. Se evaluará también si comprenden la importancia de lo que supuso la síntesis electromagnética, como fusión de dominios aparentemente separados hasta entonces (electricidad, óptica y magnetismo) en el avance científico y en la construcción de un cuerpo de conocimientos. También, si se justifican críticamente las mejoras que producen algunas aplicaciones relevantes de estos conocimientos (la utilización de distintas fuentes para obtener energía eléctrica o de las ondas electromagnéticas en la investigación, la telecomunicación, la medicina, etc.) y los problemas medioambientales y de salud que conllevan.*

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

*A través de este criterio, se trata de comprobar que el alumnado conoce los problemas que llevaron a la crisis de la Física clásica, que dio lugar a un fuerte impulso en el conocimiento científico con el surgimiento de la Física moderna, y que comprende los postulados de Einstein para superar las limitaciones de la Física clásica (por ejemplo, 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, cantidad de movimiento y energía y sus múltiples implicaciones, no solo en el campo de las ciencias (la Física nuclear o la Astrofísica), sino también en otros ámbitos de la cultura.*

**8. Conocer la revolución 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.**

*Este criterio evaluará si los estudiantes comprenden que los fotones, electrones, etc., no son ni ondas ni partículas según la noción clásica, sino que son objetos nuevos con un comportamiento nuevo, el cuántico, y que para describirlo fue necesario construir un nuevo cuerpo de conocimientos que permite una mejor comprensión de la materia y el cosmos, la Física cuántica. Se evaluará, asimismo, si conocen el gran impulso que esta nueva revolución científica dio al desarrollo científico y tecnológico, ya que gran parte de las nuevas tecnologías se basan en la Física cuántica: las células fotoeléctricas, los microscopios electrónicos, el láser, la microelectrónica, los ordenadores, etc.*

**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.**

*Este criterio trata de comprobar si el alumnado es capaz de interpretar la estabilidad de los núcleos a partir de las energías de enlace y los procesos energéticos vinculados con la radiactividad y las reacciones nucleares. Y si es capaz de utilizar estos conocimientos para la comprensión y la valoración de problemas de interés, como las aplicaciones de los radioisótopos (en medicina, arqueología, industria, etcétera) o el armamento y reactores nucleares, siendo conscientes de sus riesgos y repercusiones (residuos de alta actividad, problemas de seguridad, etc.). Asimismo, se valorará la comprensión de la importancia del estudio de las partículas elementales para la comprensión del comportamiento de la materia a nivel microscópico y cosmológico.*

Estos criterios son muy generales y pueden completarse con otros más concretos. En este caso se amplían estos criterios de evaluación con alguno más específico.

**10. Explicar los principales conceptos de la Física moderna y su discrepancia con el tratamiento que a ciertos fenómenos daba la Física clásica.**

*Este criterio evaluará si los estudiantes comprenden bien las diferencias que existen entre la Física clásica y la Física moderna y si son conscientes del proceso de cambio continuo que experimenta la Física, basándose en la aparición de una Física*

**11. Valorar la importancia que la luz tiene en nuestra vida cotidiana, tanto tecnológicamente (instrumentos ópticos, comunicaciones por láser, control de motores) como en química (fotoquímica) y medicina (corrección de defectos oculares).**

*Este criterio trata de comprobar si el alumnado valora la importancia de la Física en los avances científicos, en la estrecha relación que la Física mantiene con otras disciplinas en estos avances y en la mejora que estos suponen para nuestra sociedad.*

### Criterios de calificación

Como criterio fundamental, se señala el conocimiento de los contenidos del diseño curricular y la formación propia de esta materia en cuanto a hábitos de razonamiento y métodos de expresión.

La evaluación de la Física de 2º de bachillerato se basa fundamentalmente en las pruebas escritas que se realizarán a lo largo del curso. La relación de instrumentos y criterios de calificación, así como su ponderación será la siguiente:

- ◆ Pruebas escritas suponen el 70% de la nota en cada evaluación, que ponderarán en un 50% el cómputo de pruebas realizadas a lo largo del curso y un 20% una prueba final tipo PAU (realizada en la 3ª evaluación).
- ◆ Actitudes y valores que ponderará en un 10%.
  - Actitud y comportamiento en el aula y el laboratorio.
  - Puntualidad.

- Entrega de tareas encomendadas y la entrega de estas en tiempo y forma.
- Aportación del material requerido para la clase.
- ◆ Observación directa y sistemática sobre el trabajo diario un 20%.
  - Series de ejercicios propuestas (tipo PAU) un 5%.
  - Material referente a los artículos<sup>2</sup> escritos por los alumnos al término de cada bloque en relación a la propuesta de innovación un 5%.
  - Prácticas de laboratorio 10%.

### ***Pruebas escritas***

Las pruebas escritas serán de tipo PAU, tanto las referentes a los bloques temáticos, como la prueba final y se realizarán a lo largo de todo el curso, coincidiendo con el final de cada bloque temático. Por tratarse de un proceso de evaluación continua, en cada examen se hará referencia, ya bien sea incluyendo conceptos en los ejercicios propios de los nuevos temas, o como cuestiones independientes, a los contenidos de las unidades anteriores.

En la calificación de cada prueba, se tendrán en cuenta cuestiones relacionadas con el orden, limpieza, presentación, ortografía, coherencia en las explicaciones y procesos de resolución, utilización de lenguaje matemático, planteamiento y desarrollo de los ejercicios, uso correcto de unidades, utilización de diagramas, tablas y corrección de los resultados.

### **Procedimientos de recuperación**

Para los alumnos que no superen la prueba escrita del bloque, la recuperación será suficiente a través de la entrega de actividades propuestas para dicho bloque, si los errores detectados son leves. Para alumnos con mayores dificultades, o que no hayan hecho correctamente la serie de ejercicios, se realizará una prueba extraordinaria con los contenidos mínimos del bloque.

La nota obtenida por el alumno en la prueba escrita no superada se incrementa en 2 puntos (si bien la nota máxima a obtener por este procedimiento sería un 5) si la valoración de las tareas de recuperación es satisfactoria (>80% de actividades correctas). Tendrán la obligación de realizar las tareas de recuperación todos los alumnos que no alcance una nota mínima de un 4 en la prueba escrita.

### **Recuperación de los alumnos de 2º de Bachillerato con la Física y Química de 1º pendiente**

Se elaborará un plan de trabajo consistente en reforzar los contenidos básicos de la materia mediante el estudio de conceptos y la realización de ejercicios que luego supervisará, antes de realizar las pruebas escritas adecuadas que fuesen necesarias para comprobar la superación de los objetivos propuestos.

---

<sup>2</sup> Sobre los artículos realizados por los alumnos como propuesta de innovación se tratará en el apartado que haga referencia a la misma.

**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 por parte de los miembros del Departamento para que, realizando ejercicios complementarios, con explicaciones individuales y con pruebas específicas puedan incorporarse a la marcha normal del curso o superar las dificultades con las que se encuentren.

**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 tendrán en cuenta para su calificación los siguientes indicadores:

1. Actitud en clase.
2. Capacidad para trabajar, tanto en equipo como de forma autónoma.
3. Capacidad comunicativa oral, escrita y gráfica.
4. Manejo de las fuentes de información

**◆ Prueba de extraordinaria de junio**

Prueba tipo PAU sobre los contenidos desarrollados en clase a lo largo del curso, que se calificará sobre 10 puntos, especificando en cada cuestión o ejercicio la puntuación que le corresponda. Superará la prueba el alumno que obtenga una calificación de al menos 5 puntos.

**METODOLOGÍA****Aspectos generales**

Desde un punto de vista genérico, se proponen una serie de principios básicos que confluyen en la idea de que la educación es un proceso de orientación constructivista, en que tanto el profesor como el alumno deben tener una actitud activa que permita aprendizajes significativos, cuyos principios básicos son:

- ▶ Partir del nivel de desarrollo del alumno, en sus distintos aspectos, para construir, a partir de ahí, otros aprendizajes que favorezcan y mejoren dicho nivel de desarrollo.
- ▶ Dar prioridad a la comprensión de los contenidos que se trabajan frente a su aprendizaje mecánico.
- ▶ Posibilitar que los alumnos/as realicen aprendizajes significativos por sí solos.
- ▶ Fomentar la reflexión personal sobre lo realizado y la elaboración de conclusiones con respecto a lo que se ha aprendido, de modo que el alumno pueda analizar su progreso respecto a sus conocimientos.

Todos estos principios tienen como finalidad que los alumnos sean capaces de aprender a aprender. Por tanto, el estudio de la Física tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- ▶ Considerar que los contenidos no son sólo los de carácter conceptual, sino también los procedimientos y actitudes, de forma que la presentación de estos contenidos vaya siempre encaminada a la interpretación del entorno por parte del alumno y a conseguir las competencias básicas propias de esta materia.
- ▶ Favorecer el trabajo colectivo entre los alumnos, aspecto que se desarrollará en base a la propuesta de innovación.

Todas estas consideraciones metodológicas son tenidas en cuenta en los materiales curriculares a utilizar y en actividad educativa a desarrollar diariamente mediante:

- ▶ Tratamiento de los contenidos de forma que conduzcan a un aprendizaje comprensivo y significativo.
- ▶ Una exposición clara, sencilla y razonada de los contenidos, con un lenguaje adaptado al del alumno.
- ▶ Estrategias de aprendizaje que propicien el análisis y comprensión del hecho científico y natural.
- ▶ Uso de las tecnologías de la información y la comunicación (Internet, vídeos, CD-ROM, etc.).

### Aspectos específicos

#### *Explicación de la unidad*

El profesor iniciará cada unidad con una introducción histórica sobre el tema a tratar, con la intención de situar a los alumnos en dicho tema con una visión en perspectiva, de manera que puedan extrapolarlo a situaciones similares en su vida cotidiana, haciéndoles partícipes de la clase desde el principio y buscando siempre el enfoque motivador. A continuación se comprobará el dominio de los conceptos previos necesarios para la comprensión de la unidad, enlazando con conceptos vistos en sesiones o cursos anteriores que los alumnos deberán de dominar.

El estilo de explicación del tema será expositivo, utilizando la pizarra como elemento principal para el desarrollo de los conceptos y cuando que sea necesario otro tipo de medios audiovisuales (vídeos, presentaciones Power-Point, applets, laboratorios virtuales, simuladores, etc.) siempre que vayan en pos de una mejor comprensión de los contenidos por parte de los alumnos, y el tiempo y los medios empleados para ello no entorpezcan el ritmo de la clase (hay que tener en cuenta que en un curso de Física de bachillerato las horas lectivas se ven reducidas debido, y el objetivo principal es optimizar el tiempo al máximo).

A medida que avanza la explicación, se irán proponiendo actividades y ejercicios (sacados preferentemente de las colecciones de actividades y ejercicios de la PAU de

años anteriores del Principado de Asturias) con el objetivo de afianzar los conocimientos de una manera práctica y efectiva. El profesor establecerá un canal de comunicación bilateral con los alumnos, de manera que éstos participen activamente durante el desarrollo de las clases, ya bien sea preguntando dudas, respondiendo oralmente a las cuestiones planteadas por el profesor o por otros alumnos, aportando sus opiniones o ideas, etc. siempre que se haga de una manera ordenada y respetuosa con el resto de la clase y contribuya a la construcción del conocimiento de una manera colectiva.

Se hará referencia a textos, videos, documentales, películas, hechos de la vida cotidiana y demás soportes de información con el objetivo de generar el mayor interés posible en los alumnos, que deben entender que la ciencia es algo que está presente en nuestro día a día y forma parte de la cultura y del desarrollo integral de la persona.

Al finalizar cada sesión, se les propondrá a los alumnos una serie de actividades que deberán realizar para la siguiente clase, procurando que trabajen por sí mismos, ya que uno de los pilares del aprendizaje en la ciencia está basado en el ensayo y error, considerando así de gran importancia el trabajo individual sin ayuda del profesor. Además, los alumnos deberán entregar al término de cada unidad una serie de 20 ejercicios tipo PAU que se les habría entregado al inicio de la misma.

La sesión previa a la de la prueba escrita se dedicará a repasar los conceptos clave del bloque y se instará a los alumnos a que planteen las dudas que hayan tenido durante el estudio del mismo, realizando cuestiones y ejercicios que se consideran de mayor importancia.

Al finalizar cada bloque se pedirá a los alumnos que escriban un artículo con una extensión máxima de dos hojas, en un formato que se detallará en la parte dedicada a la propuesta de innovación, que verse sobre cualquiera de las cuestiones estudiadas a lo largo del bloque, el cual deberá ser entregado en el plazo de una semana.

### ***Prácticas de laboratorio***

Se realizarán las prácticas de laboratorio de carácter obligatorio establecidas en el currículo del curso. Se efectuará una introducción sobre la práctica al inicio de la misma, explicando el fundamento, material utilizado, y la relación que tiene con los contenidos de la materia oportunos. Se trabajará por grupos (generalmente de 2 ó 3 personas) estableciendo un orden de actuación dentro del mismo, siendo los alumnos capaces de organizarse para la consecución de los objetivos de la práctica, respetando las normas de seguridad establecidas al inicio de la sesión.

Deberán entregar un informe de laboratorio en un plazo de una semana, siguiendo las pautas fijadas para la realización del mismo.

### ***Materiales y recursos didácticos***

Para el desarrollo de las clases, los alumnos cuentan con el libro de texto adoptado por el departamento (ANAYA-2009) además de todos los textos, series de ejercicios y

demás material proporcionado por el profesor según crea conveniente para el estudio de la materia.

Se utilizará siempre que sea conveniente presentaciones Power-Point, cuestionarios on-line, gráficas y tablas en formato digital, videos y cualquier material digital de que pueda disponer, para lo cual será necesario un cañón proyector en el aula o el laboratorio y acceso a internet (si no es en el aula, es en la sala de TIC). Los alumnos deberán contar con el material básico de escritura y una calculadora no programable que podrán utilizar en las pruebas escritas.

### *Actividades complementarias y extraescolares*

- **Actividades complementarias:** Son de carácter obligatorio y se desarrollan mayormente en el horario lectivo.
  - Visita a la facultad de Física (y comentario sobre la misma).
- **Actividades extraescolares: Son de carácter voluntario y se desarrollan fuera del horario lectivo.**
  - Semana de la ciencia (y comentario sobre la misma).
  - Preparación de la Olimpiada de Física.

### **ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD**

En un curso de Física de 2º de bachillerato, por tratarse de una asignatura optativa, el número de alumnos no suele ser superior a los quince, con lo que las probabilidades de encontrarnos con una alta diversidad son bajas, por lo que suponiendo que la casuística más probable sea la de alumnos con problemas de déficit de atención o alumnos de altas capacidades, se especifican a continuación las pautas a seguir.

#### Atención de los alumnos con déficit de atención e hiperactividad

Para los alumnos con diagnóstico TDAH, se seguirán las indicaciones establecidas por el Departamento de Orientación, considerando dichas indicaciones tanto en el trabajo en las sesiones en el aula como en la preparación y ejecución de los distintos controles y exámenes.

#### Atención a los alumnos con mayor capacidad de aprendizaje

Para aquellos alumnos con una capacidad de asimilación de contenidos superior a la media de la clase, cuyo objetivo está orientado a conseguir las mejores calificaciones en Bachillerato, se propondrá un trabajo adicional en cada bloque de contenidos, profundizando en la dificultad y variedad de cuestiones y problemas.

### **BLOQUE I. INTERACCIÓN GRAVITATORIA**

Este bloque permite presentar la primera de las cuatro interacciones básicas que se estudiarán a lo largo del curso. El estudio de la interacción gravitatoria es también una buena ocasión para revisar la evolución de los modelos históricos que intentaron dar una explicación a la posición de la Tierra en el universo antes de llegar a la gran síntesis newtoniana, que supuso el triunfo de la mecánica como ciencia racional. La teoría de la

gravitación universal permite mostrar el carácter permanentemente inacabado de la ciencia y retomar el análisis de las influencias mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad.

## UNIDAD DIDÁCTICA 1. Movimientos de los cuerpos celestes

### OBJETIVOS

- Conocer la evolución histórica de las ideas sobre el movimiento planetario.
- Reconocer y clasificar los distintos tipos de interacciones.
- Comprender el concepto de fuerzas centrales y fuerzas conservativas.
- Asimilar el significado del centro de masas como punto representativo de un sistema material.
- Comprender el concepto de momento de inercia de un cuerpo en rotación como factor de oposición a la modificación del estado de rotación.
- Comprender la necesidad de establecer modelos que permitan interpretar el movimiento de los cuerpos celestes.
- Comprender las leyes de Kepler y utilizarlas para justificar y predecir el movimiento de los cuerpos celestes, valorando las aportaciones de otros científicos.
- Entender que el momento de fuerza es el agente dinámico en la rotación, al igual que la fuerza lo es en la traslación.
- Aplicar las consideraciones energéticas a la rotación y al movimiento combinado de traslación y rotación.

