



Universidad de Oviedo

Facultad de Formación del Profesorado y Educación

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

**La Física en Perspectivas. Una Programación
para la Física de Segundo de Bachillerato**

**Physics through Perspectives. An Educational
Program for High School**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autora: María López Iglesias

Tutora: Carmen María Fernández García

Junio, 2017

Índice

RESUMEN	4
SUMMARY	5
INDRODUCCIÓN.....	6
PARTE I. REFLEXIÓN CRÍTICA SOBRE LA FORMACIÓN RECIBIDA	7
I.1. Análisis de la formación teórica recibida	7
I.2. Reflexión acerca del centro de prácticas.....	10
PARTE II. PROGRAMACIÓN DOCENTE	12
II.1. Marco Legal.....	12
II.2. Contextualización	13
II.3. Análisis y Valoración del Currículum Oficial.....	15
II.4. Objetivos	17
II.4.1. Objetivos de Etapa.....	17
II.4.2. Objetivos de Física	18
II.5. Competencias Clave	18
II.6. Metodología.....	21
II.6.1. Actividades docentes	21
II.6.2. Actividades de los estudiantes.....	21
II.7. Recursos Didácticos y Materiales Curriculares.....	24
II.8. Contenidos	25
II.8.1. Secuenciación y temporalización	25
II.8.2. Relación de los contenidos con los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y otros elementos del currículum.....	26
II.8.3. Temas transversales y educación en valores	58
II.9. Atención a la Diversidad	59
II.10. Evaluación	62

II.10.1. Instrumentos de Evaluación	63
II.10.2. Criterios de Calificación.....	64
II.10.3. Evaluación de alumnos con asignaturas pendientes.....	66
II.10.4. Evaluación de la Práctica Docente	66
II.11. Bibliografía.....	67
PARTE III. PROYECTO DE INNOVACIÓN. LA FÍSICA EN PERSPECTIVAS.	70
III.1. Resumen	70
III.2. Justificación.....	70
III.3. Marco Legal	71
III.4. Objetivos	72
III.4.1. Competencias trabajadas	72
III.5. Temporalización y Metodología	73
III.6. Proyectos y Desarrollo	74
III.6.1. Física y Cine.....	74
III.6.2. Física y Lectura	75
III.6.3. Física y Sociedad.....	76
III.6.4. Física y Género	78
III.7. Evaluación.....	79
III.7.1. Evaluación del alumnado	79
III.7.2. Evaluación de la innovación	80
III.8. Bibliografía	82
CONCLUSIONES	83
ANEXO I. Actividades Propuestas para la Unidad Didáctica 14, Física Nuclear....	84
Actividades modelo.....	84
Actividades de aula	89
Actividades de domicilio.....	92

Actividades de recuperación y diversidad.....	95
Simulación	98
Actividad práctica	99
ANEXO II. Ejemplo de Cuestionario para la Evaluación de la Programación Docente	100
ANEXO III. Ejemplo de Cuestionario de la Innovación	101

RESUMEN

El Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional ha culminado en la elaboración de esta memoria, como parte de un primer proyecto personal que asocia la carrera científica a la educación. Para ello, se han complementado los conocimientos sobre la Física y la Química, adquiridos en etapas previas, con nuevos contenidos y aprendizajes adquiridos en el ámbito educativo, desde ambos marcos teórico y práctico.

Este Trabajo Fin de Máster se ha dividido en tres bloques bien diferenciados. Así, en la **Parte I** se ha reflexionado desde el punto de vista personal acerca de la formación recibida, haciendo un breve comentario acerca de las asignaturas teóricas cursadas, resaltando aspectos positivos y puntualizando posibles mejoras. Asimismo, se han presentado las impresiones percibidas en cuanto a las prácticas en instituto, lo que ha constituido una de las experiencias más enriquecedoras del máster y ha hecho posible la aplicación de muchos de los contenidos aprendidos durante la primera etapa del mismo.

En la **Parte II** se ha desarrollado una programación didáctica propuesta para la asignatura de Física de 2º de Bachiller, seleccionada esta materia tras haber participado de su impartición durante las prácticas. Se concretarán distintos aspectos educativos, como las competencias, metodología, contenidos, criterios de evaluación y atención a la diversidad, entre otros, de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente, tanto a nivel nacional como autonómico.

Finalmente, en la **Parte III** se ha expuesto un proyecto de innovación cuyo principal objetivo es fomentar la motivación del alumnado y obtener un aprendizaje duradero a través de la elaboración de proyectos grupales enfocando contenidos físicos dentro de los temas de cine, lectura, género o sociedad. La innovación se consumará en un Ciclo de Encuentros, donde la convivencia y la ciencia tendrán su representación desde distintas perspectivas.

SUMMARY

The Master's Degree in Teacher Training in Secondary School has been completed through the preparation of this report, as part of a personal project in which the scientific and the education career are combined. To this end, the previous knowledge about Physics and Chemistry has been complemented with new learning in the educational field, from both theoretical and practical views.

This end-of-Master's project has been divided into three different blocks. Thus, the personal point of view about the theoretical subjects studied has been collected in **Part I**, in which some positive aspects as well as possible improvements has been reflected. Also the impressions of the practices in a Secondary Institute have been presented, being this experience one of the most rewarding of the master, resulting in the application of many of the contents learned.

In **Part II**, an educational program for the subject of Physics of 2nd *Bachiller* has been developed, selecting this subject after having participated in it during the practices. Competences, methodology, content, evaluation criteria or attention to diversity, among others, have been tackled and detailed, in accordance with the current national and autonomic legislation.

Finally, an innovation project has been presented in **Part III**, whose main aim is to increase students' motivation, giving them a long-lasting knowledge through the elaboration of group projects focusing on physical contents within cinema, reading, gender or society issues. The endpoint of this innovation is a Cycle of Meetings, combining mediation and science through different perspectives.

INDRODUCCIÓN

A continuación se desarrollarán los tres grandes apartados de los que consta este trabajo final del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional, dentro de la especialidad de Física y Química, para cuya elaboración se han aplicado una gran mayoría de conceptos fruto del aprendizaje obtenido en el presente curso. Así, tras una primera parte más subjetiva dedicada a la reflexión personal de lo que ha sido este máster y sus asignaturas, se expondrá una propuesta de programación didáctica para la asignatura de Física de 2º de Bachillerato, un curso de gran complejidad debido a que supone el cierre de una etapa y el punto de partida para la siguiente. Es por ello que, aunque el tiempo es ajustado y la amplitud de conceptos grande, se ha intentado proponer una variedad de actividades que permitan un aprendizaje duradero en el alumnado.

Por último, esa variedad también se refleja en la propuesta de innovación que constituye la tercera y última parte de esta memoria, teniendo como fundamento la relación de la ciencia y, en concreto, de la Física, con la sociedad actual, habiéndose elegido, de entre las múltiples perspectivas desde las que se puede analizar esta idea, la ficción, el género y la social.

PARTE I. REFLEXIÓN CRÍTICA SOBRE LA FORMACIÓN RECIBIDA

A continuación, se expone una breve reflexión crítica sobre el máster en su conjunto, que engloba un primer apartado correspondiente a la formación en su aspecto más teórico, y una segunda sección en la que se abordarán las prácticas realizadas en un Instituto de Educación Secundaria (IES) y que han tenido lugar entre los meses de enero y abril del presente curso académico.

I.1. Análisis de la formación teórica recibida

Para poder establecer unas observaciones coherentes, se ha subdividido este apartado en función de las materias que se han cursado, ya que, debido a la variedad de sus contenidos, cada una de ellas ha provocado distintas impresiones personales.

Aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad

Esta asignatura se ha sido, ciertamente, constructiva y podría calificarse como una de las materias que mejores sensaciones ha causado. Por una parte, es destacable el hecho de que, como Química, a lo largo de mi formación nunca había tenido la oportunidad de conocer conceptos básicos de psicología, algunos de los cuales han resultado realmente interesantes. Por otra, la relación entre las teorías psicológicas y la educación ha quedado patente en los contenidos de la asignatura, lo que refuerza su utilidad hacia futuros docentes. Cabe destacar lo enriquecedor del trabajo realizado acerca de los trastornos del espectro autista por su aplicabilidad para enfrentarse a casos como éste, que pueden ser comunes en el aula.

Complementos a la Formación Disciplinar: Física y Química

De esta materia propia de la especialidad se podría considerar que lo más fructífero ha sido aprender a manejar el currículum de Física y Química para los distintos cursos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Asimismo, este documento se ha analizado desde varias perspectivas, lo que ha permitido conocer, por ejemplo, las principales diferencias que se han introducido con la nueva ley de educación respecto a la anterior, con un enfoque hacia los contenidos y criterios de evaluación. También se han

abordado conceptos de Física y Química más cercanos a lo que se imparte en un IES, lo que ha resultado útil para ubicarse previamente a la parte práctica del máster.

Aprendizaje y Enseñanza: Física y Química

En esta segunda asignatura de especialidad, es muy destacable el extenso material proporcionado por el docente, que no solo ha resultado de utilidad para el desarrollo del trabajo fin de máster, sino que se ha enfocado hacia unas oposiciones para incorporarse en el cuerpo docente, lo que ha tenido su continuidad en las actividades realizadas en clase, asentando una base sólida para una futura preparación de dicha prueba.

Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa

Ésta es, junto con la primera sobre la que se ha reflexionado, una de las asignaturas que ha resultado más edificante del máster. Se ha agradecido, de forma especial, el desarrollo de un tipo diferente de clases, en los que la innovación, como cabría esperar por el nombre de la materia, ha estado presente en múltiples ocasiones. Los ejemplos concretos asociados a esta innovación también se han visto reflejados, de tal manera que se ha hecho factible su asimilación como algo menos abstracto de lo que otras lecciones más teóricas dejaban entrever.

Diseño y Desarrollo del Currículum

Lo primero que llama la atención en este caso es la escasez de horas establecidas para una asignatura como ésta, en la que se imparten conceptos cruciales en el momento de desarrollar una unidad didáctica o una programación, algo muy necesario a distintos niveles, como preparar las unidades en las prácticas de instituto, realizar este trabajo fin de máster o preparar las oposiciones de educación. Es por ello que se han echado en falta ciertas indicaciones (y correcciones) en el momento de llevar a cabo actividades asociadas a esta materia, especialmente en la tarea relativa a la unidad didáctica. Por otra parte, uno de los aspectos más positivos deriva de otra de las actividades, esta vez realizada durante las clases, cuyo nombre es Kahoot y que se ha aplicado de forma práctica con alumnado de 4º de ESO, resultando en un éxito y que se comentará más adelante en esta memoria, ya que se ha propuesto como actividad en la programación didáctica.

Procesos y Contextos Educativos

El hecho de que esta asignatura la impartan hasta cuatro profesoras/es distintos, da una idea de la extensión y variedad de su contenido. Ello ha supuesto un esfuerzo

considerable dedicado a su desarrollo, pero también la adquisición de múltiples conocimientos que incluyen tanto aspectos más formales como la legislación, a otros fundamentales en la puesta en marcha de la actividad docente y en el tratamiento de la atención a la diversidad. Por ello, se juntan en este caso dos pensamientos, la consideración de ésta como una materia de gran utilidad, opinando a su vez que podría ser adecuada una mayor coordinación que aminore en cierta medida la carga que deriva de su amplitud.

Sociedad, Familia y Educación

Esta asignatura se encuentra dividida en dos bloques bien diferenciados, ambos de suma importancia en la interacción entre distintos colectivos que forman parte del sistema educativo. Así, se tratan temas fundamentales para la educación y, en concreto, la educación en valores, como la igualdad de género y los derechos humanos. Considero básico conocer y promover la igualdad en la docencia, para lo que resulta necesario tener nociones de la historia que acompaña a ese término. En la segunda parte, la materia se aproxima a la relación con las familias, algo que también se ha podido experimentar de forma práctica posteriormente, durante la estancia en el instituto.