### CONTENIDOS

- Teorías sobre el movimiento de los cuerpos celestes: modelos geocéntrico y heliocéntrico. Los sistemas de Ptolomeo y Copérnico
- Leyes de Kepler.
  - La aportación de Galileo.
  - Elaboración de las leyes de Kepler.
  - Enunciado de las leyes de Kepler.
  - Validez de las leyes de Kepler.
  - Aplicación de la ley de las áreas
- Visión actual del Universo.
  - Nacimiento del Universo.
  - La materia se organiza.
  - Formación de las galaxias.
  - Formación de los planetas de nuestro sistema solar.
  - Unidad de medida de distancias astronómicas: el año luz.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Conocer y valorar, desde un punto de vista histórico, los primeros modelos que sobre el universo propuso el ser humano.
- Describir los distintos modelos que se sucedieron a lo largo de la historia (geocéntricos y heliocéntricos).
- Identificar las distintas interacciones que existen en los sistemas físicos.
- Hacer uso del concepto 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.
- Conocer las leyes de Kepler y utilizarlas para obtener y relacionar datos de la posición y la velocidad de los cuerpos celestes.
- Valorar la importancia histórica de determinados modelos y teorías que supusieron un cambio en la interpretación de la naturaleza, y poner de manifiesto las razones que llevaron a su aceptación.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### *Educación cívica*

El ser humano siempre ha sentido un afán de superación motivado por su insaciable sed de conocimientos. Esta curiosidad por conocer e intentar controlar su entorno le ha llevado a cuestionar siempre las teorías preexistentes y a establecer debates entre sus iguales, con el consecuente enfrentamiento que en épocas anteriores era motivo incluso de muerte.

Se aprovecha este tema para intentar educar en los valores cívicos a través del diálogo, estableciendo debates que imiten lo que pudiera haber sucedido en el momento en el que se enfrentaron los sistemas heliocéntrico y geocéntrico. Los alumnos pueden adoptar una posición e intentar defenderla en base a sus propias teorías y en función de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la unidad.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Dibujo de una maqueta del movimiento retrógrado de Marte (SM<sup>3</sup>, 85).

## LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Ciencia, tecnología y sociedad* (EDITEX-2003, 37).
- ◆ *El movimiento de los planetas a través de la historia* (OXFORD-2000, 27-29).
- ◆ *Ciencia, tecnología y sociedad* (ANAYA, 55).

---

<sup>3</sup> Las referencias a libros de texto de la materia programada se han abreviado de modo que se indica la editorial, el año de edición y la página o páginas donde figura la actividad reseñada. Cuando no se hace mención expresa de año se trata de la edición actual LOE (2009), independientemente del año de reimpresión.

## MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://www.sociedadelainformacion.com/departfqtobarra/gravitacion/gravitacion.htm>
- <http://www.sociedadelainformacion.com/departfqtobarra/gravitacion/kepler/Kepler.htm>
- [http://univerx.sourceforge.net/index\\_es.html](http://univerx.sourceforge.net/index_es.html) Simulador en 3D del movimiento de los planetas.
- Videos: **El universo mecánico.**
  - Capítulo 21: *Las tres leyes de Kepler.*
  - Capítulo 22: *El problema de Kepler.*
  - Capítulo 24: *Navegación espacial.*

## UNIDAD DIDÁCTICA 2. La ley de gravitación universal

Un momento culminante en la historia de la Física fue el descubrimiento realizado por Isaac Newton de la Ley de la Gravitación Universal: *todos los objetos se atraen unos a otros con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros.* Al someter a una sola ley matemática los fenómenos físicos más importantes del universo observable, Newton demostró que la física terrestre y la física celeste son una misma cosa.

### OBJETIVOS

- Comprender la ley de gravitación universal.
- 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.
- Entender el fenómeno de las mareas.

### CONCEPTOS

- Precedentes de la ley de gravitación.
  - Las fuerzas centrípetas y el inverso del cuadrado de la distancia.
- Ley de la gravitación universal.
  - Fuerzas gravitatorias en un conjunto de masas.
  - Expresión vectorial.
  - La constante de gravitación.
  - El peso de los objetos.
  - Principio de superposición.
- Consecuencias de la ley de gravitación.

- Aceleración de caída libre de los cuerpos en las superficies planetarias.
- Significado físico de la constante  $k$  en la tercera ley de Kepler.
  - Determinación de masas planetarias.
- Velocidad orbital.
- Análisis de los factores que intervienen en la ley de gravitación universal.
  - La constante de gravitación universal,  $G$ .
  - Masa inercial y masa gravitacional.
  - El inverso del cuadrado de la distancias.
- Las mareas: el poderoso influjo de la Luna.
  - Mareas altas o de flujo.
  - Mareas bajas o de reflujos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Utilizar la ley de Newton de la gravitación universal para comprender el movimiento de los cuerpos celestes y hacer cálculos relativos a su distancia al Sol y periodo orbital.
- Calcular el peso de un cuerpo en distintos planetas.
- Utilizar el cálculo vectorial en los problemas en los que intervienen varias masas.
- Resolver problemas orbitales aplicando la tercera ley de Kepler.
- Calcular valores de aceleración superficial a partir de las características orbitales de planetas y satélites.
- Aplicar la ley del inverso del cuadrado de la distancia.
- Saber explicar el fenómeno de las mareas.

### EDUCACIÓN EN VALORES

#### *Educación cívica.*

Podría hacerse hincapié en valores de tipo mediambiental, intentando motivar a los alumnos para que adquieran conciencia de preservación del medio natural a través de comentarios oportunos durante el desarrollo de las distintas explicaciones.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Se realizan en la siguiente unidad del bloque

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Ley de la gravitación universal* (EDITEX-2003, 46-51).
- ◆ *Fenómeno de la ingravidez* (EDITEX-2003, 58-59).
- ◆ *Aplicación de la ley de la gravitación universal* (ANAYA, 46-47).
- ◆ *El fenómeno de las mareas* (EDITEX-2003, 84-85).

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://grupoorion.unex.es/web/2%BA%20bach%20f%EDsica%20tema2.htm>
- [http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more\\_stuff/flashlets/kepler6.htm](http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/kepler6.htm)

- <http://grupoorion.unex.es/web/2%BA%20bach%20f%EDsica%20tema2%2B.htm> En este enlace se pueden encontrar muchas otras páginas donde visualizar simulaciones o utilizar *applets* para realizar experiencias.
- Video: **El universo mecánico.**
  - Capítulo 8.-*La manzana y la Luna.*

### UNIDAD DIDÁCTICA 3. El campo gravitatorio

La interacción gravitatoria es la interacción básica, que resulta fundamental entre cuerpos grandes: mantiene los objetos ligados a la Tierra, sus efectos se observan continuamente en la vida cotidiana y es responsable de que los astros componentes del sistema solar se mantengan enlazados. La unidad, además de completar el estudio de la interacción gravitatoria iniciada en el capítulo anterior, introduce el concepto de campo (una de las nociones más fecundas de la historia de la física, que permite superar las dificultades que plantea la acción a distancia), y las nociones de campo conservativo y de energía potencial. La unidad, junto a estos importantísimos conceptos teóricos, permite mostrar la aplicación de la ley de la gravitación al movimiento de planetas y satélites, temas relacionados con la exploración espacial, que despierta todavía un extraordinario interés

#### OBJETIVOS

- Definir e interpretar correctamente el concepto de campo gravitatorio.
- Utilizar el principio de superposición para determinar el valor del campo creado por un conjunto de masas puntuales.
- Expresar el trabajo como una de las formas de transferencia de energía.
- Realizar, analizar e identificar las gráficas que relacionan la energía y la intensidad gravitatoria con la posición de un cuerpo en un campo gravitatorio.
- Identificar el concepto de energía potencial gravitatoria y el teorema de conservación de la energía mecánica para el caso de fuerzas gravitatorias.
- Resolver problemas y cuestiones relacionadas con las fuerzas gravitatorias, la intensidad en un punto que rodea a una masa, la velocidad de satélites y con otras magnitudes que intervienen en los fenómenos gravitatorios.
- Realizar y diseñar experiencias sobre determinación de la intensidad gravitatoria.
- Reconocer el campo gravitatorio terrestre como el responsable del movimiento de los satélites artificiales.
- Aplicar la ley de la gravitación universal y el principio fundamental de la dinámica para estudiar el movimiento de los satélites que orbitan la Tierra.

## CONTENIDOS

- Concepto físico de campo.
  - Clases de campos.
  - Representación de los campos.
- Campo gravitatorio.
  - Intensidad del campo.
  - Líneas de campo.
- Campo creado por varias masas. Principio de superposición.
- Potencial gravitatorio.
  - Diferencia de potencial entre dos puntos.
  - Superficies equipotenciales.
  - Gradiente de potencial.
- Energía potencial gravitatoria.
- Energía potencial de una masa próxima a la superficie terrestre.
- Principio de conservación de la energía.
- Estudio de la gravedad terrestre.
  - Variación de la gravedad con la distancia al centro de la Tierra.
  - Variación de la gravedad con la latitud.
- Acción de la fuerza gravitatoria.
  - Movimiento de planetas y satélites.
  - Velocidad de escape.
- Movimiento de los satélites artificiales.
  - Naturaleza de la órbita de los satélites artificiales terrestres.
  - Estabilidad dinámica de un satélite en órbita circular.
  - Velocidad y período orbital.
  - Momento lineal y momento angular de un satélite en órbita.
  - Energía mecánica de los satélites en órbita.
  - Trabajo de escape desde una órbita.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Calcular el campo y el potencial gravitatorios que una masa puntual crea en un punto del espacio determinado.
- Calcular el campo y el potencial gravitatorios que un conjunto de masas puntuales crea en un punto del espacio determinado.
- Calcular la fuerza que actúa sobre un cuerpo que está en un determinado punto de un campo creado por una o más masas puntuales.
- 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.
- Representar gráficamente el campo gravitatorio creado por una o más masas puntuales. Reconocer las propiedades de las líneas de campo y las superficies equipotenciales.

- Resolver problemas relativos a campos debidos a cuerpos esféricos.
- Aplicar el principio de conservación de la energía al movimiento de los cuerpos en campos gravitatorios.
- Resolver ejercicios y problemas referidos al movimiento de satélites artificiales, calculando algunas de sus magnitudes características: energía de puesta en órbita, velocidad orbital, velocidad de escape, etc.
- Conocer algunos tipos de satélites artificiales de especial interés y sus características más importantes.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### *Educación cívica*

Las primeras aplicaciones de los satélites artificiales que orbitaban la Tierra eran de carácter militar. Pero hoy en día la mayoría se emplean en tareas de comunicación y predicción meteorológica. Su coste obliga, en ocasiones, a que varios países o instituciones se unan para el mantenimiento de un servicio; sirva como ejemplo el sistema Galileo de comunicaciones que están tratando de poner en marcha los países de la Unión Europea.

Al hilo de estas ideas se puede reflexionar con el alumnado acerca del cambio social que han provocado los avances tecnológicos relacionados con los satélites artificiales. También se puede analizar la relación coste-beneficio de estos servicios y compararlo con el coste que supondrían otros beneficios que requieren con urgencia ciertos sectores de la humanidad.

### *Educación medioambiental*

La actividad de los satélites artificiales provoca la aparición de basura espacial. Se puede reflexionar con el alumnado sobre este hecho a fin de que, desde una posición más amplia que la que representa ser vecinos de un barrio, tomen postura y tengan una opinión formada acerca de lo que conviene hacer con esa basura. ¿Qué puede significar la idea de Reutilizar, Reciclar y Recuperar la basura espacial?

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

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

## LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *¿Por qué el concepto de campo? ¿Qué entendemos por campo?* (OXFORD-2003, 26-27).
- ◆ *¿Cómo arde una vela en ingravidez?* (OXFORD, 98).
- ◆ *Ciencia, tecnología y sociedad. Gravimetría y péndulos* (SANTILLANA, 85).
- ◆ *Puesta en órbita de un satélite geostacionario* (EDITEX, 54-55).

## MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://www.falstad.com/vector3d/>: Permite visualizar campos vectoriales de diferentes características (lineales, radiales, etc.).
- [www.e-sm.net/f2bach24/](http://www.e-sm.net/f2bach24/): Información sobre la historia de la Astronáutica, así como las características de las órbitas y los vuelos de diferentes misiones espaciales
- [www.e-sm.net/f2bach25/](http://www.e-sm.net/f2bach25/): Comportamiento de los cuerpos celestes, estrellas, planetas, satélites, modificando las características cinemáticas y dinámicas.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/kepler3/kepler3.html>
- Video: **El universo mecánico.**
  - Capítulo 23: *Energía y excentricidad.*
  - Capítulo 25: *De Kepler a Einstein.*
  - Capítulo 26: *La armonía de las esferas.*

## **BLOQUE II: INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 4. El campo eléctrico**

La unidad está muy vinculada con la unidad anterior, porque recurre también al concepto de campo como modo de superar las dificultades para explicar la acción a distancia; las referencias al paralelismo entre ambas unidades permiten profundizar en el concepto de campo. Aunque se trata de una unidad con un elevado grado de abstracción, incluye contenidos imprescindibles para desarrollos posteriores del estudio de la interacción electromagnética, como los conceptos de intensidad del campo eléctrico, potencial eléctrico y diferencia de potencial.

### OBJETIVOS

- Conocer la naturaleza eléctrica de la materia y cuándo y cómo se manifiesta.
- Exponer los fenómenos electrostáticos que encontramos cotidianamente en la ropa, cabello, automóvil, carrito de la compra, tormentas eléctricas...
- Definir los conceptos de carga eléctrica, campo eléctrico, intensidad del campo eléctrico en un punto, potencial eléctrico en un punto, flujo del campo eléctrico y gradiente de potencial.
- Enunciar la ley de Coulomb e interpretar su aplicación para distribuciones de dos y tres cargas.
- Exponer el concepto de potencial y de diferencia de potencial entre dos puntos.
- Explicar el concepto de energía potencial eléctrica.
- Definir las unidades eléctricas culombio y voltio.
- Resolver problemas y cuestiones sobre determinación de magnitudes del campo eléctrico creado por una o varias cargas.

- Representar campos eléctricos mediante líneas de fuerza.
- Describir el movimiento de partículas cargadas en el seno de un campo eléctrico uniforme, en términos de la intensidad del campo eléctrico o del potencial eléctrico, utilizando la relación entre ambas magnitudes.
- Enunciar el teorema de Gauss y utilizarlo para resolver problemas de distribuciones de carga que presenten determinadas simetrías.

### CONTENIDOS

- Naturaleza eléctrica de la materia.
  - La carga eléctrica y su cuantificación.
  - Principio de conservación.
- Evolución de las ideas sobre la interacción electrostática.
- Carga eléctrica y ley de Coulomb.
- El campo eléctrico como forma de interpretar la interacción.
- El campo eléctrico desde un enfoque dinámico.
  - Intensidad.
  - Representación del campo mediante líneas de fuerza.
- El campo eléctrico desde un enfoque energético.
  - La energía potencial y el potencial en un punto.
  - La diferencia de potencial entre dos puntos.
- Relación entre intensidad y potencial.
- Movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico.
- Relación entre el campo eléctrico y sus fuentes (las cargas): Ley de Gauss
  - Concepto de flujo eléctrico ( $\Phi_E$ ).
  - Ley de Gauss.
  - Aplicación de la ley de Gauss.
- Analogías y diferencias entre el campo gravitatorio y el campo eléctrico.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Representar las líneas de fuerza correspondientes a sistemas de dos cargas de igual o distinta magnitud y de igual o distinto signo.
- Aplicar la ley de Coulomb para explicar fenómenos electrostáticos.
- Determinar la intensidad y el potencial del campo eléctrico originado por sistemas de masas puntuales, y del campo eléctrico originado por sistemas de cargas puntuales en reposo.
- Calcular la fuerza que actúa sobre un cuerpo cargado situado en un punto del campo creado por una o más cargas puntuales.
- Calcular e 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 electrostático.

- Determinar la velocidad de un cuerpo cargado en un punto de un campo electrostático a partir de sus características de movimiento en otro punto del mismo.
- Calcular e interpretar el campo y el potencial creado por conductores cargados en equilibrio en distintos puntos del espacio.
- Relacionar el campo con la diferencia de potencial entre dos puntos de una región donde existe un campo eléctrico uniforme.
- Calcular distintas magnitudes relacionadas con el movimiento de cuerpos cargados en regiones donde exista un campo eléctrico uniforme.
- Aplicar el teorema de Gauss para predecir la intensidad del campo eléctrico originado por las distribuciones continuas de carga estudiadas.
- Establecer las analogías y diferencias entre los campos conservativos: eléctrico y gravitatorio.

### EDUCACIÓN EN VALORES:

A pesar de ser este un tema de amplio contenido teórico, advertimos elementos susceptibles de ser aprovechados para una educación en valores.

#### *Educación para la salud*

Comprender la importancia de las interacciones electrostáticas nos hará ser respetuosos con el manejo de una serie de dispositivos. Lejos de presentar la electricidad como un peligro, debemos insistir en la necesidad de mantener los cables de nuestros aparatos eléctricos en perfecto estado y los enchufes fuera del alcance de los niños.

#### *Educación del consumidor*

En esta unidad se utilizan magnitudes y conceptos que podemos encontrar cuando compramos un ordenador u otros dispositivos eléctricos. Es importante que los alumnos y alumnas sepan valorar el alcance de cada uno a fin de reconocer, por ejemplo, su repercusión en el precio del producto o si es posible sustituir uno por otro similar y de menor precio.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Representación de líneas equipotenciales.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Interacción electrostática: evolución histórica de las ideas* (OXFORD-2000, 103).
- ◆ *Interacción electromagnética. Ciencia, tecnología y sociedad* (EDITEX-2003, 179).
- ◆ *Analogías y diferencias entre campo gravitatorio y campo eléctrico* (EDITEX-2003, 203).
- ◆ *Ciencia, tecnología y sociedad. Electrificación natural* (ANAYA, 201).

- ◆ *El pararrayos* (VICENS VIVES, 145).

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- [http://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields\\_es.html](http://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields_es.html)  
Simulador de campos eléctricos.
- <http://www.dgp.toronto.edu/~mjmcguff/research/electrostatic/applet1/main.html>: Si colocamos varias cargas en un mismo punto se podrá observar que en puntos alejados de las cargas, las líneas del campo son como las que se forman cuando existe una única carga puntual cuyo valor es igual a la suma de las cargas.
- [www.e-sm.net/f2bach42](http://www.e-sm.net/f2bach42): Prevención de los riesgos de la electricidad estática.
- <http://www.uc3m.es/>: Modelos de examen y criterios de corrección de la Universidad Complutense de Madrid (Física).
- Videos: **EL universo mecánico**.
  - Capítulo 11.-*Gravedad, Electricidad y Magnetismo*.
  - Capítulo 12.-*El experimento de Millikan*.
  - Capítulo 28.-*Electricidad estática*.
  - Capítulo 29.-*El campo eléctrico*.
  - Capítulo 30.-*Potencial y capacidad*.

## **UNIDAD DIDÁCTICA 5. El campo magnético y principios de electromagnetismo**

Para muchos alumnos, por primera vez se aborda el estudio del magnetismo. Es importante hacerles ver que se trata de un aspecto de la interacción electromagnética, idea que contrastará con su experiencia previa.

En el desarrollo de la unidad se ofrecen las deducciones matemáticas que se requieren para comprender los fenómenos que se estudian, tratando de ajustarse a los conocimientos matemáticos de este nivel de estudio. No obstante, el profesor decidirá hasta qué punto le interesa incidir en la justificación matemática, dado el alumnado con el que trabaje en cada grupo y los objetivos que espera alcanzar. También es factible trabajar con las expresiones matemáticas finales y analizar todos los detalles de su significado

### OBJETIVOS:

- Conocer la evolución histórica de los conocimientos en el campo del magnetismo y el electromagnetismo.
- Identificar las fuentes de interacción magnética.
- Comprender el modo en que un campo magnético ejerce acción sobre una carga en movimiento y sobre una corriente, así como las consecuencias que se derivan de dichas acciones (movimiento de partículas cargadas y orientación de espiras en campos magnéticos).

- Representar el campo magnético mediante líneas de campo y poner de manifiesto sus diferencias con el campo eléctrico.
- Comprender la electricidad y el magnetismo como dos aspectos de una misma interacción: la electromagnética.
- Reconocer las propiedades características de los imanes y describir e interpretar la experiencia de Oersted, utilizando el concepto de campo magnético.
- Analizar los distintos aspectos de la fuerza magnética que actúa sobre cargas eléctricas en movimiento o hilos de corriente en el seno de un campo magnético.
- Conocer las principales aplicaciones de la interacción entre campos magnéticos y corrientes eléctricas. Aplicar la ley de Ampère en casos sencillos.
- Estudiar el movimiento de partículas cargadas en presencia de campos magnéticos y/o eléctricos. Explorar las diferencias que produce cada una de esas interacciones.
- Calcular en casos sencillos el campo magnético creado por una corriente eléctrica.
- Estudiar el campo magnético que resulta de la presencia de varios hilos de corriente paralelos.

### CONTENIDOS

- El fenómeno del magnetismo.
- La experiencia de Oersted.
- El campo magnético.
  - Líneas de campo magnético.
- Campo magnético terrestre.
- Fuerza sobre una carga móvil: Fuerza de Lorentz.
- Acción de un campo magnético sobre un conductor de corriente rectilíneo.
- Segunda ley de Laplace.
- Acción de un campo magnético sobre un circuito.
  - Momento magnético de una espira.
  - El galvanómetro.
  - El motor de corriente continua.
- Campo magnético creado por cargas en movimiento.
  - Campo magnético creado por una carga puntual. Primera ley de Laplace.
  - Campo magnético creado por un elemento de corriente.
  - Campo magnético creado por un conductor rectilíneo indefinido. Ley de Biot y Savart.
  - Campo creado por una espira circular.
- Interacciones entre corrientes rectilíneas paralelas: el amperio.
  - Definición de amperio.
- Ley de Ampère.

- Campo creado por un solenoide.
- Propiedades magnéticas de la materia.
- Diferencias entre el campo electrostático y el campo magnético.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Obtener la expresión vectorial de la fuerza que aparece sobre una partícula cargada que se mueve en presencia de un campo magnético.
- Calcular uno de los parámetros de las leyes de Lorentz y de Laplace una vez conocidos los restantes.
- Estudio del movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético uniforme. Determinación de la trayectoria, sentido en que se recorre, radio, periodo, etc.
- Determinación del campo eléctrico (intensidad, dirección y sentido) que anule el efecto de un campo magnético sobre una partícula en movimiento.
- Cálculo del campo magnético creado por uno o más hilos de corriente paralelos en determinados puntos del espacio.
- Discusión y/o cálculo de la fuerza magnética que se establece entre hilos de corriente paralela.
- Cálculo del vector campo magnético creado por una espira en su centro. Relación con el sentido en que circula la corriente.
- Hallar el valor del campo magnético resultante en un punto donde se superponen campos creados por distintos sistemas (dos espiras, dos o tres conductores rectilíneos, un conductor y una espira).
- Cálculo del vector campo magnético creado por una bobina en su eje. Relación con el sentido en que circula la corriente

### EDUCACIÓN EN VALORES

En ocasiones, los fenómenos magnéticos han estado rodeados de un cierto misterio, lo que fue aprovechado por algunos desaprensivos para aprovecharse de gentes necesitadas o incautas. Puede ser adecuado emplear este tema para plantear en el aula debates interesantes.

#### *Educación para la salud*

Se puede pedir a los alumnos que busquen información sobre “remedios milagrosos” relacionados con efectos magnéticos de elementos como el agua, una pulsera, un colchón, etc. Con la información obtenida se puede abrir un debate destinado a evaluar cuantitativamente el efecto magnético de esos elementos y su inutilidad con respecto al fin que anuncian.

#### *Educación cívica*

No es extraño que los medios de información den cuenta de la protesta de algunos vecinos por el establecimiento de líneas de alta tensión. Al hilo de una información de este tipo o planteando una situación posible, se pueden realizar algunos cálculos que

permitan comprender el alcance del campo magnético creado por los hilos de la conducción de corriente eléctrica. Comparado con el valor de otros campos magnéticos, el alumnado puede establecer sus propias conclusiones acerca de los peligros de dichas conducciones y hasta dónde puede ser necesario tomar precauciones.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Los imanes.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Analogías y diferencias entre los campos gravitatorio, eléctrico y magnético* (SM, 271).
- ◆ *El ciclotrón. Tubo de un televisor (rayos catódicos)* (ANAYA219).
- ◆ *Ciencia, tecnología y sociedad. Resonancia magnética nuclear* (ANAYA, 227).
- ◆ *De la magnetita al electromagnetismo* (OXFORD-2000, 131).
- ◆ *La experiencia de Oersted* (EDITEX-2003, 213).
- ◆ *Medida de la componente horizontal del campo magnético terrestre* (EDITEX, 196).
- ◆ *La brújula de algunos animales* (VICENS VIVES, 177).

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://roble.pntic.mec.es/~jveh0000/batx/fisica2/angel/em/sub/ciclotron/ciclo.html> Permite visualizar la trayectoria de una partícula dentro de un ciclotrón.
- [www.e-sm.net/f2bach44](http://www.e-sm.net/f2bach44): Vida y obra de Oersted y el comienzo del electromagnetismo.
- [www.e-sm.net/f2bach45](http://www.e-sm.net/f2bach45): Uso de los electroimanes en los trenes *maglev*.
- <http://sites.google.com/site/dhfisicayquimica/Home/materiales-de-fisica---2o-bachillerato/appletcampomagnetico>: Página para el estudio del magnetismo a través de *applets* y simuladores.
- Video: *EL universo mecánico*.
  - Capítulo 34.-*Imanes*.
  - Capítulo 35.-*El campo magnético*.

## UNIDAD DIDÁCTICA 6. Inducción electromagnética

Tras el estudio de la generación de campos magnéticos por corrientes eléctricas, se aborda en esta unidad la producción de corrientes eléctricas inducidas por los campos magnéticos. La unidad permite plantear el estudio de la producción, del transporte y de la distribución de la energía eléctrica junto con sus implicaciones tecnológicas, sociales y ambientales. El estudio de las ondas electromagnéticas como una consecuencia de la síntesis electromagnética permite también abordar aspectos tecnológicos de una

importancia incuestionable en la sociedad actual, inmersa en la era de las telecomunicaciones.

### OBJETIVOS

- Realizar e interpretar las experiencias de Faraday y Henry.
- Analizar las leyes de Faraday y Lenz.
- Definir el concepto de fuerza electromotriz inducida.
- Explicar el fenómeno de autoinducción y las situaciones en las que puede producirse.
- Conocer el mecanismo de transporte de la energía eléctrica desde la central donde se genera hasta el punto de utilización.
- Hacer un análisis crítico (ventajas e inconvenientes, incluido el impacto ambiental) de una central de producción de energía eléctrica concreta o de una determinada red de distribución.
- Comprender las bases experimentales y los aspectos fundamentales de la síntesis electromagnética de Maxwell.
- Obtener una visión global de la interacción electromagnética a partir de la síntesis de Maxwell.
- Comprender el fenómeno de la inducción electromagnética desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.
- Reconocer los distintos modos de obtener corrientes inducidas.
- Comprender el fundamento de la producción industrial de la corriente eléctrica y de su distribución, así como valorar la importancia de los transformadores en el transporte y uso de la energía eléctrica.

### CONTENIDOS

- Inducción electromagnética.
- Experiencias de Faraday.
- Experiencia de Henry.
- Flujo del campo magnético.
- Ley de Faraday.
- Sentido de la corriente inducida.
- El fenómeno de la autoinducción.
- Interpretación de las experiencias de Faraday.
  - Movimiento relativo entre una espira y una barra imán.
  - Bobinas enrolladas en el mismo núcleo.
- Interpretación de la experiencia de Henry.
  - Fuerza de Lorentz.
  - Ley de Lenz.
  - Ley de conservación de la energía.
- Síntesis electromagnética de Maxwell.
  - Generalización de la ley de Faraday.

- Generalización de la ley de Ampère.
- Ecuaciones de Maxwell.
- Impacto ambiental de la producción y transporte de la energía eléctrica.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Explicar los rasgos principales de la evolución histórica de las relaciones entre la electricidad y el magnetismo.
- Interpretar los experimentos de Faraday y Henry.
- Resolver problemas aplicando la ley de Lenz y la ley de Faraday y valorar los factores de los que depende la corriente generada en un circuito.
- Calcular los valores de la fuerza electromotriz inducida y determinar el sentido de la corriente inducida por aplicación de las leyes de Faraday y de Lenz.
- Diseñar una experiencia para producir corrientes inducidas.
- Calcular la intensidad de la fuerza electromotriz inducida en situaciones sencillas.
- Hallar el valor de la fuerza electromotriz inducida en conductores que se desplazan a través de campos magnéticos constantes, o que están sometidos a campos magnéticos variables.
- Calcular el valor medio instantáneo, máximo y eficaz de la fuerza electromotriz y de la intensidad de un circuito.
- Valorar las ventajas e inconvenientes de distintas fuentes para obtener energía eléctrica.
- Exponer alguna situación donde aparece/aparezca la fuerza electromotriz autoinducida.
- Explicar someramente el funcionamiento de una central eléctrica.
- Conocer y valorar el impacto ambiental de la producción, el transporte y la distribución de energía eléctrica.

### EDUCACIÓN EN VALORES

En esta unidad el alumnado se familiariza con fenómenos tecnológicos de importantes consecuencias sociales. Se puede aprovechar para una educación en valores en diferentes aspectos.

#### *Educación cívica*

Como miembros de una sociedad, los alumnos se pueden ver implicados en discusiones relacionadas con la instalación de elementos destinados a producir o transportar energía eléctrica. Es importante que se ensayen debates donde, bajo el principio de precaución, puedan llegar a conformar una postura coherente al respecto.

#### *Educación medioambiental*

En los debates a los que se hace referencia en el apartado anterior debe estar presente el impacto ambiental de las instalaciones. Hay que tener en cuenta impactos

negativos y positivos; por ejemplo, los relacionados con la aparición de nuevos hábitats en torno a embalses, etc.

### *Educación para el consumidor*

En esta unidad se explica el funcionamiento de algunos dispositivos que pueden utilizar los alumnos. Su conocimiento les ayudará en la correcta utilización y en la adquisición del modelo más adecuado a sus necesidades.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Producción de corrientes inducidas.
- ✚ Experiencias de Faraday.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Cocinas de inducción* (VICENS VIVES, 203).
- ◆ *Producción de la energía eléctrica* (ANAYA, 252).
- ◆ *Impacto medioambiental de la energía eléctrica* (ANAYA, 253).
- ◆ *Corrientes de Foucault* (EDITEX-2003, 226).
- ◆ *Producción de energía eléctrica mediante fuentes no renovables y fuentes renovables* (SM, 290-291).
- ◆ *Sostenibilidad de la producción y del consumo de la energía eléctrica* (SM, 293-294)

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- [http://www.walter-fendt.de/ph14s/emwave\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/emwave_s.htm): Una animación sencilla que muestra la oscilación del campo eléctrico y del campo magnético durante la propagación de una onda electromagnética.
- [www.e-sm.net/f2bach46](http://www.e-sm.net/f2bach46): Vida y obra de Faraday y su aportación al desarrollo del comienzo del electromagnetismo.
- [www.e-sm.net/f2bach47](http://www.e-sm.net/f2bach47): Información acerca de los trabajos de Hertz sobre el desarrollo de las ondas electromagnéticas.
- <http://edu.jccm.es/ies/losolmos/TECNOLOGIA/Tecno/Energia/energia.htm>:  
Página con diversas entradas en flash y documentos sobre las energías renovables.
- Videos: **EL UNIVERSO MECÁNICO**.
  - Capítulo 37.-*Inducción electromagnética*.
  - Capítulo 38.-*Corrientes alternas*.
  - Capítulo 39.-*Las ecuaciones de Maxwell*.

## **BLOQUE III. VIBRACIONES Y ONDAS**

Este bloque abre un grupo de cuatro unidades dedicadas a vibraciones y ondas. El estudio del movimiento vibratorio armónico simple (m.v.a.s.) permite, por una parte, aplicar en nuevas situaciones conceptos cinemáticos y dinámicos estudiados con

anterioridad y, por otra, familiarizarse con un movimiento de extraordinaria importancia en la descripción y análisis de muchos fenómenos físicos: vibraciones de átomos y moléculas, calentamiento de los cuerpos, movimiento ondulatorio, transporte de energía, etc.

## UNIDAD DIDÁCTICA 7. Vibraciones y movimiento armónico simple

El estudio del movimiento vibratorio armónico simple es un paso imprescindible para abordar el movimiento ondulatorio, que se abordará en el tema siguiente. Es muy importante que el alumnado reconozca sus peculiaridades, tanto desde el punto de vista matemático como desde el punto de vista físico. Se ejemplificará el estudio del resorte y el del péndulo; el primero, como modelo para comprender las consecuencias de una perturbación ondulatoria en los distintos puntos del medio en que se propaga, y el segundo, como ejemplo sencillo y próximo a la experiencia del alumnado.