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Si bien las conocidas como TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) son, en nuestros días, una herramienta fundamental para impartir docencia, se han echado en falta en esta asignatura unas nociones sobre su uso más actuales e innovadoras. No obstante, se destaca en este caso un trabajo de los asignados, por dos motivos. En primer lugar, por el trabajo en sí, consistente en crear y desarrollar un blog con contenidos propios de la especialidad, en este caso Física y Química, para un determinado curso (ESO o Bachiller), dando como resultado el conocimiento en el manejo de una vía de comunicación y transferencia de información distinta y llamativa entre los docentes y los estudiantes. En segundo, por haber dado la oportunidad de ejecutar esta actividad en horas lectivas, lo que contrasta con la carga de trabajos no presenciales que ha sido una constante a lo largo del máster y que dificulta notablemente su compatibilización con otras actividades, como un trabajo remunerado.

I.2. Reflexión acerca del centro de prácticas

Las prácticas se han desarrollado en un IES ubicado en la ciudad de Oviedo, un centro educativo en el que se imparten estudios de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachiller en distintas modalidades, y Comunicación, Imagen y Sonido, dentro de la Formación Profesional como parte de los estudios de educación post-obligatoria. El centro dispone también de una sección bilingüe que se imparte en la etapa de secundaria.

Los datos de número de alumnos y profesores (alrededor de 1000 los primeros, y 92 el segundo colectivo) concuerdan con la primera impresión recibida al adentrarse en el Instituto, y es la certeza de encontrarse en un centro que puede considerarse “grande”. Aun así, esa primera impresión no es fruto de una sensación de caos, sino todo lo contrario, pues a pesar de haber muchas personas de muy diversas edades y con una gran variedad de intereses conviviendo en el centro, también se puede percibir una buena organización reflejada, por ejemplo, en el orden en los pasillos o en las tareas de las/os docentes.

Las clases a las que se ha asistido han provocado una buena impresión en cuanto a iluminación, mobiliario, acústica, orden y comodidad, esta última característica referida especialmente a las condiciones de temperatura ya que, a pesar de ser baja la temperatura exterior en las primeras semanas, en las aulas había un calor confortable. En cuanto a los recursos, sí se observaron algunas diferencias entre unas aulas y otras, que disponían de tecnologías más actuales, si bien en todos los casos estaban acondicionadas con proyectores y ordenadores. Desde un primer momento se nos mostró cómo utilizar otras de estas herramientas informáticas de forma rutinaria, como es el caso del Campus Virtual para facilitar materiales diversos a su alumnado, o el uso de aplicaciones para la enseñanza que permiten organizar los distintos aspectos y elementos a evaluar del alumnado, disponer de las calificaciones de cada uno en cualquier momento o recoger las faltas de asistencia, entre otras cosas. Este tipo de aplicaciones me pareció de una gran utilidad para el seguimiento de los estudiantes, facilitando el acceso a los datos en cualquier momento y de forma ordenada.

Se valora muy positivamente la oportunidad de asistir a múltiples clases prácticas, en las que, como mínimo, estaban presentes dos profesoras (la docente responsable y una persona más de apoyo). Frente a lo provechoso de las actividades prácticas, cabe comentar que el número de alumnos/as para estas clases es bastante elevado, motivo por el cual se

realizaron en grupos de 3-4 alumnos/as. En este sentido, los grupos pequeños parecen una idea más apropiada para realizar prácticas, si bien es de entender que los recursos son limitados y, como se ha comentado anteriormente, el número de alumnos/as muy alto. Resultó palpable el interés de las profesoras por el correcto funcionamiento de estas sesiones, desde la planificación de las mismas a la revisión y actualización del material disponible.

Por su parte, las impresiones recibidas del alumnado son realmente variadas y muy dependientes del curso. Este aspecto se veía reflejado en las propias reuniones de departamento, donde se comentaban las grandes diferencias entre las distintas clases, incluso dentro del mismo curso, en cuanto a resultados de evaluación, considerando como negativos aquellos casos en que los suspensos superaban el 50% de la clase, no siendo éstos casos aislados, sino que parecía que la situación era relativamente común. Así, parece que hay grupos buenos con un alto nivel de aprobados y, por el contrario, también existe un número alto de grupos con malos resultados. Personalmente, también se pudo observar durante la primera semana una gran diferencia en lo referente al saber estar de los distintos grupos, desde más tranquilos y más o menos participativos (por ejemplo, la clase de 4º ESO), a grupos mucho más caóticos y con elevado número de suspensos.

PARTE II. PROGRAMACIÓN DOCENTE

A continuación, se expone el proyecto de programación docente que se ha elaborado para la asignatura de Física de segundo de Bachiller, y que posibilitará la planificación de la puesta en marcha del proceso de aprendizaje-enseñanza.

II.1. Marco Legal

La programación que se propone se sustenta sobre una serie de normas estatales y autonómicas que constituyen el marco legal y que se concretan a continuación:

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, pp. 97858-97921 (10/12/2013).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 169-546 (03/01/2015).
- Orden EDC/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 6986-7003 (29/01/2015).
- Orden ECD/1941/2016, de 22 de diciembre, por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas, para el curso 2016/2017. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 89890-89949 (23/12/2016).

- Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-577 (29/01/2015).
- Resolución de 6 de agosto de 2001, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueban las Instrucciones que regulan la organización y funcionamiento de los Institutos de Educación Secundaria del Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 10822-10835 (13/08/2001).
- Resolución de 5 de mayo de 2014, de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, de tercera modificación de la Resolución de 6 de agosto de 2001, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueban las instrucciones que regulan la organización y funcionamiento de los Institutos de Educación Secundaria del Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-2 (22/05/2014).
- Resolución, de 26 de mayo de 2016, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se regula el proceso de evaluación del aprendizaje del alumnado de Bachillerato y se establecen el procedimiento para asegurar la evaluación objetiva y los modelos de los documentos oficiales de evaluación. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-27 (03/06/2016).
- Circular de inicio de curso 2016-2017 para los centros docentes públicos. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-63 (28/07/2016).
- Circular de 11 de abril de 2017, para la aplicación del calendario de finalización del 2º curso de Bachillerato. Año académico 2016-2017. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-4 (11/04/2017).

II.2. Contextualización

Como se ha comentado en la Parte I de esta memoria, las prácticas se llevaron a cabo en un IES de destino de la ciudad de Oviedo, un centro educativo que, tal y como se recoge en su página web, comenzó siendo un Instituto de Enseñanza Media y evolucionó

constituyendo un Instituto de Bachillerato Unificado y Polivalente para, finalmente, convertirse en el Instituto de Educación Secundaria que es en la actualidad.

También en la página web del centro se especifican los orígenes del centro, en el año 1940, como “Instituto Femenino”, segregándose así otro Instituto que pasó a ser un Instituto Masculino. El edificio en el que se asienta, por su parte, data del año 1964, si bien ha sufrido una serie de transformaciones paralelas a los cambios experimentados por el centro, que hicieron necesarias distintas ampliaciones a medida que el número de alumnos/as se fue incrementando. En el año 1984 se publicó en el BOE la concesión al Instituto de Bachillerato femenino de Oviedo la denominación de Instituto de Bachillerato mixto.

Respecto a las ampliaciones del edificio, éstas se asocian a la aplicación de distintas leyes de educación, como ocurre en el año 1970 en el que se implantó la Ley General de Educación (LGE) y que conllevó la instauración de turnos de mañana y tarde para el Bachillerato Nocturno e Instituto Nacional de Bachillerato a Distancia (INBAD). Posteriormente, en el año 1990, con la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) se estableció en el centro la implantación de las enseñanzas profesionales de Comunicación, Imagen y Sonido. Cabe destacar la última ampliación que, tal y como nos indicaron y pudimos comprobar durante los primeros días en el centro, se trata de una nueva edificación anexa al edificio principal que está destinada al alumnado de los cursos 1º y 2º ESO y que tuvo lugar durante el curso escolar 2002/2003.

En el IES de destino de prácticas estudian más de 1000 alumnos/as, y la cifra de docentes estudios asciende a 92, por lo que existe una amplia diversidad de intereses por parte del alumnado. Así, se imparten los cursos correspondientes a la Educación Obligatoria y post-obligatoria, entre la que se encuentran distintos Bachilleratos orientados a diferentes campos. Entre ellos, se incluye el Bachillerato de Artes, y se ofertan también en el Instituto otros estudios como la Formación Profesional, en concreto de Comunicación, Imagen y Sonido. El centro también dispone de una sección bilingüe que se imparte en la etapa de secundaria.

Las clases a las que se ha asistido durante el periodo de prácticas se corresponden con un curso de 2º Bachiller (asignatura de Física) y los tres últimos cursos de la ESO (asignatura de Física y Química). Así, se ha seleccionado la experiencia en la materia del último curso de Bachiller como base para la propuesta de la programación docente que

se expone a continuación. El uso de las TICs en las clases durante la unidad didáctica impartida en las prácticas se ha tenido en cuenta y extrapolado al resto de unidades, como un recurso adecuado y disponible para el intercambio de información con el alumnado, una vez más con la base de esa experiencia. Esto es, asimismo, aplicable a las prácticas de laboratorio, ya que en el centro se disponía de un laboratorio de Física bien equipado que permitiría el desarrollo de todas las actividades prácticas que se proponen más adelante en esta memoria.

II.3. Análisis y Valoración del Currículum Oficial

Tal y como se recoge en el Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias, la Física:

es una materia de opción del bloque de asignaturas troncales de la modalidad de Ciencias del segundo curso del Bachillerato. Esta materia, esencialmente académica, cumple una doble función. La primera es de carácter formativo, de adquisición de conocimientos, ya que gran parte de sus contenidos no se han tratado con anterioridad y suponen una continuación de la Física estudiada en el curso anterior que está centrada en la mecánica de los objetos asimilables a puntos materiales y en una introducción a la electricidad.

En segundo lugar, la Física, por su carácter altamente formal, proporciona a los alumnos y las alumnas herramientas de análisis y reconocimiento muy eficaces que podrán ser aplicadas en otros ámbitos del conocimiento, sirve para asentar las bases metodológicas introducidas en los cursos anteriores y posibilita el desarrollo de nuevas aptitudes para abordar su siguiente etapa de formación, con independencia de la relación que ésta pueda tener con la Física.

En el mismo decreto 42/2015, se establece la estructuración de la materia en seis bloques:

BLOQUE I: La Actividad Científica

Como su propio nombre indica, los contenidos comienzan con un bloque de actividad científica, en el que se valorará el uso de herramientas cuya dificultad de manejo se incrementará respecto al curso anterior, y serán acordes a la correspondiente actividad, como las prácticas de laboratorio o la interpretación y realización de gráficos.

BLOQUE II. Interacción Gravitatoria

BLOQUE III: Interacción Electromagnética.

La materia continúa con dos bloques dedicados a las interacciones gravitatoria y electromagnética, que incluye campos eléctrico, magnético e

inducción electromagnética. Se plantea más adelante en esta memoria que la primera evaluación finalice durante este tercer bloque, en el que los conceptos que se abordan guardan una relación que facilita su visión de forma más global, lo que supone una ventaja para su asimilación, a pesar de que éstos suelen considerarse temas de gran complejidad por parte del alumnado, probablemente influida por lo novedosos de algunos de estos contenidos.

Esta última cualidad se extiende a los bloques que se comentan a continuación, que también son nuevos para los estudiantes.