### OBJETIVOS

- Explicar mediante conceptos y magnitudes físicas los fenómenos repetitivos observados en la naturaleza.
- Analizar experimental y analíticamente el movimiento de un resorte suspendido verticalmente (un oscilador mecánico).
- Identificar las variables que intervienen en el movimiento vibratorio.
- Calcular el valor de las magnitudes cinemáticas: posición, velocidad y aceleración de un movimiento armónico simple, saber representarlas gráficamente y determinar la ecuación de un m.a.s. a partir de las condiciones iniciales y otras características del movimiento.
- Enunciar la ley de Hooke.
- Distinguir la fuerza perturbadora de la fuerza recuperadora que provoca el MVAS.
- Escribir las ecuaciones que rigen el movimiento armónico simple.
- Analizar las situaciones en las que el movimiento de un péndulo se corresponde con el de un oscilador armónico y aquellas en las que se separa de ese modelo.
- Representar gráficamente la elongación, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.
- Analizar los diferentes tipos de energía que posee un cuerpo con MVAS.
- Interpretar las gráficas de la energía de un oscilador en función de la elongación.
- Aplicar el principio de conservación de la energía al movimiento armónico simple.
- Determinar experimental y analíticamente el movimiento pendular.
- Conocer e interpretar el fenómeno de resonancia.

## CONTENIDOS

- Movimiento periódico.
- Movimiento vibratorio armónico simple.
  - Descripción del movimiento.
- Movimiento armónico simple.
  - Magnitudes características.
    - Período.
    - Frecuencia.
    - Centro de oscilación.
    - Elongación.
    - Amplitud.
    - Pulsación o frecuencia angular.
- Ecuaciones del movimiento.
  - Cálculo de la elongación.
  - Concordancia y oposición de fase.
  - Cálculo de la velocidad y la aceleración.
- Dinámica del movimiento. Ley de Hooke
- Energía del oscilador armónico simple.
- El péndulo.
- Amortiguamiento.
- Resonancia.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Analizar las transformaciones energéticas que tienen lugar en un oscilador armónico.
- Representar las gráficas del movimiento a partir de las ecuaciones, y viceversa, y deducir las ecuaciones a partir de las gráficas del movimiento.
- Analizar las transformaciones energéticas en un oscilador o en sistemas que contienen un oscilador.
- Relacionar las características del movimiento (período, frecuencia, etc.) con las propias o dinámicas del oscilador (masa, constante  $k$ , longitud, etcétera).
- Hacer la representación gráfica de alguna de las ecuaciones de un movimiento armónico simple e identificar los puntos de la trayectoria que se relacionan con valores significativos.
- Obtener el periodo de un péndulo o de un oscilador a partir de sus características físicas, y viceversa.
- Comprender la relación de la energía (cinética, potencial o mecánica) de un oscilador con su posición.
- Realizar un estudio mecánico y energético del movimiento de un péndulo. Llevar a cabo un análisis de las condiciones en las que se comporta como oscilador armónico y aquellas en que se desvía de dicho comportamiento.
- Comprender las características del movimiento vibratorio armónico simple.

- Relacionar el movimiento vibratorio armónico simple con la fuerza que lo produce.
- Escribir la ecuación de un oscilador a partir de la información de ciertos parámetros, y viceversa, y extraer los parámetros a partir de la ecuación del oscilador.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### *Educación cívica*

Para el estudio experimental de los factores que influyen o no en el periodo de un oscilador armónico se pueden establecer grupos de discusión que lleven a diseñar las experiencias adecuadas. El grupo debe colaborar en la realización de la misma y en la discusión de los resultados.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Determinación de la constante elástica,  $k$ , de un muelle.
- ✚ Movimiento vibratorio de un muelle.
- ✚ Movimiento oscilatorio de un péndulo simple.

## LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Oscilaciones reales y resonancia* (ANAYA, 109).
- ◆ *El péndulo de Foucault* (VICENS VIVES, 45; EDITEX, 84).
- ◆ *Relación entre el movimiento armónico simple y el movimiento circular uniforme* (OXFORD-2000, 196-197).
- ◆ *Oscilaciones forzadas y fenómenos de resonancia* (OXFORD-2000, 200-201).
- ◆ *Vibraciones y ondas. Ciencia, tecnología y sociedad* (EDITEX-2003, 93).

## MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- [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 y, al mismo tiempo, dibuja la gráfica de la elongación, la velocidad, la aceleración, la fuerza o la energía en función del tiempo.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/rozamiento1/rozamiento1.htm>: Se estudia un bloque que cae unido a un muelle por un plano inclinado (con rozamiento) para poner de manifiesto las oscilaciones amortiguadas.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/amortiguadas/amortiguadas.htm>: Oscilaciones amortiguadas para el caso de una partícula unida a un muelle.
- [http://www.walter-fendt.de/ph14s/resonance\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/resonance_s.htm): Un *applet* algo más completo que muestra el efecto que tiene en un muelle la oscilación forzada.
- [www.e-sm.net/f2bach29](http://www.e-sm.net/f2bach29): Comprobar la respuesta de cada sistema cuando se forma a partir de muelles y masas diferentes.
- Video: *El universo mecánico*.
  - Capítulo 16.-*Movimiento armónico*.
  - Capítulo 17.-*Resonancia*.

**UNIDAD DIDÁCTICA 8. El movimiento ondulatorio**

Aunque en la naturaleza se observan movimientos ondulatorios muy diferentes entre sí, todos ellos tienen unas características comunes que posibilitan su estudio unitario. Desde el punto de vista teórico, los conceptos y las propiedades de los movimientos ondulatorios son fundamentales para desarrollar los contenidos de la óptica, la síntesis electromagnética y la mecánica cuántica. Además, el estudio de las ondas está íntimamente relacionado con fenómenos de la vida cotidiana, como los acústicos y los luminosos, que permiten la percepción sensorial del mundo.

**OBJETIVOS**

- Distinguir los tipos de ondas por las características de su propagación.
- Reconocer las distintas formas de escribir las ecuaciones de propagación de las ondas mecánicas en general y de las armónicas en particular, deduciendo los valores de los parámetros característicos, y viceversa, y escribir la ecuación a partir de los parámetros.
- Reconocer las propiedades características de las ondas.
- Entender el fenómeno de la interferencia y el de las ondas estacionarias como el resultado de la superposición de ondas independientes.
- Identificar el movimiento ondulatorio como la propagación en el espacio de un movimiento vibratorio armónico. Reconocer distintos tipos de ondas.
- Comprender el fenómeno del transporte de energía sin que se produzca transporte de materia.
- Conocer las magnitudes físicas que caracterizan una onda.
- Interpretar la ecuación matemática correspondiente a un movimiento ondulatorio y reconocer en ella las magnitudes físicas que caracterizan la onda.
- Comprender el concepto de intensidad de onda y relacionarlo con la amplitud.
- Conocer y valorar las medidas para prevenir los efectos de la contaminación sonora.

**CONTENIDOS**

- ¿Qué es un movimiento ondulatorio?
  - Pulso y tren de ondas
- Clasificación de las ondas.
  - Según el tipo de energía que propagan
    - Mecánicas o materiales.
    - Electromagnéticas
  - Atendiendo a la relación entre la dirección de propagación de la perturbación y la del movimiento de las partículas del medio.
    - Longitudinales.
    - Transversales.

- De acuerdo con la propagación de la energía.
  - Unidimensionales.
  - Bidimensionales.
  - Tridimensionales.
- Magnitudes que caracterizan una onda.
  - Período.
  - Frecuencia.
  - Longitud de onda.
  - Número de ondas.
  - Elongación.
  - Amplitud.
  - Velocidad de propagación.
  - Velocidad de vibración.
- Ondas mecánicas transversales.
  - Ondas en una cuerda.
  - Ondas en la superficie del agua.
  - Ondas sísmicas.
  - Propagación de la perturbación.
- Ecuaciones de las ondas armónicas unidimensionales.
  - Consideraciones físicas de la ecuación de ondas.
  - Doble periodicidad de la ecuación de ondas.
    - Periódica respecto del tiempo.
    - Periódica respecto de la posición.
- Energía y potencia asociadas al movimiento ondulatorio.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Escribir la ecuación de ondas armónicas a partir de los parámetros de la onda y deducir estos a partir de la ecuación.
- Analizar y resolver el fenómeno de la interferencia y el de las ondas estacionarias por aplicación del principio de superposición.
- Describir y explicar la propagación de la energía en los distintos tipos de ondas.
- Obtener sus características como periodo, frecuencia, longitud de onda o velocidad de propagación partiendo de la ecuación de una onda,
- Relacionar la ecuación de una onda con la gráfica que la representa, y viceversa.
- Conocer y saber utilizar las magnitudes que caracterizan un movimiento ondulatorio.
- Aplicar la ecuación de las ondas armónicas unidimensionales en la resolución de ejercicios y problemas.

- Resolver ejercicios y problemas donde se ponen de manifiesto los aspectos energéticos de una onda, así como los mecanismos por los que la energía asociada a una onda disminuye.

### EDUCACIÓN EN VALORES

Los conceptos que se manejan en este tema tienen amplia repercusión en aspectos no académicos, lo que puede ser aprovechable para una educación en valores. Como muestra, señalamos lo siguiente:

#### *Educación para el consumidor*

Las especificaciones de muchos aparatos que compran los jóvenes incluyen magnitudes cuyo significado se estudia en este tema. Puede ser interesante hacer una recopilación de las que aparecen en una serie de artículos de uso frecuente y estudiar su significado.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Se efectúan en las otras unidades del bloque.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *El universo de las ondas* (ANAYA, 171).
- ◆ *La cubeta de ondas* (EDITEX-2003, 144).
- ◆ *Ondas armónicas en los instrumentos musicales* (SANTILLANA, 240-241).

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://www.enciga.org/taylor/temas/ondas/index.htm?ondas14.htm>: Animaciones sobre ondas armónicas.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/estacionarias/estacionarias.html>: Se muestra una animación que visualiza ondas incidentes, reflejadas y la combinación de ambas.
- [www.e-sm.net/f2bach30](http://www.e-sm.net/f2bach30): Ampliar información sobre la programación de ondas sísmicas.
- Video: **EL universo mecánico**.
  - Capítulo 18.-*Ondas*.

## UNIDAD DIDÁCTICA 9. Fenómenos ondulatorios

En esta unidad se estudian los fenómenos ondulatorios que permiten diferenciar el comportamiento corpuscular del ondulatorio y caracterizan un conjunto de fenómenos que configuran el comportamiento ondulatorio. En nuestra vida cotidiana encontramos un amplio abanico de este tipo de fenómenos, como pueden ser la reflexión en espejos, el eco de las ondas sonoras, la refracción de la luz en el agua y fenómenos de interferencia y difracción. La óptica, el electromagnetismo y la física cuántica se

encargan de explicar fenómenos como pueden ser las interferencias, ondas estacionarias y difracción.

### OBJETIVOS

- Comprender los fenómenos de interferencias de ondas en el espacio y en el tiempo.
- Determinar las características de ondas estacionarias en casos sencillos.
- Conocer y comprender el principio de Huygens y describir, a partir de él, el fenómeno de la difracción.
- Utilizar el principio de Huygens para describir los fenómenos de reflexión, refracción y difracción de ondas.
- Describir la variación de la frecuencia percibida cuando existe un movimiento relativo entre el foco emisor y el receptor.
- Conocer y comprender el concepto de onda estacionaria y aplicarlo al caso de las cuerdas y los tubos.
- Conocer el principio de superposición de las ondas y describir el fenómeno de interferencia, tanto constructiva como destructiva.
- Clasificar las ondas más frecuentes en la naturaleza.
- Comprender las principales propiedades de las ondas: amortiguamiento, reflexión, refracción, difracción, interferencias y polarización.

### CONTENIDOS

- Principio de Huygens.
- Reflexión.
  - Justificación geométrica.
- Refracción.
  - Justificación geométrica.
- Difracción.
- Polarización.
- Composición de movimientos ondulatorios: Interferencias.
  - Interferencia de dos ondas coherentes.
  - Interferencias constructiva y destructiva.
- Interferencias de ondas longitudinales: Medida de la longitud de onda y de la velocidad del sonido. El tubo de Quincke.
- Ondas estacionarias.
  - Vientres y nodos de la onda estacionaria.
  - Ondas estacionarias en una cuerda fija por un extremo.
  - Ondas estacionarias en una cuerda fija por sus dos extremos.
  - Ondas sonoras estacionarias.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Comprender los fenómenos de interferencias de ondas en el espacio y establecer las condiciones de máximos y mínimos de interferencia en casos sencillos.
- Calcular la frecuencia fundamental y los armónicos de ondas estacionarias en casos sencillos.
- Comprender y describir con la ayuda del principio de Huygens los fenómenos de reflexión, refracción y difracción de ondas.
- Aplicar el principio de Huygens para resolver diversas cuestiones y ejercicios.
- Utilizar los conceptos de reflexión y refracción de una onda y resuelve diversos ejercicios y problemas asociados a dicho concepto.
- Describir el fenómeno de onda estacionaria y lo aplicar a la resolución de ejercicios y problemas sobre ondas estacionarias en cuerdas y en tubos.

### EDUCACIÓN EN VALORES

Los conceptos que se manejan en este tema tienen amplia repercusión en aspectos no académicos, lo que puede ser aprovechable para una educación en valores. Como muestra, señalamos lo siguiente:

#### *Educación para el consumidor*

Las especificaciones de muchos aparatos que compran los jóvenes incluyen magnitudes cuyo significado se estudia en este tema. Puede ser interesante hacer una recopilación de las que aparecen en una serie de artículos de uso frecuente y estudiar su significado.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ La cubeta de ondas.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Terremotos: ondas sísmicas* (VICENS VIVES, 69).
- ◆ *Onda de choque* (EDITEX-2003, 172).
- ◆ *Ondas estacionarias en un tubo: El tubo de Kundt* (EDITEX-2003, 173).
- ◆ *Ciencia, tecnología y sociedad* (ANAYA, 171).
- ◆ *Ondas armónicas en instrumentos musicales* (SANTILLANA, 240).
- ◆ *Los efectos de las ondas estacionarias* (SM, 161).
- ◆ *Aplicaciones de las ondas* (SM, 175).

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/doppler/doppler.html>: Se pueden visualizar los cambios en las ondas emitidas y/o recibidas cuando el receptor y/o el emisor se mueven.
- [www.e-sm.net/f2bach33](http://www.e-sm.net/f2bach33): Ampliar información sobre las ondas estacionarias.

- [www.e-sm.net/f2bach34](http://www.e-sm.net/f2bach34): Investigar sobre las ondas en los instrumentos musicales.

## UNIDAD DIDÁCTICA 10. El sonido

Además de estudiar los fenómenos ondulatorios con carácter general, ejemplificaremos algunas de sus particularidades en el estudio del sonido. El alumnado con conocimientos musicales encontrará en este tema explicación a algunos fenómenos y conceptos que maneja en otros campos.

### OBJETIVOS

- Comprender cómo se propaga el sonido, así como los factores que determinan su velocidad de propagación en los distintos medios materiales.
- Entender el concepto de intensidad sonora y los factores de los que depende, así como su relación con la escala logarítmica de nivel de intensidad.
- Explicar el concepto de audición
- Interpretar las propiedades de reflexión, refracción y difracción en el caso de las ondas sonoras.
- Comprender el mecanismo de interferencia de ondas sonoras por diferencia de caminos recorridos.
- Entender cómo se establecen ondas estacionarias en tubos abiertos por uno o los dos extremos y su relación con los instrumentos de viento.
- Comprender el efecto Doppler y sus consecuencias y saber explicarlo.
- Reconocer las causas de la contaminación acústica.

### CONTENIDOS

- Naturaleza del sonido.
  - Propagación del sonido.
    - Velocidad de propagación del sonido.
  - Percepción del sonido. Audición.
- Cualidades del sonido.
  - Intensidad del sonido y sonoridad.
    - Escala de nivel de intensidad sonora. El decibelio.
    - Sensación sonora.
  - Tono.
  - Timbre.
- Propiedades de las ondas sonoras.
  - Reflexión del sonido. Eco y reverberación.
  - La refracción del sonido.
  - La difracción del sonido.
  - Interferencias sonoras.

- Ondas sonoras estacionarias en tubos: instrumentos de viento.
- Resonancia acústica.
- Contaminación acústica y calidad de vida.
  - Efectos perjudiciales del ruido.
- El efecto Doppler.
  - Observador en reposo y foco en movimiento.
  - Observador en movimiento y foco en reposo.
  - Observador y foco en movimiento.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Interpretar y calcular las velocidades de propagación del sonido en función de las condiciones del medio.
- Relacionar los conceptos de intensidad sonora y nivel de intensidad.
- Interpretar las variaciones de frecuencia percibidas en función del movimiento de la fuente sonora, del observador o de ambos.
- Analizar el establecimiento de ondas estacionarias en tubos abiertos por uno o sus dos extremos, determinando los correspondientes armónicos.
- Aplicar las propiedades generales de las ondas al caso de las ondas sonoras e interpretar las consecuencias que se derivan de ello.
- Utilizar y valorar el efecto Doppler por sus aplicaciones cotidianas, y resolver diversos ejercicios y problemas relacionados con él.

### EDUCACIÓN EN VALORES

Los conceptos que se manejan en este tema tienen amplia repercusión en aspectos no académicos, lo que puede ser aprovechable para una educación en valores. Como muestra, cabe señalar lo siguiente:

#### *Educación para la salud*

El sonido es un tipo de onda que se aprovecha para construir aparatos de reconocimiento y diagnóstico. Además de los consabidos radares, interesa que el alumnado conozca la ecografía como técnica de diagnóstico clínico con una incidencia para el organismo mucho menor que las radiaciones electromagnéticas que se emplean en las radiografías convencionales. Este conocimiento le puede ayudar a enfrentarse sin temor a estudios que requieran de la misma. La costumbre reciente de escuchar música u otros sonidos por medio de cascos puede provocar consecuencias nocivas para la salud auditiva de las personas. Es importante hacer ver a los alumnos la necesidad de controlar ellos mismos el uso de estos aparatos, adaptando el volumen a niveles que no les resulten dañinos.

#### *Educación cívica*

Los ruidos suelen ser causa de conflicto social. Es importante que el alumnado conozca los modos en que se mide el nivel de ruido y su incidencia en la salud. Todo ello les puede llevar a ser más respetuosos con sus conciudadanos, evitando con ello

problemas que, en alguna ocasión, han terminado con graves consecuencias para los participantes.

### ***Educación medioambiental***

Tras estudiar las características del sonido, el alumnado comprenderá por qué se puede producir contaminación sonora y cómo evitarla o, al menos, reducir sus efectos. En la medida en que de ellos dependa, pueden realizar acciones como reducir el volumen de la música que escuchan a través de altavoces, reducir el ruido de las motos, etc.

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

- ✚ Ondas estacionarias en un tubo: tubo de Kundt.
- ✚ Medida de la velocidad del sonido en el aire.

### **LECTURAS COMPLEMENTARIAS**

- ◆ *El oído humano. Contaminación acústica* (ANAYA, 141).
- ◆ *Ondas de choque* (EDITEX, 144).
- ◆ *Ultrasonidos* (EDITEX, 116).
- ◆ *La barrera del sonido* (VICENS VIVES, 93).
- ◆ *Aplicaciones de los ultrasonidos* (SM, 175).
- ◆ *Aplicaciones del sonido* (SANTILLANA, 250-251).

### **MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS**

- <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=16.0>: Se puede visualizar un *applet* con la reflexión del sonido propagándose por el aire al chocar con el agua.
- <http://www.educaplus.org/play-182-EfectoDoppler.html=PHPSESSID=efb8c0953924037ae6125f27d5edaf39>: Incluye la opción de escuchar sonidos cuya frecuencia varía en función del movimiento del emisor y del receptor.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/quincke/quincke.htm>: Medida de la velocidad del sonido con el tubo de Quincke

## **BLOQUE IV. ÓPTICA**

A lo largo de la historia, la luz y sus propiedades han sido objeto de estudio. Los científicos y pensadores se plantearon diversas teorías acerca de su naturaleza y propiedades. Durante el desarrollo del presente bloque, los alumnos tendrán la oportunidad de entender cómo evolucionan las teorías, surgiendo unas y desapareciendo otras en función de los descubrimientos que se van realizando, y en definitiva, de la controversia que va siempre ligada al desarrollo y avance de las ciencias. controversia que va siempre ligada al desarrollo y avance de las ciencias.

**UNIDAD DIDÁCTICA 11. Naturaleza y propagación de la luz**

Las controversias científicas sobre la naturaleza de la luz han tenido una influencia decisiva en el desarrollo teórico de la física moderna. Además de su interés conceptual, los fenómenos luminosos tienen una presencia continua en la vida cotidiana: reflexión en espejos, refracción en lentes, reflexión difusa en objetos, percepción de colores, figuras de interferencias en superficies lisas, etc. La unidad retoma los argumentos que sustentaron los distintos modelos de la naturaleza de la luz y trata los fenómenos luminosos más característicos.

**OBJETIVOS**

- Comparar el modelo ondulatorio y corpuscular de la luz para justificar sus propiedades.
- Conocer las zonas del espectro de radiación electromagnética.
- Distinguir entre fuentes de luz primaria y secundaria y entre objetos transparentes, translúcidos y opacos.
- Relacionar la propagación rectilínea de la luz con los eclipses de Sol y de Luna, y con la formación de sombras y penumbras.
- Reconocer que la luz se propaga en línea recta y a una velocidad que depende del índice de refracción del medio que atraviesa, de su naturaleza.
- Explicar el fenómeno de la reflexión de la luz utilizando los términos precisos y enunciar las leyes de la reflexión.
- Describir el fenómeno de la refracción de la luz, enunciar sus leyes e interpretar el significado del índice de refracción.
- Reconocer el concepto ángulo límite y comentar algunas aplicaciones de la reflexión total, como la fibra óptica.
- Explicar el fenómeno de absorción de la luz.
- Explicar la formación de espejismos y del arco iris.
- Explicar el fenómeno de descomposición de la luz.
- Analizar el efecto de la refracción de la luz que pasa a través de dos láminas planas paralelas y la doble refracción aire-vidrio-aire producida al atravesar un prisma.
- Explicar los fenómenos ondulatorios de la luz: interferencias, difracción y polarización.
- Conocer y comprender la teoría del color.

**CONTENIDOS**

- Introducción. Aproximación histórica a la naturaleza de la luz.
  - El espectro electromagnético
- Modelo corpuscular de la luz de Newton.
- Modelo ondulatorio de la luz de Huygens.
- La luz y su propagación. Características de la luz.

- Propagación rectilínea de la luz.
- Índice de refracción de la luz
- Reflexión y refracción de la luz. Interacción de la luz con la superficie de separación entre dos medios.
  - Reflexión de la luz
  - Refracción de la luz
    - Ángulo límite. Reflexión total.
  - Absorción de la luz
  - La luz blanca y el espectro visible
    - Formación de espejismos y arco iris
  - Absorción selectiva. El color
    - Materiales transparentes y opacos
    - Mezcla aditiva de colores
    - Colores primarios
    - Mezcla sustractiva de colores
    - El color de una superficie difusora
    - La visión del color
    - Anomalías en la visión del color
- Interacción de la luz con láminas paralelas y con prismas.
  - Láminas paralelas Prisma
- Fenómenos ondulatorios de la luz: Interferencias, difracción y polarización.
  - Interferencias
  - Difracción
  - Polarización

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Diferenciar entre los tipos de fuentes de luz y distingue entre objetos opacos, translúcidos y transparentes.
- Reconocer las características de la reflexión y la refracción y saben aplicar sus leyes en situaciones prácticas.
- Conocer los conceptos ángulo límite y reflexión total y las aplicaciones de la reflexión total.
- Calcular el ángulo límite.
- Deducir el comportamiento de los rayos de luz al atravesar un sistema formado por dos láminas planas y paralelas.
- Aplicar la ley de Snell y la trigonometría para analizar la trayectoria de la luz al atravesar un prisma.
- Entender y explicar los fenómenos de formación de arco iris y espejismo.
- Explicar el fenómeno de la descomposición de la luz blanca y reconocerlo en sucesos de la vida cotidiana.
- Conocer los fenómenos ondulatorios de la luz.
- Diferenciar entre interferencia, difracción y polarización.

- Aplicar la teoría del color para entender algunos fenómenos cotidianos relacionados con el color.

### EDUCACIÓN EN VALORES

De forma análoga a lo que sucedía en el tema anterior, aquí se manejan conceptos que tienen amplia repercusión en aspectos no académicos, lo que se puede aprovechar para una educación en valores.

#### *Educación para la salud*

En los últimos años se percibe mucha información acerca de los peligros de una exposición incontrolada a los rayos ultravioleta y la necesidad de protegerse frente a sus efectos. Estos rayos forman parte del espectro electromagnético y el estudio del mismo puede ayudar a comprender el porqué de esa necesidad.

Asimismo, se puede aprovechar para comentar el efecto de otros tipos de radiaciones, desde las energéticas radiaciones ionizantes, que justifican el temor a un escape radiactivo, hasta las mucho menos inofensivas radiaciones de radio, televisión o telefonía móvil. Si el profesor lo considera conveniente, puede abrir un debate para que el alumnado muestre sus temores y se pueda analizar la base científica de los mismos.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ Cálculo del índice de refracción.
- ✚ Descomposición de la luz por un prisma.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *La naturaleza de la luz* (ECIR-2009, 58-61/ANAYA, 258-259).
- ◆ *La medida de la velocidad de la luz* (SANTILLANA, 263-264).
- ◆ *Propagación de la luz en medios materiales* (ANAYA, 266).
- ◆ *Principios de Huygens y Fermat* (ANAYA, 268).
- ◆ *El arco iris* (ECIR, 273).
- ◆ *Los espejismos* (VICENS VIVES, 238).
- ◆ *Experimento de la doble rendija de Young. Posición de máximos y mínimos* (VICENS VIVES, 216-217).
- ◆ *Aplicaciones prácticas de la difracción y refracción de rayos* (VICENS VIVES, 218-219).

### MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://www.ub.edu/javaoptics>: Abundantes recursos sobre reflexión, refracción, formación del arco iris, sistemas ópticos y formación de imágenes, interferencias, difracción, polarización, experiencia de Young de la doble rendija, modelo del ojo... El diseño es excelente, con posibilidad de cambiar el valor de las variables mostrando esquemas y gráficos, y es una herramienta muy útil para afianzar los contenidos estudiados en esta unidad. Además,

incluye resúmenes de teoría, aunque en algunos apartados el nivel es algo elevado para este curso.

- <http://www.educaplus.org/luz/index.html>
- <http://www.testeando.es/test.asp?idA=44&idT=xfhjfrzv> (Trivial sobre la luz)
- <http://www.librosz.com/2012/02/naturaleza-de-la-luz-dualidad-onda.html>
- Video: **EL universo mecánico**.
  - Capítulo 40.-*Óptica*.

## UNIDAD DIDÁCTICA 12. Óptica geométrica

La óptica geométrica aborda el estudio de la propagación de la luz cuando los obstáculos considerados son mucho mayores que la longitud de onda empleada; ello permite ignorar los efectos de la difracción y representar la luz mediante rayos rectilíneos. La unidad, por tanto, complementa y concreta la unidad anterior sobre la naturaleza de la luz y los fenómenos luminosos.

### OBJETIVOS

- Comprender la formación de imágenes en espejos planos tanto de forma aislada como en un sistema constituido por dos de ellos.
- Interpretar la formación de imágenes en espejos curvos desde la aproximación paraxial de modo analítico y mediante diagramas de rayos.
- Entender la formación de imágenes por refracción en superficies esféricas y planas por aplicación de la ecuación del dioptrio esférico.
- Conocer las relaciones métricas para interpretar el dioptrio (ecuación general, aumento lateral, aumento angular).
- Entender los mecanismos de funcionamiento de algunos instrumentos ópticos típicos.
- Conocer y comprender el modo en que se forma una imagen en un espejo plano.
- Conocer qué es un dioptrio, esférico y plano, y comprender cómo se forma una imagen en un dioptrio.
- Conocer y comprender la estructura anatómica del ojo y de los defectos ópticos asociados a él.

### CONTENIDOS

- Espejos.
  - Espejo plano.
  - Espejos esféricos.
    - Construcción de imágenes en los espejos esféricos.
    - Imágenes formadas por un espejo cóncavo.
    - Aplicaciones de los espejos cóncavos.

- Imágenes formadas por un espejo convexo.
- Lentes.
  - Ecuación fundamental de las lentes delgadas.
  - Focos y distancias focales.
  - Potencia de una lente.
  - Aumento lateral de una lente.
  - Construcción de imágenes en una lente.
- Instrumentos ópticos.
  - El ojo humano. Defectos de visión y su corrección.
  - La cámara fotográfica.
  - La lupa.
  - El microscopio.
  - Anteojos y telescopios.
    - Anteojo astronómico.
    - Anteojo terrestre.
    - Telescopios.
- Dioptrio esférico.
  - Focos y distancias focales.
  - Aumento de un dioptrio.
  - Construcción de imágenes.
- La esfera como superficie óptica.
- Dioptrio plano.

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

- Resolver las imágenes formadas en espejos planos o en sistemas de dos espejos planos.
- Aplicar a distintas situaciones la ecuación de los espejos, utilizando el criterio de signos, para resolver imágenes en espejos curvos desde la aproximación paraxial.
- Aplicar e interpretar la ecuación del dioptrio esférico para resolver imágenes por refracción a través de superficies esféricas o planas, aplicando el criterio de signos conveniente.
- Resolver la formación de imágenes a través de lentes delgadas, dando prioridad al tratamiento analítico.
- Explicar los distintos tipos de lentes esféricas delgadas que existen y las magnitudes que se utilizan para caracterizarlas.
- Ser capaz de conocer el funcionamiento de algún instrumento óptico sencillo.
- Conocer el funcionamiento del ojo como sistema óptico, las enfermedades más simples que resultan de su mal funcionamiento y algún método para corregir su efecto.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### *Educación para el consumidor*

Las especificaciones de muchos aparatos que compran los jóvenes incluyen magnitudes cuyo significado se estudia en este tema. Puede ser interesante hacer una recopilación de las que aparecen en una serie de artículos de uso frecuente y estudiar su significado.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

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

## LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *El telescopio* (ANAYA, 319; EDITEX, 284).
- ◆ *Mirando al cielo* (SM, 209).
- ◆ *El ojo humano como sistema óptico* (EDB, 269).

## MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://enebro.pntic.mec.es/~fmag0006/index.html>: Con recursos sobre ondas y óptica. Podemos manejar *applets* para estudiar la reflexión y la refracción variando el medio de propagación, estudiar la formación de imágenes en lentes y espejos. Contiene guiones para realizar prácticas de laboratorio.
- [www.e-sm.net/f2bach40](http://www.e-sm.net/f2bach40): Breve historia de la óptica geométrica, así como la biografía de los físicos que más han contribuido a su desarrollo.
- [www.e-sm.net/f2bach41](http://www.e-sm.net/f2bach41): Asociaciones de astrónomos aficionados y actividades que realizan.

## **BLOQUE V. FÍSICA MODERNA**

La síntesis electromagnética, junto con el desarrollo de la termodinámica, había conseguido culminar el marco de la física clásica. Pero a finales del siglo XIX se acumularon una serie de dificultades insuperables para las teorías clásicas: el efecto fotoeléctrico, la inestabilidad del modelo atómico, etc. La gran revolución científica de principios del siglo XX se basó en la teoría de la relatividad y en la física cuántica, que conllevaron el nacimiento de una nueva física.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 13. Principios de relatividad general**

En esta unidad, se inicia el estudio de la física moderna con una aproximación a las teorías de la relatividad, con su novedoso planteamiento conceptual; y por otra, la

física del núcleo atómico. Es muy importante poner el acento en los aspectos conceptuales y en las consecuencias que supusieron los avances teóricos y experimentales en estas ramas de la física. La idea de ciencia en construcción que de todo ello se desprende puede resultar muy motivadora para el alumnado.

### 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.
- Conocer los postulados 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 estas y las transformaciones galileanas.
- Entender las implicaciones de los postulados de Einstein en los conceptos de masa, momento lineal y energía.
- Conocer los enunciados de los principios que sustentan la teoría de la relatividad especial.
- Comprender la idea de la relatividad del espacio y del tiempo.
- Utilizar los conceptos anteriores para comprender experiencias teóricas, como la paradoja de los gemelos, o hechos como la presencia de muones en las proximidades de la Tierra.
- Comprender el concepto de energía relativista y la interconversión masa-energía.
- Comprender las limitaciones de la física clásica para explicar determinados fenómenos relacionados con el movimiento de los cuerpos, como la constancia de la velocidad de la luz para cualquier observador.

### CONTENIDOS

- Física clásica y física moderna.
- Primeras nociones.
  - El espacio y el tiempo.
- Sistemas de referencia: Sistemas inerciales.
- Principio de relatividad de Galileo.
  - Velocidad y aceleración relativa.
  - Movimiento relativo rectilíneo uniforme.
- El experimento de Michelson-Morley.
  - Consecuencias del experimento de Michelson-Morley.
- Teoría de la relatividad especial de Einstein.
- Transformación de Lorentz.
- Consecuencias de las ecuaciones de transformación de Lorentz.