BLOQUE IV. Ondas

BLOQUE V. Óptica

En la normativa se establece la impartición secuencial de los fenómenos ondulatorias, desde una primera aproximación descriptiva a las ondas hasta tratando su funcionalidad. En este Bloque se incluirá un tema dedicado al sonido y otro a las ondas electromagnéticas, estudiándose la luz extensamente. Junto con el bloque previo, en éste se completa el contenido que engloba la Física del siglo XIX y justificar la relación del magnetismo y la electricidad.

Esta Física concluye con un Bloque dedicado a la óptica en el que se introduce la óptica geométrica, otorgando herramientas en forma de ecuaciones que tienen una aplicabilidad directa a través del análisis de sistemas ópticos complejos. Con este Bloque de contenidos se propone que concluya la segunda evaluación.

BLOQUE VI. Física Moderna

Las insuficiencias de la Física clásica y su percepción por parte del alumnado hace necesaria la explicación de la nueva Física, la Física del siglo XX, planteando los principios de la Física relativista y la cuántica, ambas de gran importancia por su influencia en la vida moderna y cotidiana. Las aplicaciones, igualmente, de la Física nuclear abrirán un marco de debate acerca de las aportaciones positivas, pero también las implicaciones negativas y otras influencias de esta disciplina en la sociedad actual.

Finalmente, se estudian en este Bloque las interacciones fundamentales de la naturaleza y la historia del Universo, tema de interés que cierra el contenido de la materia.

II.4. Objetivos

Los objetivos son aquellos referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin. En este caso, se debe plantear la división entre aquellos logros que se espera que los estudiantes consigan a lo largo de la etapa de Bachiller y los específicos de la materia programada.

II.4.1. Objetivos de Etapa

Tal y como se encuentra publicado en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, el Bachillerato contribuirá a desarrollar en los/as alumnos/as las capacidades que les permitan:

- 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.
 - 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 y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a 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 cooficial 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.

II.4.2. Objetivos de Física

Por su parte, de acuerdo al Real Decreto 1105/2014, la enseñanza de la Física en el Bachillerato tendrá como finalidad contribuir a desarrollar en el alumnado 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, 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.

II.5. Competencias Clave

La materia Física, tal y como recoge el Decreto 42/2015, de 10 de junio, contribuye al desarrollo de las competencias del currículo, entendidas como capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos de esta materia con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)

Esta competencia es la que tiene un mayor desarrollo en la materia de Física, ya que se trabaja en todos y cada uno de los estándares de aprendizaje establecidos en la normativa, lo que resulta lógico, puesto que los contenidos de la asignatura se encuentran en un contexto científico, con el que el alumnado interacciona a través de los distintos conceptos físicos. El conocimiento matemático y sus herramientas se trabajarán en deducción formal y las actividades propuestas, como la resolución de problemas, las actividades prácticas o las simulaciones, para lo cual se utilizará también la tecnología.

Asimismo, la interpretación de gráficas, expresiones matemáticas y ecuaciones físicas potenciará la adquisición de destrezas que dará lugar al desarrollo de esta competencia. El uso de la metodología científica será esencial para la identificación de objetivos, tratamiento y resolución de problemas y en la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso.

Comunicación lingüística (CL)

La transmisión del conocimiento, especialmente de forma objetiva, requiere el dominio de la comunicación lingüística entre emisores y receptores. De forma especial, a lo largo de esta asignatura el uso del lenguaje irá acompañado de un necesario rigor científico. También la interiorización de la materia, que pasa por la comprensión y expresión de contenidos científicos, es consustancial con la capacidad para comunicarse, asimilar los razonamientos y transmitirlos, promoviendo así el desarrollo de esta competencia.

Competencia digital (CDIG)

Las/os alumnas/os desarrollarán la competencia digital a través de las distintas actividades propuestas, lo que será muy representativo durante el manejo de las simulaciones o la realización y exposición de trabajos. También las actividades prácticas, especialmente el tratamiento de datos experimentales y su reflejo en informes de laboratorio propiciará el uso de tecnologías y medios digitales.

Competencias sociales y cívicas(CSC)

Esta competencia también tiene un alto nivel de desarrollo a lo largo de materia. Por una parte, la realización de prácticas en el laboratorio potenciará la capacidad de comunicarse de manera constructiva, mediante el análisis crítico y la comprensión de ideas diferentes para tratar de explicar un fenómeno práctico (se discutirá qué puede pasar y por qué, previa comprobación práctica de lo que sucede). Además, en determinadas unidades didácticas existen una serie de debates que, además de ser esenciales para el avance de la ciencia en general y de la física en particular, han dado lugar a una importante controversia que sigue presente en la actualidad, como es el caso de las centrales nucleares en la física moderna. Por otra parte, la valoración de la contribución de hombres y, de forma significativa, mujeres a esta ciencia estará muy presente en el desarrollo de los contenidos. El análisis crítico y constructivo de las aplicaciones tecnológicas y

consecuencias medioambientales de ciertos aspectos de la física contribuye a entender algunas situaciones sociales de momentos anteriores al actual y sus repercusiones en la sociedad actual.

Aprender a aprender (AA)

Esta competencia se identifica con la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje. Por ejemplo, se aplicará esta aptitud en el análisis de textos científicos, que será de gran importancia para justificar las distintas aplicaciones de la materia, y contribuirá a la diferenciación por parte del alumnado entre las formas constructiva y destructiva de utilización del conocimiento. Por otra parte, el uso de simuladores proporcionará un aprendizaje autónomo que pretende afianzar los conocimientos a través de la aproximación visual a ciertos conceptos que, *a priori*, pueden parecer abstractos al alumno/a. De esta manera, podrán llevar a la práctica los conceptos teóricos utilizando para ello la pantalla del ordenador. A esto se añade la complejidad propia de la materia, que fomenta la organización del aprendizaje que permite su asimilación de forma no memorística. También los avances de la Física han sido posible gracias a actitudes que están relacionadas con esta competencia, tales como la motivación, la autonomía del aprendizaje y el gusto por aprender.

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE)

El sentido de iniciativa y espíritu emprendedor se refleja en el paso de la idea al acto, lo que sin duda constituye la base del desarrollo científico. Así, todos los descubrimientos asociados a la ciencia en general, y a la física en particular, parten de la iniciativa para emprender una actividad, de las habilidades para planificar una situación y de la capacidad para intervenir en ella desde una correcta gestión. Tanto la planificación como la toma de decisiones están presentes en la resolución de problemas físicos, desde un punto de vista teórico, durante la realización de actividades de domicilio, o desde una perspectiva práctica programando el desarrollo de las acciones que se llevan a cabo en el laboratorio, y contribuyendo así a la adquisición de esta competencia.

Conciencia y expresiones culturales (CEC)

Si bien esta competencia no se trata de forma específica, las competencias que se han comentado previamente favorecen el desarrollo de habilidades, aptitudes y destrezas en distintos ámbitos, pudiendo ser transferidas a los distintos entornos científicos, pero

también culturales. Además, los debates que se generan desde un punto de vista social también promueven el desarrollo de un pensamiento crítico, extrapolable a lo cultural que, sin duda, guarda una estrecha relación con las implicaciones sociales.

II.6. Metodología

II.6.1. Actividades docentes

Se realizará la exposición de los contenidos en clase de forma magistral, interaccionando con el alumnado y propiciando su participación a través de la realización de actividades en forma de ejercicios y prácticas. Estas últimas se desarrollarán en el laboratorio de Física, durante sesiones previamente establecidas.

Se utilizarán las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para proyectar una serie de presentaciones, especialmente para aplicaciones concretas relacionadas con los contenidos de la unidad. En relación también con las aplicaciones, se proyectarán vídeos de pocos minutos para clarificar de forma visual conceptos impartidos en clase que puedan resultar abstractos para el alumnado.

También se aplicarán las TIC de forma individual mediante el uso de simulaciones, que se les proporcionarán bien a través del campus aulas virtuales (de la Consejería de Educación), como las que se han utilizado en la asignatura, para el intercambio de material, bien a través de un correo electrónico si no se dispusiese de la primera opción.

Se tendrá presente en todo momento y, en particular, a lo largo del desarrollo de las actividades propuestas, la matriz de especificaciones de la asignatura de Física establecida en la Orden ECD/1941/2016 para la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU). Se hará especial énfasis en el tratamiento de los contenidos que recoge dicho documento y que se detallan más adelante en esta memoria, con el objetivo de asegurar su aprendizaje por parte del alumnado mediante la realización de actividades.

II.6.2. Actividades de los estudiantes

Cada Unidad Didáctica tendrá asociada una serie de actividades que se detallarán en las mismas y que se especifican de forma esquemática en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades propuestas para su incorporación en las unidades didácticas.

Actividad	Actividades modelo (I)
	Actividades de aula (II)
	Actividades de domicilio (III)
	Actividades de recuperación y diversidad (IV)
	Actividades de aula con uso de las TIC
	Prácticas de laboratorio

Se realizará una amplia variedad de ejercicios, en los que se aplicarán los conceptos explicados. Las series que se facilitarán a los estudiantes desde la primera sesión en la que se imparta la correspondiente unidad, incluirán una serie de problemas modelo (ejercicios I), que se realizarán en clase acompañando las explicaciones teóricas, junto con los problemas de aula (ejercicios II). Por su parte, se espera que los/as alumnos/as trabajen en casa las actividades correspondientes a ejercicios III, de los que se les proporcionará la solución en forma numérica. Se indicará al final de cada clase cuáles pueden ir haciendo en función de la teoría ya impartida. En su mayoría, se realizarán en clase durante las últimas sesiones de la unidad, habiendo así dejado tiempo suficiente para que se hayan trabajado previamente al desarrollo de esas clases. De esta manera, se promueve la puesta en común del trabajo individual, permitiendo la resolución de las posibles dudas que hayan podido surgir. Habrá, asimismo, una última serie de problemas de ampliación (ejercicios IV), dirigidas, por una parte, a la recuperación para aquellos estudiantes que experimenten dificultades con el contenido de la materia y, por otra, a

Para cada bloque, se dedicará una sesión a realizar, al menos, una actividad práctica que guarde relación con los contenidos abordados y que facilite a los estudiantes el entendimiento de dichos contenidos a través de la experiencia práctica, disminuyendo la abstracción de algunos conceptos y promoviendo la asimilación de los mismos.

Además de las actividades prácticas, se les proporcionarán simulaciones, que trabajarán desde sus ordenadores de forma individual. Se realizará una pequeña demostración del manejo de las mismas a lo largo de una sesión de clase, si bien a través de estos “laboratorios virtuales” se pretende fomentar la experimentación en los estudiantes a través del trabajo autónomo, que proporcionará un aprendizaje más duradero. Estas actividades serán especialmente relevantes en aquellas unidades

didácticas para las que no se ha realizado una práctica específica. El número de simulaciones por unidad variará en función de la disponibilidad que exista en las distintas fuentes (páginas web) de las que se extraerán. A través de esta actividad se trabajará en todas las unidades y de forma transversal uno de los contenidos asociados al primer bloque de la materia, La Actividad Científica, en relación con el uso y la aplicación de TIC en el estudio de los fenómenos físicos.