- Contracción de la longitud.
- Dilatación del tiempo.
- Masa y energía relativistas: Principio de equivalencia entre masa y energía.
- Teoría general de la relatividad.
- Repercusiones de la teoría de la relatividad
  - La relatividad y la física de partículas.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Utilizar el principio de relatividad, aplicado a la mecánica clásica, en la resolución de ejercicios y problemas.
- Calcular las magnitudes que caracterizan un cuerpo (masa, energía, velocidad, longitud o tiempo de duración de un suceso) cuando se mueve con velocidades próximas a las 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.
- Determinar tiempos, longitudes y sincronización de sucesos en distintos sistemas en movimiento relativo.
- Utilizar en casos sencillos las transformaciones de Lorentz directas de posición y velocidad y analizar las consecuencias.
- Comprender que la física clásica no puede explicar determinados fenómenos, como el incumplimiento del principio de relatividad de Galileo o la constancia de la velocidad de la luz para cualquier movimiento de la fuente luminosa.
- Determinar masas, momentos lineales y energías relativistas.
- Conocer las ideas básicas de la teoría de la relatividad especial, explicando los postulados de Einstein.
- Aplicar los postulados de Einstein en la resolución de ejercicios y problemas referidos a la masa y la energía relativistas.

### EDUCACIÓN EN VALORES

La teoría de la relatividad se presenta habitualmente como un cuerpo de conocimientos muy teóricos. No obstante, podemos tomar ejemplo de las discusiones que acompañaron a su establecimiento para hacer un ejercicio de educación en valores.

#### *Educación cívica*

Recordando alguno de los debates científicos que surgieron alrededor de los principios de la teoría de la relatividad y lo difícil que resultó su aceptación por científicos de renombre, se puede establecer una discusión en la que los alumnos y alumnas analicen distintas consecuencias de los fenómenos cuánticos. Como ejemplo se puede estudiar el movimiento de un balón o las consecuencias filosóficas de no tener certeza del lugar que ocupa una partícula en el espacio.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- ✚ No se realizará ninguna en esta unidad (sólo se proyectarán algunos vídeos).

## LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Las catedrales de la ciencia* (ANAYA, 341).
- ◆ *El conflicto entre la electrodinámica y la mecánica de Newton* (OXFORD-2000, 329)
- ◆ *El efecto Doppler relativista. Influencia de la teoría de la relatividad en el arte y en el pensamiento contemporáneo* (EDITEX-2003, 25-26).
- ◆ *El caso de los gemelos* (SANTILLANA, 342).
- ◆ *La relatividad y los sistemas GPS* (SM, 322).

## MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- [http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/relativeVelocity/relativeVelocity\\_s.htm](http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/relativeVelocity/relativeVelocity_s.htm): Permite comprobar cómo varía el movimiento de un cuerpo cuando variamos el sistema de referencia.
- [http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more\\_stuff/flashlets/mmexpt6.htm](http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/mmexpt6.htm): Muestra un *applet* con una simulación de la experiencia llevada a cabo por Michelson y Morley en 1987 (en inglés).
- [www.e-sm.net/f2bach52](http://www.e-sm.net/f2bach52): Einstein y su obra y simulaciones sobre aspectos de la relatividad.
- [www.e-sm.net/f2bach53](http://www.e-sm.net/f2bach53): Estudio sobre la teoría de la relatividad.
- Video: **El universo mecánico**.
  - Capítulo 41.-*El experimento de Michelson-Morley*.
  - Capítulo 42.-*Las transformaciones de Lorentz*.
  - Capítulo 43.-*Velocidad y tiempo*.
  - Capítulo 44.-*Masa, momento y energía*.

## UNIDAD DIDÁCTICA 14. Fundamentos de física cuántica

Junto con las teorías de la relatividad, la física cuántica es el fundamento de la revolución científico-técnica del siglo XX. La incapacidad de la física clásica para explicar una serie de fenómenos, como la cuantización de la energía, el comportamiento corpuscular de la luz o la difracción de los electrones, obligó a la comunidad científica a replantearse las bases de las teorías mecánicas y electromagnéticas. La física cuántica no solo tiene importancia en el marco teórico como reformulación global de las leyes de la física, sino que abre también posibilidades técnicas de una trascendencia decisiva en la sociedad actual, como el láser, el microscopio electrónico, la creación de nuevos materiales, etc.

## OBJETIVOS

- Comprender los fenómenos de radiación del cuerpo negro y el efecto fotoeléctrico y conocer cómo la idea del cuanto da una explicación satisfactoria de ambos hechos.
- Entender el modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno y cómo este modelo interpreta adecuadamente el espectro de dicho átomo.
- Conocer la hipótesis de De Broglie y la interpretación dual de la materia, así como el modo en que los fenómenos de difracción e interferencia de electrones y otras partículas avalan dicha hipótesis.
- Conocer el principio de indeterminación y la noción de función de probabilidad como base de la interpretación de la naturaleza del electrón en términos estadísticos.
- Conocer la ley de Planck como primera formulación matemática de la cuantización de la energía. Comprender lo novedoso de la idea.
- Estudiar los espectros atómicos y comprender la idea de cuantización que subyace en los mismos.
- Reconocer el modelo atómico de Bohr como la primera teoría acerca de la constitución de la materia que asume la idea de la cuantización. Entender este modelo para el átomo de hidrógeno y cómo interpreta adecuadamente el espectro de dicho átomo.
- Conocer el principio de la dualidad onda-corpúsculo y sus consecuencias en función del tamaño de la partícula considerada.
- Conocer algunas aplicaciones de la física cuántica en dispositivos tecnológicos conocidos como el láser, la célula fotoeléctrica, el microscopio electrónico o la nanotecnología.
- Utilizar las leyes cuánticas para explicar determinados fenómenos, como la cuantización de la radiación electromagnética, el efecto fotoeléctrico y los espectros discontinuos.
- Comprender que electrones, fotones, etc., no son partículas ni ondas, sino objetos con un comportamiento cuántico.
- Conocer algunos fenómenos, como, por ejemplo, el espectro de emisión del cuerpo negro, y comprender las dificultades que tenía la física clásica para explicarlos.

## CONTENIDOS

- El surgimiento de la Física Cuántica.
  - La radiación térmica.
  - El cuerpo negro.
  - La ley de Stefan-Boltzmann.
  - La catástrofe del ultravioleta.
  - La hipótesis cuántica de Planck.
- El efecto fotoeléctrico y el efecto Compton.

- Efecto fotoeléctrico y sus propiedades.
- Teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico.
- Espectros discontinuos y átomo de Bohr.
  - Espectros atómicos.
  - El modelo atómico de Bohr.
  - Cuantización de la energía en el modelo de Bohr.
  - Transiciones electrónicas.
- La dualidad onda-corpúsculo.
  - La doble naturaleza de la luz.
  - Dualidad onda-corpúsculo y cuantización.
- Mecánica cuántica.
  - El principio de incertidumbre de Heisenberg.
- Algunas aplicaciones de la Física Cuántica.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Conocer y valorar la introducción de la física cuántica para superar las limitaciones de la física clásica.
- Interpretar el principio de indeterminación y aplicarlo a casos simples.
- Interpretar la ley de Planck. Calcular la energía de una radiación y de la energía que soporta un determinado haz de fotones.
- Analizar los distintos aspectos del efecto fotoeléctrico. Calcular la frecuencia umbral y del potencial de frenado para una determinada radiación incidente.
- Reconocer fenómenos cuánticos en algunos dispositivos como el microscopio electrónico, la célula fotoeléctrica o las nanopartículas.
- Aplicar la hipótesis de De Broglie a partículas en movimiento e interpretar la naturaleza dual de las propias partículas subatómicas.
- Deducir la energía de las órbitas de Bohr, así como la emitida o absorbida al pasar de unos niveles a otros, e interpretar el espectro del hidrógeno a la luz de la teoría de Bohr.
- Aplicar las leyes que rigen la radiación de un cuerpo negro y saber interpretar dicho fenómeno, así como el efecto fotoeléctrico a la luz del concepto de cuanto.

### EDUCACIÓN EN VALORES

La física cuántica se presenta habitualmente como un cuerpo de conocimientos muy teóricos. No obstante, podemos tomar ejemplo de las discusiones que acompañaron a su establecimiento para hacer un ejercicio de educación en valores.

#### *Educación para la salud*

Algunas de las técnicas más innovadoras en investigación biomédica emplean dispositivos que se basan en los principios de la física cuántica, como el microscopio electrónico y el microscopio de efecto túnel. Además, la nanotecnología se presenta

como una técnica esperanzadora en la aplicación de terapias frente a cánceres y otras enfermedades muy agresivas.

Se pueden aprovechar estas ideas para que los alumnos y alumnas aumenten su conocimiento acerca del mundo que les rodea, tomando como punto de partida un tema de gran interés, como son las actuaciones relacionadas con la mejora en el estado de salud de las personas.

### *Educación cívica*

Recordando alguno de los debates científicos que surgieron alrededor de los principios de la física cuántica y lo difícil que resultó su aceptación por científicos de renombre, se puede establecer una discusión en la que los alumnos y alumnas analicen distintas consecuencias de los fenómenos cuánticos. Como ejemplo se puede estudiar el movimiento de un balón o las consecuencias filosóficas de no tener certeza del lugar que ocupa una partícula en el espacio.

### *Educación para el consumidor*

Algunos dispositivos de lectura de datos incluyen un haz láser. Los punteros láser se pueden adquirir incluso a un precio muy bajo. Es frecuente que crucemos puertas que se abren o cierran por medio de células fotoeléctricas. Los conocimientos básicos que sustentan estas situaciones deben ser conocidos por los consumidores con el fin de que valoren las consecuencias de adquirir los dispositivos más adecuados a la función que desean, sin que su manejo suponga un riesgo para sí mismos o para otros.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

✚ En esta unidad no se efectúan prácticas específicas de laboratorio.

## LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- ◆ *Microscopio de efecto túnel y nanotecnología* (ANA, 363).
- ◆ *La nanotecnología* (VICENS VIVES, 289).
- ◆ *La gran revolución científica* (SM, 333).
- ◆ *El experimento de Franck-Hertz* (SM, 339).
- ◆ *Aplicaciones de la física cuántica* (SANTILLANA, 326-328).
- ◆ *Más sobre el laser* (EDITEX-2003, 29-30).

## MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectrico/fotoelectrico.htm>: Incluye un applet que ilustra el efecto fotoeléctrico. Se puede variar la intensidad de la luz incidente, el metal de trabajo y la longitud de onda de los fotones.
- <http://www.educaplus.org/play-112-Efecto-fotoel%C3%A9ctrico.html>: Otra animación sobre el efecto fotoeléctrico.
- <http://www.terra.es/personal/felix061/paginas/Espectro.htm>: Permite visualizar saltos entre niveles energéticos según el modelo de Bohr.

- [www.e-sm.net/f2bach58](http://www.e-sm.net/f2bach58): Discrepancias entre Bohr y Einstein sobre el significado profundo de las teorías cuánticas.
- [www.e-sm.net/f2bach59](http://www.e-sm.net/f2bach59): Información sobre Max Born, uno de los principales valedores de la interpretación probabilística de la mecánica cuántica.
- Video: **El universo mecánico**.
  - Capítulo 49.-*El átomo*.
  - Capítulo 50.-*Ondas y corpúsculos*.

## UNIDAD DIDÁCTICA 15. Física nuclear y partículas

Los dos grandes pilares de la física moderna, la teoría de la relatividad y de la física cuántica, son la base necesaria para entender la interpretación actual de la estructura electrónica y de los procesos reactivos de los átomos. Su interés radica en el uso de la energía nuclear y los isótopos radiactivos, temas muy relacionados con las inquietudes de nuestra sociedad actual.

En esta unidad los alumnos estudiarán por tanto la relación entre las propiedades de los elementos y su estructura atómica, y como la física moderna da respuesta a interrogantes que la física clásica no era capaz de resolver.

### OBJETIVOS

- Conocer los orígenes que dieron lugar al descubrimiento del núcleo y las principales características de este relativas a su composición, tamaño y densidad.
- Comprender la estabilidad del núcleo desde el punto de vista energético y de las fuerzas que intervienen.
- Comprender los procesos radiactivos (naturales y artificiales) analizando las partículas que intervienen, así como las leyes en que se basa y algunas de sus aplicaciones más importantes.
- Tener un conocimiento básico de las ideas actuales sobre la estructura más íntima de la materia.
- Conocer las partículas elementales que forman la materia y su relación con otras partículas conocidas por el alumnado, como los protones, neutrones y electrones.
- Aplicar las leyes de conservación del número atómico, del número másico y de la energía a los procesos relacionados con el núcleo atómico.
- Aplicar la equivalencia masa-energía para determinar energías de enlace en el núcleo atómico.
- Conocer y valorar las aplicaciones tecnológicas de la radiactividad y del uso de la energía nuclear. Evaluar de forma crítica dichas aplicaciones.

- Conocer y comprender la interacción nuclear fuerte y su relación con la estabilidad de los núcleos de los átomos.
- Conocer y comprender los procesos de fisión y de fusión nuclear y valorar sus aplicaciones pacíficas en la sociedad.

### CONTENIDOS

- El camino hacia el núcleo atómico.
- El descubrimiento del núcleo.
  - Constitución básica del núcleo.
  - Nucleidos.
    - Isótopos.
- Tamaño y densidad de los núcleos.
- Estabilidad del núcleo.
  - La estabilidad del núcleo desde el punto de vista energético: energía de enlace.
    - Energía de enlace por nucleón. Estabilidad relativa de los núcleos atómicos.
- Descubrimiento de la radiactividad.
- Modos de desintegración radiactiva.
  - Desintegración alfa.
  - Desintegración beta.
  - Desintegración gamma.
  - Detección de la radiactividad.
  - Propiedades de los rayos radiactivos.
- Notación de los procesos nucleares.
- Leyes de la desintegración radiactiva.
  - Ley de la desintegración de Elster y Geitel.
  - Leyes del desplazamiento de Soddy, Fajans y Russell.
  - Conceptos estadísticos utilizados en los procesos radiactivos.
    - Período de semidesintegración.
    - Vida media.
- Fisión y fusión nuclear.
- Centrales nucleares.
- Usos de la energía nuclear.
- Efectos de la radiación. Aplicaciones.
  - Efectos biológicos.
  - Dosis de radiación.
  - Aplicaciones de los radioisótopos.
- Fuerzas nucleares.
- Partículas elementales. Modelo estándar.
  - Clasificación de las partículas.
  - Modelo estándar de partículas.

- Interacciones fundamentales.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Calcular energías de enlace e interpretar los resultados.
- Completar reacciones nucleares, clasificarlas e interpretar sus distintos mecanismos.
- Distinguir los constituyentes básicos de la materia.
- Calcular la energía que estabiliza un núcleo.
- Completar reacciones nucleares en las que falta alguna de las partículas.
- Analizar pros y contras de una aplicación en la que intervengan los procesos nucleares.
- Describir la estructura del núcleo atómico.
- Aplicar la ley de la desintegración radiactiva en casos sencillos.
- Aplicar las leyes de conservación de los números atómico y másico a las reacciones nucleares y a los procesos radiactivos.
- Conocer y comprender la interacción nuclear y resuelve ejercicios y problemas relativos a los balances de masa y energía.
- Conocer y comprender los procesos de fisión y de fusión nuclear.
- Describir el modelo estándar de partículas como la teoría actual de la física para explicar la estructura de la materia.

### EDUCACIÓN EN VALORES

Los contenidos que trata este tema son especialmente sensibles para una educación en valores. Solo por ejemplificar comentamos algunas de las posibilidades.

#### *Educación para la salud*

La capacidad destructiva de los procesos nucleares puede ser analizada en su doble vertiente. El efecto positivo: su utilización para eliminar células cancerosas. El efecto negativo: la capacidad de destrucción indiscriminada que se puede producir como resultado de un escape radiactivo.

Por el desarrollo que ha alcanzado en los últimos tiempos, interesa comentar la utilización de isótopos radiactivos en procesos diagnósticos.

#### *Educación para la paz*

Comentar los devastadores efectos de las armas nucleares se puede convertir en un recurso inestimable para que el alumnado se manifieste a favor de la paz. El debate puede orientarse en el sentido en que se busque la paz por sus efectos positivos, más allá de evitar los desastres que conllevan las guerras y otras situaciones conflictivas.

#### *Educación cívica*

El tema de la energía nuclear da pie a múltiples debates en los que conviene analizar pros y contras de cada una de sus aplicaciones. Es muy probable que a lo largo de su vida una buena parte del alumnado se tenga que manifestar al respecto de una

instalación nuclear o de un centro de gestión de residuos. Conviene, por tanto, ensayar este tipo de debates a fin de que se pongan de manifiesto los distintos aspectos que debemos valorar, más allá de dar una opinión visceral y poco documentada.

### ***Educación medioambiental***

Como ciudadanos debemos ser muy respetuosos con todas estas actuaciones, teniendo presente que una actuación nuestra irresponsable puede provocar daños medioambientales irreparables.

### ***Educación para el consumidor***

Cuando se vive cerca de una instalación nuclear, el medio-ambiente sufre un impacto considerable. Se requieren medidas de protección que cambian el uso del suelo circundante, y el agua y cualquier emisión requieren controles que garanticen su inocuidad. Asimismo, deben establecerse planes de evacuación que minimicen los efectos derivados de un accidente en la instalación.

Las crecientes necesidades energéticas llevan a los países a plantearse la energía nuclear como un modo relativamente barato de satisfacer sus necesidades. Comprender los riesgos que comportan las instalaciones nucleares puede motivar un consumo responsable de la energía que haga que su establecimiento sea innecesario.

## **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

✚ No se realizan en esta unidad.

## **LECTURAS COMPLEMENTARIAS**

- ◆ *Aplicaciones de la radioactividad* (VICENS VIVES, 317).
- ◆ *Detección de la radiación* (ANAYA, 393).
- ◆ *¿Qué es una central nuclear?* (EDITEX-2003, 340).
- ◆ *Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes* (EDITEX-2003, 337).
- ◆ *Usos y efectos biológicos de la energía nuclear* (EDITEX-2003, 336).
- ◆ *El gran colisionador de Hadrones* (EDELVIVES, 289).

## **MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS**

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/desintegracion/radio.htm>: Muestra un applet interesante en el que podemos variar la constante de desintegración radiactiva y ver el número de núcleos que quedan sin desintegrar de una muestra. Podemos representar gráficamente los datos.
- <http://www.nndc.bnl.gov/nudat2>: Un resumen de los isótopos que existen en la naturaleza, categorizados por su vida media.
- <http://particleadventure.org/spanish/index.html>: Un repaso del modelo estándar de la física de partículas. Para saber cuáles son las partículas fundamentales de la materia y cómo interaccionan.

- [www.e-sm.net/f2bach61](http://www.e-sm.net/f2bach61): Información sobre la medicina nuclear, basada en el uso de diferentes fuentes radiactivas y/o radiaciones ionizantes para usos terapéuticos o de diagnóstico.
- [www.e-sm.net/f2bach62](http://www.e-sm.net/f2bach62): Datos técnicos concretos del funcionamiento de una central nuclear.
- Video: **El universo mecánico**.
  - Capítulo 51.-*De los átomos a los quarks*.
  - Capítulo 52.-*El universo mecánico-cuántico*.

**PARTE III. PROPUESTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA****“CIENCI@ JOVEN”****DIAGNÓSTICO INICIAL****Contexto y ámbito de aplicación de la innovación**

La propuesta de innovación está planteada para un grupo de 2º de Bachillerato de Física. Tal y como se especificó en el apartado de “Características del grupo” de la sección “Contexto” durante la primera parte del TRABAJO FIN DE MÁSTER, se trata de un grupo de 13 alumnos (formado por 11 chicos y 2 chicas), todos de nacionalidad española y una situación socio-económica muy homogénea.

El nivel de medios<sup>4</sup> que se requiere para la puesta en marcha del proyecto de innovación está al alcance de todos, no sólo por ser éstos de uso común y cotidiano, sino porque el centro dispondrá de todo lo necesario para ello.

El principal Departamento involucrado en el proyecto es el de Física y Química, que se encargará de desarrollar el plan de innovación, redactarlo, y fijar las bases para llevarlo a cabo. Colaborará asimismo el Departamento de Informática, que estará al servicio de los alumnos para todas aquellas dudas o necesidades que tengan en lo que se refiere al uso de las TIC.

Cabe esperar la colaboración, en caso de que sea necesario, de cualquiera de los Departamentos que conforman el centro en lo que se refiere al apoyo que podrían necesitar los alumnos para el desarrollo de su material (apoyo lingüístico para la redacción, material bibliográfico de cualquiera de las áreas para el desarrollo de los artículos, etc.).

**JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN**

El término innovación está asociado al significado de la *introducción de algo nuevo que produce mejora, y que por lo tanto trae consigo un cambio*, surge luego la discusión de qué será entendido por “nuevo”. En un sentido estricto, lo nuevo es asociado a lo que nunca antes había sido inventado, conocido o realizado, que se genera, se instituye o se presenta por primera vez; utilizando este significado de lo nuevo, las innovaciones serían realmente escasas o raras, no es común que surja algo nuevo en el sentido antes mencionado.

La reflexión anterior conduce al planteamiento de lo nuevo en otra dimensión, asociado sobre todo a formas o maneras nuevas de hacer o utilizar algo. En este sentido,

---

<sup>4</sup> Los medios y materiales necesarios para la realización del proyecto de investigación se detallarán en el apartado “Desarrollo de la innovación – Materiales de apoyo y recursos necesarios”

se admite como nuevo algo que ya ha sido conocido o utilizado en otros tiempos o situaciones, pero que ahora se utiliza en nuevas circunstancias, con diferentes finalidades, en diversas combinaciones o formas de organización, etc.

Los planteamientos anteriores permiten una plena coincidencia con la definición que Richland (citado por Moreno, 1995) da de innovación: *"la innovación es la selección, organización y utilización creativas de recursos humanos y materiales de maneras nuevas y propias que den como resultado la conquista de un nivel más alto con respecto a las metas y objetivos previamente marcados."*

En base a las observaciones previamente realizadas y el Decreto 75/2008 del 6 de agosto por el que se establecen los objetivos generales y específicos para la etapa y la materia de Física de 2º de Bachillerato en el Principado de Asturias, se pretende que la innovación cubra, potencie y contribuya a la consecución de varios de esos objetivos, que más allá de pertenecer a un documento legal, son claves para el desarrollo integral del ser humano, y se consideran de imprescindible apreciación.

A continuación se citan textualmente, a modo de ejemplo, algunos de esos objetivos que inspiran la aplicación de la innovación propuesta, agrupados por tipos de objetivo:

#### **Objetivos generales de la etapa**

- ✓ Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- ✓ 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.
- ✓ Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua co-oficial de su comunidad autónoma.
- ✓ Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

#### **Objetivos específicos de la materia**

- ✓ Expresar mensajes científicos orales y escritos con propiedad, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas y otros modelos de representación.
- ✓ Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido, fundamentar los trabajos y adoptar decisiones.
- ✓ 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.

- ✓ Reconocer los principales retos actuales a los que se enfrenta la investigación en este campo de la ciencia y valorar su importancia para lograr un futuro sostenible.

Los objetivos previamente citados son el pilar sobre el que fundamentar el por qué de la aplicación de la innovación, pero se considera necesario establecer unos objetivos más concretos que se ajusten al contexto del aula y del grupo en cuestión.

Por tanto, los objetivos específicos de la innovación son:

- ✓ *Motivar a los alumnos a través de un trabajo sencillo, gratificante y con un amplio espectro de posibilidades, de modo que pongan el máximo interés a la hora de abordarlo.*
- ✓ *Acercar la Física y la ciencia en general a su día a día, haciéndoles ver que se encuentra en todo aquello que les rodea, proponiéndoles para el desarrollo de sus artículos los temas que les resulten más interesantes (música, cine, deporte, tecnología, historia, aplicaciones lúdicas, medio ambiente, sociedad, etc.) y estimular asimismo la creatividad buscando la relación que existe entre los intereses de cada uno y la Física.*
- ✓ *Potenciar las destrezas relacionadas con el manejo de las nuevas tecnologías, a través del uso de programas informáticos de edición de textos y maquetación, páginas web de compartición de archivos, y suscitar en ellos curiosidad por la lectura y redacción de material divulgativo, así como el desarrollo del gusto estético.*
- ✓ *Sensibilizar a los alumnos acerca de la realidad del mundo que nos rodea, tratando temas como la problemática medioambiental, igualdad de género, recursos energéticos, conciencia social, etc.*
- ✓ *Estimular el proceso de autoaprendizaje a través de la investigación personal, búsqueda de información, emisión de hipótesis, desarrollo del sentido crítico y en definitiva todo lo que conlleva la redacción de material divulgativo.*
- ✓ *Establecer un canal de comunicación entre los alumnos, y entre los alumnos y el profesor responsable del proyecto de modo que se produzca un efecto de sinergia para la consecución de un objetivo común<sup>5</sup> y mejorar así las capacidades de cada uno para trabajar en equipo.*

Además de las razones previamente detalladas que respaldan la aplicación de la innovación, cabe destacar la necesidad para los alumnos de un adiestramiento específico en el trabajo con material digital de cara a posibles estudios superiores, donde, cada vez

---

<sup>5</sup> Creación de la revista científica “Cienci@Joven” que se compondrá de todos los artículos escritos a lo largo del curso.

más, son soporte fundamental para el desarrollo de los contenidos, trabajos, prácticas, etc.

## MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

Se ha comentado ya la importancia de emplear la innovación educativa propuesta para el curso de Física de 2º de Bachillerato. A continuación se hará un análisis de las características de las partes que componen el proyecto de innovación, con el objetivo de clarificar lo más posible lo que se pretende y cómo se pretende realizar.

### Características generales de la revista y los artículos

**Cienci@Joven** es el título que se ha seleccionado para la revista, que se compondrá de una colección de artículos redactados por los alumnos a lo largo del curso escolar. Se ha pretendido que sea lo más atractivo y sugerente posible, y que de una idea de lo que en ella se pretende tratar, así como el enfoque cercano y desenfadado.

El artículo en sí no responde al formato estándar de un artículo de investigación científica. No se pretende que los alumnos desarrollen un tipo de habilidades tan concretas, que requerirían años de experiencia en el campo de la investigación.

El enfoque que se desea dar es más bien el de un artículo de opinión de índole divulgativo-científica, en el que el alumno se encuentre más cómodo a la hora de recabar información, exponer los datos en base a su criterio y sacar conclusiones. Hay que hacer hincapié en que la realización del mismo no debe suponer un trabajo tedioso y poco motivador para el alumno, al contrario, se trata de incentivarlo y generar en él una curiosidad por los sucesos de su entorno, buscando siempre una relación con la materia, amén de otros objetivos previamente comentados.

Es importante hacer unas pequeñas observaciones<sup>6</sup> acerca de lo que se considera un artículo de opinión de índole científica para el nivel requerido:

- ✓ **Antes de escribir el artículo:** Se cree conveniente buscar toda la información pertinente y seleccionar la que más se adapta al tema a tratar. Hay que pensar en a quien va dirigido y utilizar un estilo afín, evitando perder rigor científico a la hora de realizar los planteamientos.
- ✓ **Estructura del artículo:**
  - **Introducción:** En breves líneas, se responde a la pregunta de por qué se ha escogido el tema en cuestión, y se establece la relación entre el tema y los contenidos del bloque correspondiente a los que hace alusión
  - **El cuerpo:** Se detalla de una manera más específica, todos los aspectos que dan respuesta a la pregunta planteada, o a las observaciones previas

---

<sup>6</sup> Información extraída de la siguiente dirección web (*Cómo escribir un artículo*):

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/1000/1106/html/alterglobalizacion1/Como%20escribir%20un%20articulo.htm>

realizadas sobre el tema. Según el estilo del artículo (difusión, análisis, opinión personal, etc.) el estilo será distinto.

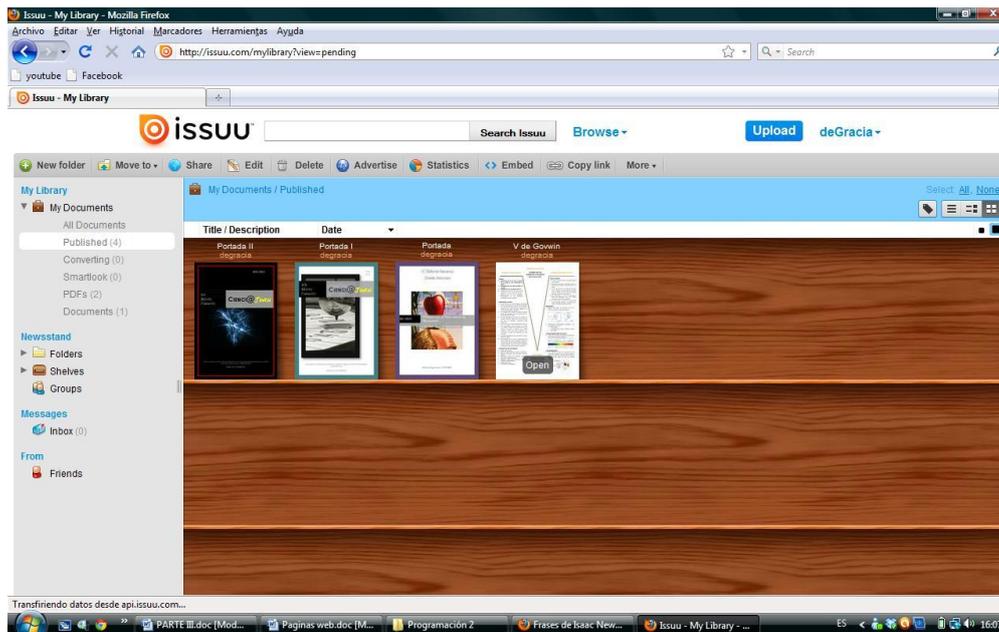
- **La conclusión:** Es un pequeño párrafo donde se exponen las conclusiones extraídas, opiniones o impresiones sobre el tema, etc.
- ✓ **Pautas para la redacción del artículo:** Se trata de dar una serie de consejos que puedan ayudar a los alumnos a realizar sus trabajos para la obtención de los mejores resultados. Pueden ser de carácter lingüístico, formal, relacionados con el uso de los programas de edición, etc.

### Características específicas y gestión de los artículos

- ◆ **Maquetación:** La estructura será en dos columnas. La fuente seleccionada es Times New Roman 12, interlineado sencillo y 6 puntos entre párrafos. Constará de al menos una imagen relacionada con el tema, una introducción o resumen, el cuerpo y una conclusión. La bibliografía se detallará al final, con un mínimo de tres fuentes bibliográficas. La extensión máxima es de dos hojas. El programa utilizado para ello será Word2007 o similar.
- ◆ **Temática:** A lo largo de cada bloque se irán desarrollando los contenidos referentes al mismo. Los alumnos deberán seleccionar cualquier concepto relacionado con dicho bloque y trabajar sobre un tema que haga alusión al mismo. El enfoque de cada uno de los cinco artículos, que cada alumno deberá entregar a lo largo del curso, variará entre los que se proponen a continuación:
  - **Biográfico/Histórico.**
  - **Igualdad de géneros (la mujer y la ciencia).**
  - **Medio ambiente/Recursos energéticos/Salud.**
  - **Tecnología y sociedad.**
  - **Opinión.**
- ◆ **Gestión:** El profesor se encargará de revisar los artículos y corregirlos para su evaluación, guardando una copia digital de cada uno. Asimismo los colgará en una página web de dominio público a la que los alumnos podrán acceder a través de un usuario y una contraseña. Se les darán las indicaciones oportunas para que puedan registrarse. La página web citada es [www.issuu.com](http://www.issuu.com). Se ha elegido por la facilidad que presenta para la gestión de los archivos y su interfaz, el cual recuerda a los estantes de una biblioteca. Además permite buscar otras publicaciones, comentarlas, conformar *grupos de amigos*, etc. Al finalizar el curso, se pretende convertir la revista de formato digital, a formato papel<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Se especifica en la sección “Desarrollo de la innovación-Plan de actividades-3ª Fase”.



Algunos ejemplos de artículos que podrían realizarse (que dan una idea de la tendencia de la revista), relacionados con el enfoque transversal y el bloque de contenidos pueden ser:

- ◆ ***“Física del hundimiento del Titanic. El naufragio del insumergible”***. Puede relacionarse con un bloque de repaso de mecánica, con las técnicas utilizadas para el estudio de los restos, a través del bloque de vibraciones y ondas, óptica, etc. Se trabajaría el aspecto histórico del avance de la ciencia o tecnología y sociedad por ejemplo.
- ◆ ***“Los OVNIS y la refracción de la luz. Espejismos de otro planeta”***. Puede relacionarse con el bloque de óptica y la naturaleza ondulatoria de la luz. Se trabajaría el aspecto tecnológico y social, con una reflexión acerca del afán del ser humano por encontrar vida en otros planetas.
- ◆ ***“Relativo, mi querido Einstein”***. Para el bloque de física moderna puede hacerse un repaso a la biografía de Einstein, y una reflexión sobre la investigación y la importancia del método científico para el desarrollo de la ciencia.
- ◆ ***“Microondas de frío, ¿aún no se ha inventado?”***. Esta temática puede ser interesante para hacer una reflexión sobre la posibilidad de construir un “microondas de frío”, estudiando así el fundamento de un microondas normal y desarrollando una pequeña teoría al respecto. Se trabajaría el bloque de electromagnetismo y el ámbito de tecnología y sociedad-opinión.
- ◆ ***“Física de un concierto de Metallica. El monstruo sonoro”***. Puede trabajarse, a través del bloque de vibraciones y ondas, algunos aspectos del

funcionamiento de amplificadores, instrumentos o incluso efectos perjudiciales del sonido para el ser humano.