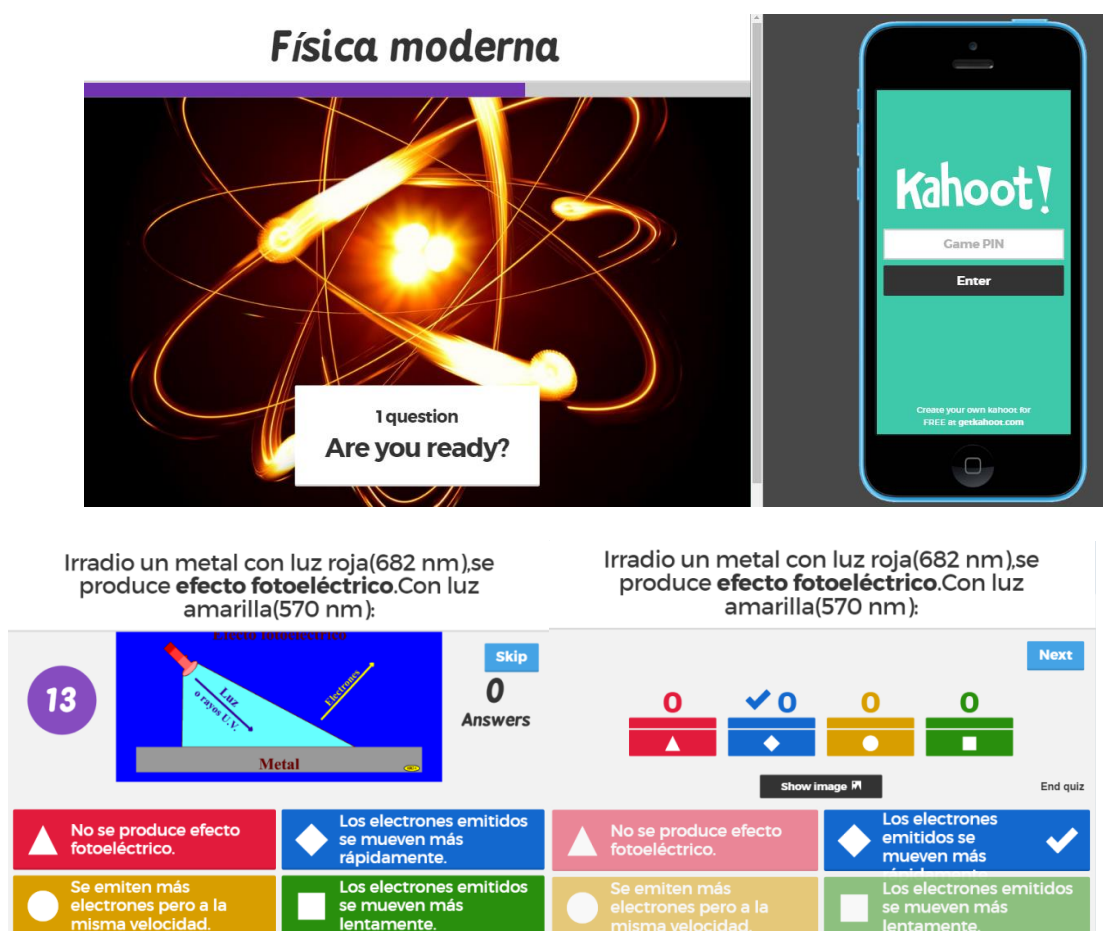


Figura 1. Ejemplo de la actividad *Kahoot* para el Bloque 6, Física del siglo XX. Elaboración propia.

También se utilizarán las TIC para la última actividad que se propone y que se desarrollará al finalizar cada bloque de contenidos. Durante la última sesión dedicada al bloque, se indicará a los estudiantes que deben descargar en el teléfono móvil una aplicación, *Kahoot*, que servirá para contestar una serie de preguntas desde el móvil. Las preguntas, que guardarán relación con contenidos principalmente teóricos, se prepararán previamente y se proyectarán en el aula desde el ordenador. Las estadísticas de las respuestas serán de utilidad para identificar los fallos más comunes para poder explicarlos y hacer hincapié en aquellas partes que generen mayor dificultad. Además, servirá para

umentar la motivación del alumnado a la participación, propiciando la realización de ejercicios de manera interactiva. Dicha participación no será individual, sino que se establecerán grupos de dos alumnos/as, por lo que se trabajará también la comunicación y el trabajo en equipo, sabiendo escuchar y llegando a conclusiones comunes. Este último aspecto facilitará la ejecución de la actividad, ya que puede darse el caso de que no todo el mundo posea un dispositivo móvil, aspecto que se compensará gracias a las agrupaciones. En la Figura 1, se muestra un ejemplo para el último bloque, en el que se imparten contenidos de física moderna.

Finalmente, se proponen en esta programación una serie de **lecturas** para promover la estimulación de este hábito, habiéndose seleccionado aquellas temáticas pensadas para despertar el interés del alumnado y servir de motivación para un aprendizaje más completo de la materia.

No se han incluido otras actividades complementarias por tratarse de un curso final de etapa, donde el tiempo disponible es limitado, y la magnitud de contenidos muy grande.

II.7. Recursos Didácticos y Materiales Curriculares

- En función de la unidad didáctica, se seguirá el libro de texto o se facilitará al alumnado un tema confeccionado por la profesora, que se entregará en formato *pdf* el día previo al inicio del desarrollo de la correspondiente unidad. Para el primer caso se propone el libro de Física 2 Bachillerato de la editorial Mc Graw Hill Education (Peña Sainz, 2016), en el que figuran una serie de lecturas interesantes al finalizar cada tema, enfocados hacia la visión de Ciencia, Tecnología y Sociedad. En el texto elaborado se incluirán, además de los contenidos, unos resúmenes al final del tema. Se realizará dicha elaboración a través de la lectura de distintos libros de Física de 2º de Bachiller (Peña Sainz, 2016; Martínez Ramírez y Martínez Ramírez, 2016; Nacenta et al., 2016; Vidal Fernández y Sánchez Gómez, 2016). Esta experiencia se ha llevado a cabo durante las prácticas en el centro de referencia, dando como resultado la disponibilidad de un tema que, si bien no pretende sustituir el libro de texto propuesto, contiene una información enriquecida, debido a la consulta de no solo una, sino varias fuentes bibliográficas.

- Pizarra, tanto para las explicaciones teóricas como para la resolución de problemas.

- Cuaderno. Hojas de ejercicios (actividades de domicilio, actividades de recuperación y diversidad).
- Ordenador para presentaciones en determinadas unidades didácticas y la proyección de vídeos.
- Simulaciones. Suministradas a través del campus aulas virtuales en caso de disponer de este recurso, como ocurrió en el centro de referencia, o a través del correo electrónico, permitiendo así que los alumnos/as experimenten desde la pantalla de sus ordenadores.

II.8. Contenidos

Los contenidos se definen como conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias, y están vinculados a los bloques de contenidos determinados en el currículo. A continuación, se muestra la división de contenidos en Unidades Didácticas asociadas a los distintos Bloques, dividiendo a su vez los temas a impartir en función de las evaluaciones.

II.8.1. Secuenciación y temporalización

Para la secuenciación se ha tenido en cuenta la división en Bloques establecida en el Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias (Tabla 2). Tomando como base la Circular de 11 de abril de 2017 que regula el inicio y fin de curso 2016-2017, se han seleccionado 114 horas lectivas:

Tabla 2. Secuenciación de las distintas unidades didácticas, asociadas a bloques de contenidos, ubicación dentro de las evaluaciones y asignación de horas lectivas.

Bloque	Unidad Didáctica	Horas lectivas		Evaluación
		Unidad	Bloque	
I. La Actividad Científica	1. La Actividad Científica	1 h	1 h	1ª, 2ª, 3ª
II. Interacción Gravitatoria	2. Campo Gravitatorio	8 h	16 h	1ª
	3. Interacción Gravitatoria en el Espacio	8 h		
III. Interacción Electromagnética	4. Campo Eléctrico	14 h	33 h	
	5. Campo Magnético	11 h		
	6. Inducción Electromagnética	8 h		
IV. Ondas	7. El movimiento ondulatorio	7 h	28 h	2ª
	8. Fenómenos ondulatorios.	5 h		
	9. El Sonido	7 h		
	10. Ondas Electromagnéticas	9 h		
V. Óptica	11. Óptica Geométrica	8 h	8 h	3ª
VI. Física Moderna	12. Física Relativista	8 h	28 h	
	13. Física Cuántica	8 h		
	14. Física Nuclear	8 h		
	15. Interacciones Fundamentales e Historia del Universo	4 h		
Proyecto de innovación: la Física en Perspectivas		- Desarrollo: de forma grupal a lo largo de las dos primeras evaluaciones. - Exposición: horario extraescolar, 1 h diaria durante una semana (Ciclo de Encuentros).		1ª y 2ª

II.8.2. Relación de los contenidos con los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y otros elementos del currículum

A continuación, se desglosan las distintas unidades didácticas en las que se ha dividido la asignatura de Física, relacionando contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave trabajadas (CCCL). Se incluyen, además, los resultados del aprendizaje esperados, actividades concretas propuestas para cada unidad con sus respectivos instrumentos de evaluación. A modo de ejemplo, se ha ubicado en el Anexo I una propuesta de todas las actividades de la Unidad 14, Física Nuclear.

Finalmente, los contenidos se han asociado con unos objetivos mínimos que se trabajarán de forma especial y que vienen marcados por la matriz de especificaciones recogidas en la orden ECD/1941/2016, de 22 de diciembre, por la que se determinan las

características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad (EBAU), las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas, para el curso 2016/2017.

Por su parte, los criterios de calificación se concretarán más adelante en esta memoria, en el apartado II.10.2, donde se ha asignado un porcentaje correspondiente a cada instrumento de evaluación.

Tabla 3. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 1.

Bloque I		1. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA		
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje		CCCL
1.1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.		1.1.1. Aplica habilidades necesarias para la investigación científica, planteando preguntas, identificando problemas, recogiendo datos, diseñando estrategias de resolución de problemas utilizando modelos y leyes, revisando el proceso y obteniendo conclusiones. 1.1.2. Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionen las diferentes magnitudes en un proceso físico. 1.1.3. Resuelve ejercicios en los que la información debe deducirse a partir de los datos proporcionados y de las ecuaciones que rigen el fenómeno y contextualiza los resultados. 1.1.4. Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos o tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y principios físicos subyacentes.		CMCT AA CL CDIG SIEE
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Plantear y resolver ejercicios, y describir, de palabra o por escrito, los diferentes pasos de una demostración o de la resolución de un problema. - Representar fenómenos físicos gráficamente con claridad, utilizando diagramas o esquemas. - Extraer conclusiones simples a partir de leyes físicas. - Emplear el análisis dimensional y valorar su utilidad para establecer relaciones entre magnitudes. - Emitir hipótesis, diseñar y realizar trabajos prácticos siguiendo las normas de seguridad en los laboratorios, organizar los datos en tablas o gráficas y analizar los resultados estimando el error cometido. - Trabajar en equipo de forma cooperativa valorando las aportaciones individuales y manifestar actitudes democráticas, tolerantes y favorables a la resolución pacífica de los conflictos. 			
1.2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos.		1.2.1. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos físicos de difícil implantación en el laboratorio. 1.2.2. Analiza la validez de los resultados obtenidos y elabora un informe final haciendo uso de las TIC comunicando tanto el proceso como las conclusiones obtenidas. 1.2.3. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en Internet y otros medios digitales. 1.2.4. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.		CMCT CL CDIG
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar aplicaciones virtuales interactivas para comprobar algunos fenómenos físicos estudiados. - Emplear programas de cálculo para el tratamiento de datos numéricos procedentes de resultados experimentales, analizar la validez de los resultados obtenidos y elaborar un informe final haciendo uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación exponiendo tanto el proceso como las conclusiones obtenidas. - Buscar información en internet y seleccionarla de forma crítica, analizando su objetividad y fiabilidad. - Analizar textos científicos y elaborar informes monográficos escritos y presentaciones orales haciendo uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, utilizando el lenguaje con propiedad y la terminología adecuada, y citando convenientemente las fuentes y la autoría. 			

Tabla 4. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 1.

<i>Bloque I</i>	<i>Unidad Didáctica 1. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA</i>
Resultados del aprendizaje	Se espera que el estudiante sea capaz de: Aplicar la estrategia científica para la recopilación y tratamiento de datos, toma de decisiones y lógica de las conclusiones. - Conocer y poner en práctica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para el tratamiento de datos y exposición de resultados.
Contenidos	- Estrategias propias de la actividad científica. - Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Matriz de especificaciones de la EBAU	- Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico. - Resuelve ejercicios en los que la información debe deducirse a partir de los datos proporcionados y de las ecuaciones que rigen el fenómeno y contextualiza los resultados. - Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos o tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y los principios básicos subyacentes. - Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje escrito con propiedad.
Actividades	Las actividades propias de esta unidad se tratarán de forma transversal a través de las simulaciones, prácticas de laboratorio y otras tareas reflejadas en las siguientes unidades didácticas.
Instrumentos de Evaluación	Se evaluará el uso de las nuevas tecnologías y la aplicación de estrategias científicas siguiendo los instrumentos reflejados en las correspondientes unidades didácticas en las que se utilicen los contenidos de la actividad científica.

Tabla 5. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 2.

Bloque II		2. CAMPO GRAVITATORIO	
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL
2.1. Asociar el campo gravitatorio a la existencia de masa y caracterizarlo por la intensidad del campo y el potencial.			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer las masas como origen del campo gravitatorio. - Distinguir e identificar los conceptos que describen la interacción gravitatoria (campo, energía y fuerza). - Caracterizar el campo gravitatorio por las magnitudes intensidad de campo y potencial, representándolo e identificándolo por medio de líneas de campo, superficies equipotenciales y gráficas potencial/distancia. - Calcular la intensidad del campo gravitatorio creado por la Tierra u otros planetas en un punto, evaluar su variación con la distancia desde el centro del cuerpo que lo origina hasta el punto que se considere y relacionarlo con la aceleración de la gravedad. - Determinar la intensidad de campo gravitatorio en un punto creado por una distribución de masas puntuales de geometría sencilla utilizando el cálculo vectorial 	<p>Est.2.1.1. Diferencia entre los conceptos de fuerza y campo, estableciendo una relación entre intensidad del campo gravitatorio y la aceleración de la gravedad.</p> <p>Est.2.1.2. Representa el campo gravitatorio mediante las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial.</p>	CMCT AA
2.2. Reconocer el carácter conservativo del campo gravitatorio por su relación con una fuerza central y asociarle en consecuencia un potencial gravitatorio.			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar la interacción gravitatoria como fuerza central y conservativa. - Identificar el campo gravitatorio como un campo conservativo, asociándole una energía potencial gravitatoria y un potencial gravitatorio. - Calcular el trabajo realizado por el campo a partir de la variación de la energía potencial. 	2.2.1. Explica el carácter conservativo del campo gravitatorio y determina el trabajo realizado por el campo a partir de las variaciones de energía potencial	CMCT CL
2.3. Interpretar las variaciones de energía potencial y el signo de la misma en función del origen de coordenadas energéticas elegido.			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer el carácter arbitrario del origen de energía potencial gravitatoria y situar el cero en el infinito. - Relacionar el signo de la variación de la energía potencial con el movimiento espontáneo o no de las masas. - Utilizar el modelo de pozo gravitatorio y el principio de conservación de la energía mecánica para explicar la variación de la energía potencial con la distancia, la velocidad de escape, etc. - Calcular las características de una órbita estable para un satélite natural o artificial, la energía mecánica de un satélite en función del radio de su órbita y la velocidad de escape para un astro o planeta cualquiera. 	2.3.1. Calcula la velocidad de escape de un cuerpo aplicando el principio de conservación de la energía mecánica	CMCT

Tabla 6. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 2.

Bloque II	2. CAMPO GRAVITATORIO
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entender el concepto de campo y las características de los campos de fuerzas conservativos, interpretando el concepto de energía potencial. - Comprender qué es un campo gravitatorio, cuáles son sus características y cómo se describe y se calcula su intensidad. - Obtener una representación gráfica del campo gravitatorio. - Comprender la interacción gravitatoria como una interacción conservativa. - Utilizar el principio de superposición para determinar el valor del campo creado por un conjunto de masas puntuales. - Aplicar los conceptos de intensidad del campo, de energía potencial y de potencial gravitatorio para describir el campo gravitatorio.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Campos de fuerzas. Concepto de campo gravitatorio. - Campo gravitatorio creado por masas puntuales. - Representación del campo gravitatorio. - Campos de fuerzas conservativos. - Intensidad del campo gravitatorio. - Potencial gravitatorio. Superficies equipotenciales.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Diferencia entre los conceptos de fuerza y campo, estableciendo una relación entre intensidad del campo gravitatorio y la aceleración de la gravedad. - Representa el campo gravitatorio mediante las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial. - Explica el carácter conservativo del campo gravitatorio y determina el trabajo realizado por el campo a partir de las variaciones de energía potencial.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Práctica:</i> Medida de la intensidad del campo gravitatorio con un péndulo simple. A través de las medidas de distintas magnitudes en un péndulo (longitud visible del hilo (l_h) y el diámetro de la esfera (D) tiempo que tarda en dar 10 oscilaciones) y aplicándolos en la expresión $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. - Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.
Instrumentos de Evaluación	<p>Control fin de unidad. Evaluación de la práctica de laboratorio, a través de su desarrollo y del correspondiente informe. Evaluación de las actividades de aula y domicilio.</p>

Tabla 7. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 3.

Bloque II		3. INTERACCIÓN GRAVITATORIA EN EL ESPACIO		
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL	
2.4. Justificar las variaciones energéticas de un cuerpo en movimiento en el seno de campos gravitatorios.		2.4.1. Aplica la ley de conservación de la energía al movimiento orbital de diferentes cuerpos como satélites, planetas y galaxias	CMCT AA	
Indic.	- Realizar cálculos energéticos de sistemas en órbita y en lanzamientos de cohetes.			
2.5. Relacionar el movimiento orbital de un cuerpo con el radio de la órbita y la masa generadora del campo.		2.5.1. Deduce a partir de la ley fundamental de la dinámica la velocidad orbital de un cuerpo, y la relaciona con el radio de la órbita y la masa del cuerpo central. 2.5.2. Identifica la hipótesis de la existencia de materia oscura a partir de los datos de rotación de galaxias y la masa del agujero negro central.	CMCT AA	
Indicadores	- Relacionar la fuerza de atracción gravitatoria con la aceleración normal de las trayectorias orbitales y deducir las expresiones que relacionan radio, velocidad orbital, periodo de rotación y masa del cuerpo central aplicándolas a la resolución de problemas numéricos. - Determinar la masa de un objeto celeste (Sol o planeta) a partir de datos orbitales de alguno de sus satélites. - Reconocer las teorías e ideas actuales acerca del origen y evolución del Universo. - Describir de forma sencilla fenómenos como la separación de las galaxias y la evolución estelar y justificar las hipótesis de la existencia de los agujeros negros y de la materia.			
2.6. Conocer la importancia de los satélites artificiales de comunicaciones, GPS y meteorológicos y las características de sus órbitas.		2.6.1. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para el estudio de satélites de órbita media (MEO), órbita baja (LEO) y de órbita geoestacionaria (GEO) extrayendo conclusiones.	CMCT CDIG CL SIEE	
Indicadores	- Diferenciar satélites geosincrónicos y geoestacionarios y reconocer la importancia de estos últimos en el campo de las comunicaciones. - Explicar el concepto de vida útil de un satélite artificial y la existencia del cementerio satelital. - Comparar las órbitas de satélites (MEO, LEO y GEO) utilizando aplicaciones virtuales y extraer conclusiones sobre sus aplicaciones, número, costes, latencia, entre otras.			
2.7. Interpretar el caos determinista en el contexto de la interacción gravitatoria.		2.7.1. Describe la dificultad de resolver el movimiento de tres cuerpos sometidos a la interacción gravitatoria mutua utilizando el concepto de caos.	CMCT	
Indicadores	- Describir las ideas básicas de la teoría del caos determinista aplicada a la interacción gravitatoria. - Describir la dificultad de resolver el movimiento de tres cuerpos sometidos a la interacción gravitatoria mutua utilizando el concepto de caos y la ausencia de herramienta matemática para su resolución.			

Tabla 8. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 3.

<i>Bloque II</i>	3. INTERACCIÓN GRAVITATORIA EN EL ESPACIO
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar el movimiento de planetas y satélites a partir de los conceptos que describen la interacción gravitatoria. - Conocer la definición de energía orbital y su relación con el movimiento. - Conocer la estructura del Universo en relación con la existencia de la materia oscura. - 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. - Conocer el problema de los tres cuerpos y saber analizar las posibles soluciones. - Valorar críticamente cómo los avances en el mundo de la ciencia influyen en el desarrollo tecnológico.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Relación entre energía y movimiento orbital. - Movimiento de cuerpos y planetas. - Estructura del Universo. Materia oscura. - Satélites artificiales. - Movimiento de tres cuerpos y caos determinista.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Calcula la velocidad de escape de un cuerpo aplicando el principio de conservación de la energía mecánica. - Aplica la ley de conservación de la energía al movimiento orbital de diferentes cuerpos como satélites, planetas y galaxias. - Deducir a partir de la ley fundamental de la dinámica la velocidad orbital de un cuerpo, y la relaciona con el radio de la órbita y la masa del cuerpo.
Actividades	<p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p> <p><i>Simulación:</i> Gravedad y Órbitas (https://phet.colorado.edu/es/simulation/gravity-and-orbits). Observación del efecto de las fuerzas gravitatorias y trayectorias orbitales de varios cuerpos celestes a través de su movimiento.</p> <p><i>Lectura:</i> Órbitas y cementerio de satélites artificiales (satélites artificiales lanzados por el ser humano con fines científicos, informativos, militares, etc.).</p> <p>Actividad <i>Kahoot</i>, incluye conceptos teóricos del Bloque II.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Control fin de unidad, nota compartida con un pequeño trabajo sobre la estructura del Universo.</p> <p>Actividad <i>Kahoot</i> fin de Bloque II, respuestas correctas evaluadas a través de las estadísticas de la actividad.</p> <p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio.</p>

Tabla 9. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 4.

Bloque III		4. CAMPO ELÉCTRICO	
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL
3.1. Asociar el campo eléctrico a la existencia de carga y caracterizarlo por la intensidad de campo y el potencial.		3.1.1. Relaciona los conceptos de fuerza y campo, estableciendo la relación entre intensidad del campo eléctrico y carga eléctrica. 3.1.2. Utiliza el principio de superposición para el cálculo de campos y potenciales eléctricos creados por una distribución de cargas puntuales.	CMCT AA
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer las cargas como origen del campo eléctrico. - Distinguir e identificar los conceptos que describen la interacción eléctrica (campo, fuerza, energía potencial eléctrica y potencial eléctrico). - Calcular la intensidad del campo y el potencial eléctrico creados en un punto del campo por una carga o varias cargas puntuales (dispuestas en línea o en otras geometrías sencillas) aplicando el principio de superposición. 		
3.2. Reconocer el carácter conservativo del campo eléctrico por su relación con una fuerza central y asociarle en consecuencia un potencial eléctrico.		3.2.1. Representa gráficamente el campo creado por una carga puntual, incluyendo las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial. 3.2.2. Compara los campos eléctrico y gravitatorio estableciendo analogías y diferencias entre ellos.	CMCT CL AA
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar el campo eléctrico como un campo conservativo, asociándole una energía potencial eléctrica y un potencial eléctrico. - Reconocer el convenio por el que se dibujan las líneas de fuerza del campo eléctrico y aplicarlo a los casos del campo creado por una o dos cargas puntuales de igual o diferente signo y/o magnitud. - Evaluar la variación del potencial eléctrico con la distancia, dibujar las superficies equipotenciales e interpretar gráficas potencial/distancia. - Describir la geometría de las superficies equipotenciales asociadas a cargas individuales y a distribuciones de cargas tales como dos cargas iguales y opuestas, en el interior de un condensador y alrededor de un hilo cargado e indefinido. - Comparar los campos eléctrico y gravitatorio estableciendo analogías y diferencias entre ellos. 		
3.3. Caracterizar el potencial eléctrico en diferentes puntos de un campo generado por una distribución de cargas puntuales y describir el movimiento de una carga cuando se deja libre en el campo.		3.3.1. Analiza cualitativamente la trayectoria de una carga situada en el seno de un campo generado por una distribución de cargas, a partir de la fuerza neta que se ejerce sobre ella.	CMCT CL
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Describir hacia donde se mueve de forma espontánea una carga liberada dentro de un campo eléctrico. - Calcular la diferencia de potencial entre dos puntos e interpretar el resultado para predecir la trayectoria de una carga eléctrica. 		