- ◆ **“Apollo 13. La conquista del espacio”**. Se propone el visionado de la película Apollo 13 y realizar un pequeño análisis de la misma a través del bloque de gravitación universal.

**NOTA:**

- ⊙ En el **Anexo I** se muestra un ejemplo de artículo donde se pueden observar las características descritas previamente.

## **DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN**

### **Plan de actividades**

A continuación se detallarán las fases que componen el desarrollo de la innovación:

- **1ª Fase:** Al principio del curso se les dará a los alumnos el plan de actuación que caracterizará el proyecto con todo detalle (nombre y aspectos generales del proyecto, pautas a seguir, estructura formal de los artículos, objetivos del proyecto, aspectos que se pretende trabajar, criterios de evaluación, ponderación y recomendaciones).
- **2ª Fase:** Incluye todo lo relacionado con redacción en sí de los artículos a lo largo del curso, corrección de los mismos y desarrollo de la revista en soporte digital. Al menos se requiere un artículo por bloque y por alumno (para una clase de 13 alumnos y 5 bloques, se tiene un total de 65 artículos), pero se tiene total libertad para la redacción de más artículos siempre que el alumno lo desee.
- **3ª Fase:** Al finalizar el curso, la revista digital estará conformada por el total de artículos, y disponible para la consulta de cualquier persona en la dirección web [www.issuu.com](http://www.issuu.com). Se imprimirá en formato papel y se repartirá entre los alumnos de la clase. Se propondrá la distribución gratuita entre el personal del instituto y familias del alumnado y se hará una copia en papel especial de revista para depositar en la biblioteca del centro, con el objetivo de crear una colección que perdure en el tiempo.
- **Fase E:** Es una fase especial cuya puesta en marcha dependerá del desarrollo de las clases y del tiempo del que se vaya disponiendo a medida que avanza el curso (debemos recordar que los tiempos vienen marcados por la presencia de la PAU), por lo que es flexible y atemporal. Consistiría en la exposición por parte de los alumnos, ante toda la clase, de alguno de los artículos realizados, con el objetivo de generar una puesta en común y trabajar aspectos, cada vez más importantes, como la capacidad de oratoria y la realización de presentaciones en soporte digital.

**Agentes implicados**

Los agentes implicados para la puesta en marcha y desarrollo del proyecto de innovación son, principalmente, los alumnos y el profesor. Se cuenta asimismo con la colaboración de los docentes de los departamentos que se precisen, y el coordinador de TIC.

**Materiales de apoyo y recursos necesarios**

Los materiales de apoyo y recursos necesarios serán proporcionados por el instituto y estarán a disposición del alumnado en todo momento, sin implicar esto la obligatoriedad de su uso, ya que los alumnos tienen total libertad para trabajar desde sus casas (exceptuando aquellos que estén implicados en el desarrollo del proyecto, puntalmente, en el aula). La relación de materiales y recursos son:

- ◉ Equipo informático con conexión a Internet (disponibles en la sala de TIC).
- ◉ Programa de edición de textos (*Word2007* o similar).
- ◉ Recursos bibliográficos (A través de Internet o en formato papel en la biblioteca o departamentos).
- ◉ Papel y acceso a material de impresión.
- ◉ Pantalla y cañón proyector (Para la puesta en marcha de la “Fase E” si procediese).

**Cronograma**

El cronograma o temporalización se establecerá en función de la evolución del curso (según el desarrollo de los bloques) y las Fases del proyecto. De acuerdo a estos aspectos, se presenta el siguiente cuadro de correlación:

<i>Fases</i>		<i>Bloques</i>	<i>MESES</i>											
			S	O	N	D	E	F	M	A	My			
FE	F1	R <sup>8</sup>												
	F2	I												
		II												
		III												
		IV												
		V												
	F3	Ex.												

<sup>8</sup> “R” corresponde al periodo de repaso de contenidos del año anterior, que suele realizarse entre el mes de septiembre y principios de octubre.

### Evaluación y seguimiento de la innovación

Los criterios para realizar la evaluación y el seguimiento de la innovación se fundamentan en la relación existente entre los beneficios que supone su aplicación para los alumnos, y su rendimiento en el transcurso normal del curso.

La **observación** será la medida para evaluar dichos criterios, lo que significa que el profesor deberá valorar el aprovechamiento y enriquecimiento personal que están adquiriendo los alumnos debidos a la aplicación de la innovación y el tiempo que están dedicando a la misma, variable crucial en el nivel académico en el que se encuentran.

Algunos indicadores que pueden darnos señales de que la innovación tiene un impacto positivo en la interiorización de conocimientos y desarrollo de destrezas y actitudes en el alumnado pueden ser:

- Los alumnos se sienten muy motivados a la hora de realizar los artículos y consultan al profesor acerca de posibles temáticas a desarrollar en sus artículos.
- Los alumnos sienten interés por los artículos escritos por los demás compañeros.
- Los alumnos muestran un interés creciente por temas relacionados con la Física en la vida cotidiana.
- El manejo de las aplicaciones informáticas, la búsqueda de información relevante y contrastada, la destreza a la hora de redactar, relacionar conceptos, sacar conclusiones, criticar o emitir hipótesis aumenta de manera relevante.
- Los alumnos afrontan los nuevos contenidos con mayor interés.
- Su sensibilidad e interés hacia temas relacionados con el medio ambiente, igualdad de género, recursos energéticos, etc. aumenta de manera relevante.

Se han de establecer asimismo indicadores que nos muestren un desarrollo desfavorable del proyecto de innovación, como pueden ser:

- Los alumnos no tienen interés por el proyecto y sus artículos se ven forzados y poco trabajados.
- Los alumnos no sienten interés por el trabajo de sus compañeros.
- Los alumnos sienten interés por el proyecto, pero desatienden el resto de sus tareas diarias para con la asignatura.
- El tiempo empleado en el desarrollo del proyecto se echa en falta a la hora de abordar los contenidos.

Según la relación existente entre los primeros y los segundos, se tomarían las medidas adecuadas para reenfocar el proyecto.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE REFERENCIA

La abreviatura del libro, usada a la hora de hacer referencia a él en las unidades correspondientes, se indica en rojo, seguido de los autores, curso y edición.

- ◆ **[ANAYA]** ZUBIAURRE, ARSUAGA, MORENO Y GÁLVEZ. **Física: 2º de Bachillerato.** *Anaya, 2009.*
- ◆ **[ECIR]** LORENTE, SENDRA, ENCISO, QUÍLEZ y ROMERO. **Física: 2º de Bachillerato.** *Ecir, 2009.*
- ◆ **[EDELVIVES]** MARTÍN y MARTÍN. **Física: 2º de Bchillerato.** *Edelvives, 2009.*
- ◆ **[EDITEX]** BARRIO, ANDRÉS y ANTÓN. **Física: 2º de Bachillerato.** *Editex, 2009.*
- ◆ **[EVEREST]** FIDALGO y FERNÁNDEZ. **Física: 2º de Bachillerato.** *Everest, 2009*
- ◆ **[OXFORD]** BARRIO. **Física: 2º de Bachillerato.** *Oxford, 2009.*
- ◆ **[SM]** PUENTE, ROMO, PÉREZ y DE DIOS. **Física: 2º de Bachillerato.** *SM, 2009.*
- ◆ **[VICENS-VIVES]** MARTÍNEZ. **Física: 2º de Bachillerato.** *Vicens-Vives, 2009.*

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ◆ **BOBES (CASA COMERCIAL).** Experiencias de Óptica.
- ◆ **BURBANO DE ERCILLA, S, BURBANO, E y GRACIA C.** Física General. *Editorial Tébar, 2010.*
- ◆ **GIANCOLI.** Física para universitarios. *Prentice-Hall, 2002.*
- ◆ **HEWITT, P. G.** Física conceptual. *Pearson, 2002.*
- ◆ **SERWAY, R. A.** Física. *McGraw-Hill, 1992.*
- ◆ **SEARS, F.W., ZEMANSKY, M.W., YOUNG, H.D. y FREEDMAN, R. A.** Física universitaria. *Pearson, 2005.*
- ◆ **TIPLER, P.A. y MOSCA, G.** Física para la ciencia y la tecnología. *Reverté, 2005*
- ◆ **WHITE, H.E.** Física moderna. *Montaner y Simón, 1972.*

#### VIDEOGRAFÍA

- ◆ **EL UNIVERSO MECÁNICO (ARAIT MULTIMEDIA)**
  - Los alumnos pueden visualizar las veces que lo deseen, en forma de “cortes” de 5 minutos, cualquiera de los vídeos de esta colección, mediante el acceso a la página web:
   
<http://www.acienciasgalilei.com/videos/video0.htm#up>

#### PÁGINAS WEB

- <http://www.issuu.com/>
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/1000/1106/html/alterglobalizacion1/Como%20escribir%20un%20articulo.htm>
- <http://www.youtube.com/watch?v=weptKC9PT0w>
- <http://www.eduinnova.es/junio2010/innovacion.pdf> “SECCIÓN INNOVACIÓN: LA INNOVACIÓN EDUCATIVA” Revista digit@l Eduinnova ISSN 1989-1520 N°23 2010. CARLOS FERNÁNDEZ-ESPADA RUIZ.

## RECURSOS WEB

- <http://www.issuu.com/>
- <http://www.yosoynuclear.org/>
- <http://www.vicensvives.es/index.html>
- <http://www.teide.cat/>
- <http://www.santillana.es/>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>
- <http://www.revistaeducacion.mec.es/>
- <http://www.fisicahoy.com/>
- <http://www.foronuclear.org/>
- <http://www.educaplus.org/>
- <http://www.educastur.es/>
- <http://www.cramster.com/physics-solutions/>
- <http://www.ecir.com/>
- <http://www.edelvives.com/#>
- <http://www.editex.es/>
- <http://www.anayamascerca.com/>
- <http://www.acienciasgalilei.com/videos/video0.htm>
- <http://soludelibros.blogspot.com/2007/09/lista-de-los-solucionarios.html>
- <http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/index.htm>
- <http://profes.net/>
- [http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2006/aprender\\_estudiar/index2.html](http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2006/aprender_estudiar/index2.html)
- <http://mediateca.edebedigital.net/interactiva/eso/castellano/fyq4cas/mediateca.html#>
- <http://ciencianet.com/>
- <http://cwx.prenhall.com/giancoli/>
- <http://fq-laboratorio.blogspot.com/>

*ANEXO I*

*“HIPATIA DE ALEJANDRÍA. UNA MUJER ADELANTADA A SU TIEMPO”*

---

## HIPATIA DE ALEJANDRÍA. UNA MUJER ADELANTADA A SU TIEMPO

### INTRODUCCIÓN

Hipatia de Alejandría fue una mujer que vivió y trabajó más allá de las fronteras de la sociedad en la que vivió. Fue un ejemplo y una inspiración para hombres y mujeres tiempo después y a lo largo de los siglos, por su forma de pensar, de actuar y por sus contribuciones a la ciencia.

La referencia a Hipatia de Alejandría en los contenidos de Física de 2º de Bachillerato se encuentra en el bloque de Gravitación Universal, por sus aportaciones a la ciencia de la astronomía, pero no fue este el único campo en el que destacó.

### HISTORIA, MUJER Y CIENCIA

Seguramente el nombre de Hipatia de Alejandría no nos suene demasiado, pero es otra de las tantas mujeres que han trabajado duramente y han contribuido de forma notable a la Ciencia.

Nació en Alejandría y era hija de Teón de Alejandría, un gran matemático y astrónomo. Hipatia vivió desde siempre relacionada con este entorno, ya que su padre trabajó en la Biblioteca del Serapeo. Además, seguramente estudió Matemáticas y Astronomía por la influencia de su padre, quien también le transmitió su interés por lo aún desconocido, algo realmente poco común en el siglo IV.

Hipatia fue una de las primeras mujeres que se aproximó a lo que hoy en día entendemos como científica, ya que fue una gran investigadora para su tiempo. Alcanzó tal fama, que empezó a



impartir clases de Filosofía (centrándose en Plotino, Aristóteles y la filosofía neoplatónica). De hecho, asistían a escuchar sus lecciones alumnos desde diversos lugares del mundo. Era una maestra cercana a sus alumnos e involucrada en su trabajo. La mayoría de los datos que se conocen respecto a ella los aportó Sinesio de Cirene, obispo que

había sido su alumno. Es gracias a él por lo que se conocen las obras de esta genial mujer, ya que no se conserva ninguna de ellas.

Por si todo esto fuera poco, estudió las religiones entonces conocidas, oratoria, los principios sobre los que se basaba la enseñanza y llegó a dirigir la Escuela Neoplatónica de Alejandría.

*"Vestida con el manto de los filósofos, abriéndose paso en medio de la ciudad, explicaba públicamente los escritos de Platón, o de Aristóteles, o de cualquier filósofo, a todos los que quisieran escuchar (...) Los magistrados solían consultarla en primer lugar para su administración de los asuntos de la ciudad..."*

Esto demuestra que tuvo gran influencia en muchos campos. No obstante, quedaría incompleto el reconocimiento a su labor si acabara aquí, pues entre sus innumerables aportaciones se encuentran: un destilador de agua, un hidrómetro graduado para medir la densidad de los líquidos y un aparato para medir el nivel del agua. Esto es debido a que tenía también interés por la mecánica y llevaba a la práctica sus conocimientos.

Sin embargo, el poder e influencia de los que gozaba Hipatia al principio, se vieron suprimidos cuando comenzó en Alejandría la cristianización y la eliminación de la libertad religiosa. Al igual que otros filósofos, especialmente los seguidores de Platón, Hipatia fue perseguida. Algunos se convir-

tieron al Cristianismo, pero ella no lo hizo. Era considerada una pagana y, a la vez, temida por su sabiduría y conocimientos científicos.

Por desgracia, el afán por el poder y por imponer una única mentalidad religiosa que tenía Cirilo, gobernador de Alejandría, y sus seguidores, fue asesinado. Se cree que un grupo de fanáticos la asaltaron cuando iba en carruaje a su casa. Hipatia tendría más o menos 60 años y fue brutalmente golpeada hasta que murió. A pesar de todas las contribuciones que hizo para que se pudiera entender un poco mejor el universo en el que vivimos, no tuvo una muerte digna ni fue respetada, pues sus asesinos pasearon sus restos por la ciudad en señal de triunfo.

El conocimiento que tenemos de las obras que escribió no está muy claro ya que no se conserva ninguna. Realizó muchos escritos pero no le fueron atribuidos. No obstante, se sabe que escribió comentarios en libros de otros autores como "Aritmética" y "Secciones crónicas". También realizó un canon astronómico, tablas astronómicas, e incluso, cartografiando los cuerpos celestes, elaboró un planisferio.

Absolutamente excepcional fue Hipatia de Alejandría y, sin embargo, es muy poco conocida. Se interesó por muchísimos aspectos y se preocupó de conocerlos y explorarlos todo lo posible. A pesar del poco reconocimiento que se les daba a las mujeres en el siglo IV, Hipatia logró con creces ser admirada por los que sabía

valorar la importancia del conocimiento y el estudio. Por ello, aunque con el tiempo, ha caído en el olvido, quiero rendir homenaje a esta gran mujer. Termino con una cita de Sócrates Escolástico acerca de ella:

*"Consiguió tal grado de cultura que superó de largo a todos los filósofos contemporáneos. Heredera de la escuela neoplatónica de Plotino, explicaba todas las ciencias filosóficas a quien lo deseara. Con este motivo, quien quería pensar filosóficamente iba desde cualquier lugar hasta donde ella se encontraba".*

### CONCLUSIÓN:

Aparte de sus aportaciones a la ciencia, la de Hipatia es una figura importante por lo que representa,

### Bibliografía

- [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2009/04/29/actualidad/1240956005\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2009/04/29/actualidad/1240956005_850215.html)
- <http://www.astroseti.org/articulo/3515/>
- <http://www.historiaclasica.com/2009/10/que-sabemos-realmente-de-hipatia-de.htm>

porque nos demuestra que la sociedad siempre ha sido caracterizada por las desigualdades sociales entre el hombre y la mujer, y nos sirve como un recordatorio de la responsabilidad que tenemos para construir un mundo en el que todos tengamos algo que decir.