Tabla 10. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 4.

<i>Bloque III</i>	4. CAMPO ELÉCTRICO
Resultados del aprendizaje	Se espera que el estudiante sea capaz de: <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las propiedades de la carga eléctrica. - Comparar los campos gravitatorio y eléctrico indicando sus diferencias y semejanzas. - Definir la intensidad de campo eléctrico en un punto y expresar dicha magnitud como vector intensidad de campo. - Conocer el concepto de potencial eléctrico y expresar la diferencia de potencial entre dos puntos. - Relacionar la energía potencial eléctrica de una carga, el trabajo eléctrico, la energía mecánica y la velocidad de las cargas. - Analizar el movimiento de cargas en campos eléctricos. - Determinar el valor del flujo del vector campo eléctrico considerando diferentes posiciones de la superficie de referencia y aplicar el Teorema de Gauss.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Campo eléctrico. - Intensidad del campo. - Potencial eléctrico. - Representación del campo eléctrico. - Análisis comparativo entre los campos gravitatorio y eléctrico. - Distribución de carga y campo creado. - Movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico. - Flujo eléctrico. - Ley de Gauss. Demostración y aplicaciones.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Relaciona los conceptos de fuerza y campo, estableciendo la relación entre intensidad del campo eléctrico y carga eléctrica. - Utiliza el principio de superposición para el cálculo de campos y potenciales eléctricos creados por una distribución de cargas puntuales. - Representa gráficamente el campo creado por una carga puntual, incluyendo las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial. - Compara los campos eléctrico y gravitatorio estableciendo analogías y diferencias entre ellos. - Calcula el trabajo necesario para transportar una carga entre dos puntos de un campo eléctrico creado por una o más cargas puntuales a partir de la diferencia de potencial. - Predice el trabajo que se realizará sobre una carga que se mueve en una superficie de energía equipotencial y lo discute en el contexto de campos conservativos.
Actividades	Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad. <i>Simulación:</i> cargas y campos (https://phet.colorado.edu/es/simulation/charges-and-fields). Observación y experimentación con el campo eléctrico y el potencial electrostático.
Instrumentos de Evaluación	Control fin de unidad. Evaluación de las actividades de aula y domicilio.

Tabla 11. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 5.

Bloque III		5. CAMPO MAGNÉTICO		
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL	
3.8. Conocer el movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Describir la interacción que el campo magnético ejerce sobre una partícula cargada en función de su estado de reposo o movimiento y de la orientación del campo. - Justificar la trayectoria circular de una partícula cargada que penetra perpendicularmente al campo magnético y la dependencia del radio de la órbita con la relación carga/masa. - Reconocer que los espectrómetros de masas y los aceleradores de partículas basan su funcionamiento en la ley de Lorentz. 	3.8.1. Describe el movimiento que realiza una carga cuando penetra en una región donde existe un campo magnético y analiza casos prácticos concretos como los espectrómetros de masas y los aceleradores de partículas.	CMCT CL AA	
3.9. Comprender y comprobar que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Describir el experimento de Oersted. - Reconocer que una corriente eléctrica crea un campo magnético. - Dibujar las líneas de campo creado por una corriente rectilínea y reconocer que son líneas cerradas. - Comprobar experimentalmente el efecto de una corriente eléctrica sobre una brújula. 	3.9.1. Relaciona las cargas en movimiento con la creación de campos magnéticos, y describe las líneas del campo magnético que crea una corriente eléctrica rectilínea.	CMCT CL SIEE CDIG	
3.10. Reconocer la fuerza de Lorentz como la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en una región del espacio donde actúan un campo eléctrico y un campo magnético.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar la ley de Lorentz para determinar las fuerzas que ejercen los campos magnéticos sobre las cargas y otras magnitudes relacionadas. - Definir la magnitud intensidad de campo magnético y su unidad en el Sistema Internacional. - Analizar el funcionamiento de un ciclotrón empleando aplicaciones virtuales interactivas y calcular la frecuencia ciclotrón. - Explicar el fundamento de un selector de velocidades y de un espectrógrafo de masas. 	<p>3.10.1. Calcula el radio de la órbita que describe una partícula cargada cuando penetra con una velocidad determinada en un campo magnético conocido aplicando la fuerza de Lorentz.</p> <p>3.10.2. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para comprender el funcionamiento de un ciclotrón y calcula la frecuencia propia de la carga cuando se mueve en su interior.</p> <p>3.10.3. Establece la relación que debe existir entre el campo magnético y el campo eléctrico para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme aplicando la ley fundamental de la dinámica y la ley de Lorentz</p>	CMCT CDIG AA	

Tabla 12. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 5.

Bloque III	5. CAMPO MAGNÉTICO
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explorar la estructura microscópica que justifica el comportamiento magnético o no de los materiales. - Identificar las fuentes de interacción magnética y representar el campo magnético mediante líneas de campo. - Analizar los distintos aspectos de la fuerza magnética que actúa sobre cargas eléctricas en el seno de un campo magnético. - Estudiar el movimiento de partículas cargadas en presencia de campos magnéticos y/o eléctricos. - Explorar las diferencias de las interacciones eléctrica y magnética. - Utilizar la interacción electromagnética sobre cargas en movimiento para explicar el funcionamiento de algunos dispositivos, como el espectrógrafo de masas o los aceleradores de partículas. - Reconocer los efectos del campo magnético: la ley de Lorentz y sus aplicaciones. - Analizar la expresión matemática que permite conocer el campo magnético creado por distintos elementos discretos: cargas en movimiento, hilos de corriente, espiras o bobinas. - Analizar las diferencias entre el vector intensidad de campo eléctrico y el vector inducción magnética, especialmente las relacionadas con su carácter conservativo o no. - Comprender el teorema de Ampère y utilizarlo para calcular el campo magnético en el interior de una bobina o solenoide.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Campo magnético. Efecto de los campos magnéticos sobre cargas en movimiento. Ley de Lorentz. - Relación entre campo eléctrico y campo magnético. - El campo magnético como campo no conservativo. - Campo creado por distintos elementos de corriente (cargas y corrientes, agrupaciones de corrientes). - Ley de Ampère. Unidades de medida en el Sistema Internacional. - Interacción entre conductores.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Describe el movimiento que realiza una carga cuando penetra en una región donde existe un campo magnético y analiza casos prácticos concretos como los espectrómetros de masas y los aceleradores de partículas. - Relaciona las cargas en movimiento con la creación de campos magnéticos y describe las líneas de campo magnético que crea una corriente eléctrica rectilínea. - Calcula el radio de la órbita que describe una partícula cargada cuando penetra con una velocidad determinada en un campo magnético conocido aplicando la fuerza de Lorentz. - Establece la relación que debe existir entre el campo magnético y el campo eléctrico para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme aplicando la ley fundamental de la dinámica y la ley de Lorentz. - Analiza el campo eléctrico y el campo magnético desde el punto de vista energético teniendo en cuenta los conceptos de fuerza central y campo conservativo.
Actividades	<p><i>Práctica:</i> Flujo y campo magnético de una bobina. Toma y representación de datos de voltaje producido por la oscilación de un imán en el interior de la bobina.</p> <p><i>Simulación:</i> Laboratorio electromagnético de Faraday (https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday). Movimiento de dos bobinas y observación del campo magnético (líneas de campo magnético).</p>

	<p><i>Lectura:</i> aceleradores y colisionadores de partículas. Se incluyen conceptos como los aceleradores lineales y circulares, la radioterapia, la radiación sincrotrón, los colisionadores LEP o LHC, o el Bosón de Higgs.</p> <p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio.</p> <p>Evaluación de la práctica de laboratorio, a través de su desarrollo y del correspondiente informe.</p> <p>Prueba escrita en formato de examen en el que se incluyen los contenidos de toda la evaluación.</p>

Tabla 13. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 6.

<i>Bloque III</i>	6. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA		
	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje	CCCL
	<p>3.16. Relacionar las variaciones del flujo magnético con la creación de corrientes eléctricas y determinar el sentido de las mismas.</p>	<p>3.16.1. Establece el flujo magnético que atraviesa una espira que se encuentra en el seno de un campo magnético y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.</p> <p>3.16.2. Calcula la fuerza electromotriz inducida en un circuito y estima el sentido de la corriente eléctrica aplicando las leyes de Faraday y Lenz.</p>	<p>CMCT</p>
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Definir flujo magnético y su unidad en el Sistema Internacional. - Calcular el flujo magnético que atraviesa una espira en distintas situaciones. - Enunciar la ley de Faraday y utilizarla para calcular la fuerza electromotriz (fem) inducida por la variación de un flujo magnético. - Enunciar la ley de Lenz y utilizarla para calcular el sentido de la corriente inducida al aplicar la ley de Faraday. 		
	<p>3.17. Conocer las experiencias de Faraday y de Henry que llevaron a establecer las leyes de Faraday y Lenz.</p>	<p>3.17.1. Emplea aplicaciones virtuales interactivas para reproducir las experiencias de Faraday y Henry y deduce experimentalmente las leyes de Faraday y Lenz.</p>	<p>CMCT CL CDIG</p>
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Describir y comprobar experimentalmente y/o mediante aplicaciones virtuales interactivas las experiencias de Faraday y Lenz. - Relacionar la aparición de una corriente inducida con la variación del flujo a través de la espira. - Describir las experiencias de Henry e interpretar los resultados. 		
	<p>3.18. Identificar los elementos fundamentales de que consta un generador de corriente alterna y su función.</p>	<p>3.18.1. Demuestra el carácter periódico de la corriente alterna en un alternador a partir de la representación gráfica de la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo.</p> <p>3.18.2. Infiere la producción de corriente alterna en un alternador teniendo en cuenta las leyes de la inducción.</p>	<p>CMCT AA</p>
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Justificar el carácter periódico de la corriente alterna en base a cómo se origina y a las representaciones gráficas de la fuerza electromotriz (fem) frente al tiempo. - Describir los elementos de un alternador y explicar su funcionamiento. - Explicar algunos fenómenos basados en la inducción electromagnética, como por ejemplo el funcionamiento de un transformador. - Reconocer la inducción electromagnética como medio de transformar la energía mecánica en energía eléctrica e identificar la presencia de alternadores en casi todos los sistemas de producción de energía eléctrica. 		

Tabla 14. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 6.

<i>Bloque III</i>	6. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender la electricidad y el magnetismo como dos aspectos de una misma interacción: la electromagnética. - Conocer y aplicar las leyes de Faraday-Henry y de Lenz. - Conocer los fundamentos de la producción de una fuerza electromotriz inducida en un circuito. - 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. - Conocer y valorar el impacto ambiental del uso de la energía eléctrica en la sociedad actual. - Conocer y valorar las aplicaciones prácticas de la inducción electromagnética. - Describir los distintos tipos de obtención de corriente alterna.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Inducción electromagnética. - Flujo magnético. - Leyes de Faraday-Henry y de Lenz de la inducción electromagnética. - Fuerza electromotriz (fem). - Aplicación de la inducción electromagnética.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Establece, en un punto dado del espacio, el campo magnético resultante debido a dos o más conductores rectilíneos por los que circulan corrientes eléctricas. - Caracteriza el campo magnético creado por una espira y por un conjunto de espiras. - Analiza y calcula la fuerza que se establece entre dos conductores paralelos, según el sentido de la corriente que los recorra, realizando el diagrama correspondiente. - Establece el flujo magnético que atraviesa una espira que se encuentra en el seno de un campo magnético y lo expresa en unidades del Sistema Internacional. - Calcula la fuerza electromotriz inducida en un circuito y estima la dirección de la corriente eléctrica aplicando las leyes de Faraday y Lenz. - Demuestra el carácter periódico de la corriente alterna en un alternador apartir de la representación gráfica de la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo. - Infiere la producción de corriente alterna en un alternador teniendo en cuenta las leyes de la inducción.
Actividades	<p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Control fin de unidad. Actividad Kahoot fin de Bloque III, respuestas correctas evaluadas a través de las estadísticas de la actividad.</p>

Tabla 15. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 7.

Bloque IV		7. EL MOVIMIENTO ONDULATORIO		
		Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje	CCCL
		4.1. Asociar el movimiento ondulatorio con el movimiento armónico simple.		
Indic.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer y explicar que una onda es una perturbación que se propaga. - Diferenciar el movimiento que tienen los puntos del medio que son alcanzados por una onda y el movimiento de la propia onda. - Distinguir entre la velocidad de propagación de una onda y la velocidad de oscilación de una partícula perturbada por la propagación de un movimiento armónico simple. 		4.1.1. Determina la velocidad de propagación de una onda y la de vibración de las partículas que la forman, interpretando ambos resultados.	CMCT
		4.2. Identificar en experiencias cotidianas o conocidas los principales tipos de ondas y sus características.		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificar las ondas según el medio de propagación, según la relación entre la dirección de oscilación y de propagación y según la forma del frente de onda. - Identificar las ondas mecánicas que se producen en la superficie de un líquido, en muelles, en cuerdas vibrantes, ondas sonoras, etc. y clasificarlas como longitudinales o transversales. - Realizar e interpretar experiencias realizadas con la cubeta de ondas, con muelles o con cuerdas vibrantes. 		4.2.1. Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación y de la propagación. 4.2.2. Reconoce ejemplos de ondas mecánicas en la vida cotidiana.	CMCT CL CDIG CSC
		4.3. Expresar la ecuación de una onda en una cuerda indicando el significado físico de sus parámetros característicos.		
Indic.	<ul style="list-style-type: none"> - Definir las magnitudes características de las ondas e identificarlas en situaciones reales para plantear y resolver problemas. - Deducir los valores de las magnitudes características de una onda armónica plana a partir de su ecuación y viceversa. 		4.3.1. Obtiene las magnitudes características de una onda a partir de su expresión matemática. 4.3.2. Escribe e interpreta la expresión matemática de una onda armónica transversal dadas sus magnitudes características	CMCT
		4.4. Interpretar la doble periodicidad de una onda a partir de su frecuencia y su número de onda.		
Indic.	<ul style="list-style-type: none"> - Justificar, a partir de la ecuación, la periodicidad de una onda armónica con el tiempo y con la posición respecto del origen. 		4.4.1. Dada la expresión matemática de una onda, justifica la doble periodicidad con respecto a la posición y el tiempo.	CMCT CL AA
		4.5. Valorar las ondas como un medio de transporte de energía pero no de masa.		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer que una de las características más sobresalientes y útiles del movimiento ondulatorio es que las ondas transportan energía de un punto a otro sin que exista transporte de masa. - Deducir la relación de la energía transferida por una onda con su frecuencia y amplitud. - Deducir la dependencia de la intensidad de una onda en un punto con la distancia al foco emisor para el caso de ondas esféricas (como el sonido) realizando balances de energía en un medio isotrópico y homogéneo y aplicar los resultados a la resolución de ejercicios. - Discutir si los resultados obtenidos para ondas esféricas son aplicables al caso de ondas planas y relacionarlo con el comportamiento observado en el láser. 		4.5.1. Relaciona la energía mecánica de una onda con su amplitud. 4.5.2. Calcula la intensidad de una onda a cierta distancia del foco emisor, empleando la ecuación que relaciona ambas magnitudes.	CMCT

Tabla 16. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 7.

Bloque IV	7. EL MOVIMIENTO ONDULATORIO
Resultados del aprendizaje	Se espera que el estudiante sea capaz de: <ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la propagación de un pulso mecánico por un material elástico y definir el concepto de onda mecánica. - Clasificar las ondas mecánicas aplicando diferentes criterios: según la dirección de propagación de la onda o según las direcciones del espacio en que se propaga. - Analizar ejemplos de ondas mecánicas periódicas transversales y longitudinales. - Deducir la ecuación de una onda armónica unidimensional y transversal. - Comprender el movimiento ondulatorio como un movimiento doblemente periódico con respecto al tiempo y al espacio. - Determinar las ecuaciones que expresan la velocidad y la aceleración de vibración de las partículas del medio. - Reconocer las energías cinética, potencial y mecánica que se transmite al propagarse una onda a cada partícula del medio.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - El movimiento ondulatorio. - Clasificación de las ondas. Magnitudes que las caracterizan. - Parámetros del movimiento ondulatorio. Ondas armónicas. - Ecuación de las ondas armónicas. - Doble periodicidad en la ecuación de una onda. - Energía e intensidad.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Determina la velocidad de propagación de una onda y la de vibración de las partículas que la forman, interpretando ambos resultados. - Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación y de la propagación. - Obtiene las magnitudes características de una onda a partir de su expresión matemática. - Escribe e interpreta la expresión matemática de una onda armónica transversal dadas sus magnitudes características. - Dada la expresión matemática de una onda, justifica la doble periodicidad con respecto a la posición y el tiempo. - Relaciona la energía mecánica de una onda con su amplitud. - Calcula la intensidad de una onda a cierta distancia del foco emisor, empleando la ecuación que relaciona ambas magnitudes.
Actividades	Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.
Instrumentos de Evaluación	Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Control fin de unidad.

Tabla 17. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 8.

Bloque IV		8. FENÓMENOS ONDULATORIOS.	
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL
4.6. Utilizar el Principio de Huygens para comprender e interpretar la propagación de las ondas y los fenómenos ondulatorios.			
Indic.	- Visualizar gráficamente la propagación de las ondas mediante frentes de onda y explicar el fenómeno empleando el principio de Huygens.	4.6.1. Explica la propagación de las ondas utilizando el Principio de Huygens	CMCT CL
4.7. Reconocer la difracción y las interferencias como fenómenos propios del movimiento ondulatorio.			
Indic.	- Reconocer la difracción y las interferencias como fenómenos característicos de las ondas y que las partículas no experimentan. - Explicar los fenómenos de interferencia y la difracción a partir del Principio de Huygens.	4.7.1. Interpreta los fenómenos de interferencia y la difracción a partir del Principio de Huygens.	CMCT CL
4.8. Emplear las leyes de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción.			
Indicadores	- Enunciar la ley de Snell en términos de las velocidades de las ondas en cada uno de los medios. - Definir el concepto de índice de refracción e interpretar la refracción como una consecuencia de la modificación en la velocidad de propagación de la luz al cambiar de medio. - Aplicar las leyes de la reflexión y de la refracción en diferentes situaciones (trayectoria de la luz a su paso por un prisma, reflexión total) y para resolver ejercicios numéricos sobre reflexión y refracción, incluido el cálculo del ángulo límite. - Reconocer la dependencia del índice de refracción de un medio con la frecuencia y justificar el fenómeno de la dispersión.	4.8.1. Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción	CMCT CL CDIG
4.9. Relacionar los índices de refracción de dos materiales con el caso concreto de reflexión total.			
Indicadores	- Justificar cualitativa y cuantitativamente la reflexión total interna e identificar la transmisión de información por fibra óptica como una aplicación de este fenómeno. - Determinar experimentalmente el índice de refracción de un vidrio.	4.9.1. Obtiene el coeficiente de refracción de un medio a partir del ángulo formado por la onda reflejada y refractada. 4.9.2. Considera el fenómeno de reflexión total como el principio físico subyacente a la propagación de la luz en las fibras ópticas y su relevancia en las telecomunicaciones.	CMCT CSC

Tabla 18. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 8.

<i>Bloque IV</i>	8. FENÓMENOS ONDULATORIOS.
Resultados del aprendizaje	Se espera que el estudiante sea capaz de: <ul style="list-style-type: none"> - Comprender los fenómenos de interferencias de ondas en el espacio y en el tiempo. - Enunciar el principio de Huygens y describir los fenómenos producidos en la transmisión de las ondas. - Explicar la reflexión y la refracción según el principio de Huygens. - Explicar la reflexión y la refracción utilizando la ley de Snell. - Describir la variación de la frecuencia percibida cuando existe un movimiento relativo entre el foco emisor y el receptor.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Ondas transversales en una cuerda. - Fenómenos ondulatorios. - Interferencia y difracción. - Reflexión y refracción.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Explica la propagación de las ondas utilizando el Principio de Huygens. - Interpreta los fenómenos de interferencia y la difracción a partir del Principio de Huygens. - Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción. - Obtiene el coeficiente de refracción de un medio a partir del ángulo formado por la onda reflejada y refractada. - Considera el fenómeno de reflexión total como el principio físico subyacente a la propagación de la luz en las fibras ópticas y su relevancia en las telecomunicaciones.
Actividades	<p><i>Práctica:</i> Medida del índice de refracción de dos líquidos. Se toman medidas de altura del vaso que contiene un líquido y determinadas distancias que permitan calcular los ángulos incidente y refractado, a partir de los cuales se aplicará la ley de Snell para obtener el índice de refracción. Se repetirá la práctica con dos líquidos distintos, como agua y alcohol.</p> <p><i>Simulación:</i> Interferencia de la onda https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/wave-interference</p> <p><i>Simulación:</i> Onda en una cuerda (https://phet.colorado.edu/es/simulation/wave-on-a-string).</p> <p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p>
Instrumentos de Evaluación	Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Control fin de unidad. Evaluación de la práctica a través de su desarrollo y del correspondiente informe de laboratorio.

Tabla 19. Contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 9.

Bloque IV		9. EL SONIDO		
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL	
4.10. Explicar y reconocer el efecto Doppler en sonidos.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar el tono de un sonido con la frecuencia. - Explicar cualitativamente el cambio en la frecuencia del sonido percibido cuando existe un movimiento relativo entre la fuente y el observador. 	4.10.1. Reconoce situaciones cotidianas en las que se produce el efecto Doppler justificándolas de forma cualitativa.	CMCT	CSC CL
4.11. Conocer la escala de medición de la intensidad sonora y su unidad.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la existencia de un umbral de audición. - Relacionar la intensidad de una onda sonora con la sonoridad en decibelios y realizar cálculos sencillos. 	4.11.1. Identifica la relación logarítmica entre el nivel de intensidad sonora en decibelios y la intensidad del sonido, aplicándola a casos sencillos.	CMCT	
4.12. Identificar los efectos de la resonancia en la vida cotidiana: ruido, vibraciones, etc.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar la dependencia de la velocidad de propagación de las ondas materiales con las propiedades del medio en el que se propagan, particularmente la propagación del sonido en cuerdas tensas. - Justificar la variación de la intensidad del sonido con la distancia al foco emisor (atenuación) y con las características del medio (absorción). - Identificar el ruido como una forma de contaminación, describir sus efectos en la salud relacionándolos con su intensidad y cómo paliarlos. 	4.12.1. Relaciona la velocidad de propagación del sonido con las características del medio en el que se propaga. 4.12.2. Analiza la intensidad de las fuentes de sonido de la vida cotidiana y las clasifica como contaminantes y no contaminantes.	CMCT	CL CSC
4.13. Reconocer determinadas aplicaciones tecnológicas del sonido como las ecografías, radares, sonar, etc.				
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer y explicar algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras, como las ecografías, radares, sonar, etc. 	4.13.1. Conoce y explica algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras, como las ecografías, radares, sonar, etc.	CMCT	CL CSC

Tabla 20. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 9.

Bloque IV	9. EL SONIDO
Resultados del aprendizaje	Se espera que el estudiante sea capaz de: <ul style="list-style-type: none"> - Reconocer el efecto Doppler en sonidos. - Comprender el fenómeno de absorción de las ondas sonoras como una disminución de la intensidad debido a la distancia. - Reconocer que las ondas sonoras son ondas mecánicas cuya propagación tiene unas características determinadas. - Interpretar las expresiones que permiten calcular la velocidad del sonido en diferentes medios. - Describir las características del sonido: intensidad sonora o volumen, tono y timbre. - Reconocer las principales fuentes de contaminación acústica. - Conocer y valorar las medidas para prevenir los efectos de la contaminación sonora. - Conocer las aplicaciones prácticas de la reflexión y la refracción del sonido.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Efecto Doppler. - Ondas longitudinales. El sonido. - Energía e intensidad de las ondas sonoras. Definición y unidades. - Contaminación acústica. - Aplicaciones tecnológicas del sonido.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica la relación logarítmica entre el nivel de intensidad sonora en decibelios y la intensidad del sonido, aplicándola a casos sencillos. - Analiza la intensidad de las fuentes del sonido de la vida cotidiana y las clasifica como contaminantes y no contaminantes.
Actividades	<p><i>Práctica:</i> Osciloscopio.</p> <p><i>Simulación:</i> Ondas de radio (https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/radio-waves). Se observará la emisión de ondas de radio, moviendo el transmisor de electrones y mostrando el campo.</p>
Instrumentos de Evaluación	Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Control fin de unidad. Evaluación de la práctica a través de su desarrollo y del correspondiente informe de laboratorio.

Tabla 21. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 10.

Bloque VI		10. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS		
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL	
4.14. Establecer las propiedades de la radiación electromagnética como consecuencia de la unificación de la electricidad, el magnetismo y la óptica en una única teoría.		4.14.1. Representa esquemáticamente a propagación de una onda electromagnética incluyendo los vectores del campo eléctrico y magnético. 4.14.2. Interpreta una representación gráfica de la propagación de una onda electromagnética en términos de los campos eléctrico y magnético y de su polarización.	CMCT CSC	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las ondas electromagnéticas como la propagación de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares. - Reconocer las características de una onda electromagnética polarizada y explicar gráficamente el mecanismo de actuación de los materiales polarizadores. - Relacionar la velocidad de la luz con las constantes eléctrica y magnética. 			
4.15. Comprender las características y propiedades de las ondas electromagnéticas, como su longitud de onda, polarización o energía, en fenómenos de la vida cotidiana.		4.15.1. Determina experimentalmente la polarización de las ondas electromagnéticas a partir de experiencias sencillas utilizando objetos empleados en la vida cotidiana. 4.15.2. Clasifica casos concretos de ondas electromagnéticas presentes en la vida cotidiana en función de su longitud de onda y su energía.	CMCT	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar experimentalmente la polarización de las ondas electromagnéticas a partir de experiencias sencillas. - Identificar las ondas electromagnéticas que nos rodean y valorar sus efectos en función de su longitud de onda y energía. 			
4.16. Identificar el color de los cuerpos como la interacción de la luz con los mismos.		4.16.1. Justifica el color de un objeto en función de la luz absorbida y reflejada	CMCT CL	
Indic.	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar la visión de colores con la frecuencia. - Explicar por qué y cómo se perciben los colores de los objetos. 			
4.17. Reconocer los fenómenos ondulatorios estudiados en fenómenos relacionados con la luz.		4.17.1. Analiza los efectos de refracción, difracción e interferencia en casos prácticos sencillos	CMCT	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el debate histórico sobre la naturaleza de la luz y el triunfo del modelo ondulatorio e indicar razones a favor y en contra del modelo corpuscular. - Explicar fenómenos cotidianos (los espejismos, el arco iris, el color azul del cielo, los patrones en forma de estrella que se obtienen en algunas fotografías de fuentes de luz, entre otros) como efectos de la reflexión, difracción e interferencia. 			

Tabla 22. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 10.

<i>Bloque VI</i>	10. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer la evolución histórica de las teorías sobre la naturaleza de la luz. Comparar el modelo corpuscular y el modelo ondulatorio de la luz reconociendo los fenómenos que justifican cada uno de los modelos. - Utilizar las leyes de la propagación de la luz para la explicación de fenómenos cotidianos. - Comprender los fenómenos de interferencia y difracción de la luz. - Comprender los fenómenos relacionados con la polarización de la luz. Entender el concepto «luz polarizada» y conocer alguna de sus aplicaciones. - Analizar el espectro electromagnético desde el punto de vista de los efectos de las radiaciones en relación con la energía que transportan. Describir las aplicaciones de los diferentes tipos de radiaciones electromagnéticas.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Ondas electromagnéticas. - Intensidades de los campos eléctrico y magnético asociados a una onda electromagnética. - Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas. Intensidad. - El espectro electromagnético. - La naturaleza de la luz como un problema histórico. - Fenómenos ondulatorios de la luz. - Dispersión de la luz blanca. El color. - Polarización. Aplicaciones. - Transmisión de la comunicación.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Relaciona la energía de una onda electromagnética con su frecuencia, longitud de onda y la velocidad de la luz en el vacío. - Reconoce aplicaciones tecnológicas de diferentes tipos de radiaciones, principalmente infrarroja, ultravioleta y microondas.
Actividades	<p>Actividad Kahoot. Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Actividad Kahoot fin de Bloque IV, respuestas correctas evaluadas a través de las estadísticas de la actividad. Prueba escrita en formato de examen en el que se incluyen los contenidos de toda la evaluación.</p>

Tabla 23. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 11.

Bloque V	11. ÓPTICA		
	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje	CCCL
	5.1. Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica.		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Describir los fenómenos luminosos aplicando el concepto de rayo. - Explicar en qué consiste la aproximación paraxial. - Plantear gráficamente la formación de imágenes en el dioptrio plano y en el dioptrio esférico. - Aplicar la ecuación del dioptrio plano para justificar fenómenos como la diferencia entre profundidad real y aparente y efectuar cálculos numéricos. 	5.1.1. Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica	CMCT CSC CL
	5.2. Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Definir los conceptos asociados a la óptica geométrica: objeto, imagen focos, aumento lateral, potencia de una lente. - Explicar la formación de imágenes en espejos y lentes delgadas trazando correctamente el esquema de rayos correspondiente e indicando las características de las imágenes obtenidas. - Obtener resultados cuantitativos utilizando las ecuaciones correspondientes o las relaciones geométricas de triángulos semejantes. - Realizar un experimento para demostrar la propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas. 	5.2.1. Demuestra experimental y gráficamente la propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas que conduzcan un haz de luz desde el emisor hasta una pantalla. 5.2.2. Obtiene el tamaño, posición y naturaleza de la imagen de un objeto producida por un espejo plano y una lente delgada realizando el trazado de rayos y aplicando las ecuaciones correspondientes	CMCT
	5.3. Conocer el funcionamiento óptico del ojo humano y sus defectos y comprender el efecto de las lentes en la corrección de dichos efectos		
Indic.	<ul style="list-style-type: none"> - Describir el funcionamiento óptico del ojo humano. - Explicar los defectos más relevantes de la visión utilizando diagramas de rayos y justificar el modo de corregirlos. 	5.3.1. Justifica los principales defectos ópticos del ojo humano: miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo, empleando para ello un diagrama de rayos.	CMCT CL
	5.4. Aplicar las leyes de las lentes delgadas y espejos planos al estudio de los instrumentos ópticos.		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar el funcionamiento de algunos instrumentos ópticos (lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica) utilizando sistemáticamente los diagramas de rayos para obtener gráficamente las imágenes. 	5.4.1. Establece el tipo y disposición de los elementos empleados en los principales instrumentos ópticos, tales como lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica, realizando el correspondiente trazado de rayos. 5.4.2. Analiza las aplicaciones de la lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica considerando las variaciones que experimenta la imagen respecto al objeto.	CMCT CL

Tabla 24. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 11.

<i>Bloque V</i>	11. ÓPTICA
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar la formación de imágenes en espejos y en lentes delgadas y determinar el tipo de imagen. - Determinar la posición de la imagen y su tamaño en espejos y en lentes delgadas. - Describir el funcionamiento de instrumentos ópticos sencillos. - Conocer la anatomía del ojo humano, los defectos de la visión y los instrumentos ópticos más comunes como el microscopio, el telescopio y la cámara fotográfica.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Leyes de la óptica geométrica. - Sistemas ópticos: lentes y espejos. Imágenes por reflexión e imágenes por refracción. - Óptica de la visión. El ojo humano. Defectos visuales. - Aplicaciones tecnológicas: instrumentos ópticos y la fibra óptica.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica. - Obtiene el tamaño, posición y naturaleza de la imagen de un objeto producida por un espejo plano y una lente delgada realizando el trazado de rayos y aplicando las ecuaciones correspondientes. - Justifica los principales defectos ópticos del ojo humano: miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo, empleando para ello un diagrama de rayos. - Establece el tipo y disposición de los elementos empleados en los principales instrumentos ópticos, tales como lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica, realizando el correspondiente trazado de rayos. - Analiza las aplicaciones de la lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica considerando las variaciones que experimenta la imagen respecto al objeto.
Actividades	<p><i>Práctica:</i> Cálculo de la distancia focal de una lente convergente y divergente. <i>Lectura:</i> telescopios astronómicos. Actividad Kahoot. Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Control fin de unidad. Evaluación de la práctica a través de su desarrollo y del correspondiente informe de laboratorio. Actividad Kahoot fin de Bloque V, respuestas correctas evaluadas a través de las estadísticas de la actividad.</p>

Tabla 25. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 12.

Bloque VI		12. FÍSICA RELATIVISTA	
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL
6.1. Valorar la motivación que llevó a Michelson y Morley a realizar su experimento y discutir las implicaciones que de él se derivaron.			CMCT
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar la invariabilidad de la velocidad de la luz para todos los sistemas inerciales como una consecuencia de las ecuaciones de Maxwell. - Reconocer la necesidad de la existencia del éter para la Física clásica y para la ciencia del siglo XIX y enumerar las características que se le suponían. - Describir de forma simplificada el experimento de Michelson-Morley y los resultados que esperaban obtener. - Exponer los resultados obtenidos con el experimento de Michelson-Morley y discutir las explicaciones posibles. 	6.1.1. Explica el papel del éter en el desarrollo de la Teoría Especial de la Relatividad. 6.1.2. Reproduce esquemáticamente el experimento de Michelson-Morley así como los cálculos asociados sobre la velocidad de la luz, analizando las consecuencias que se derivaron.	
6.2. Aplicar las transformaciones de Lorentz al cálculo de la dilatación temporal y la contracción espacial que sufre un sistema cuando se desplaza a velocidades cercanas a las de la luz respecto a otro dado.			CMCT
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Justificar los resultados del experimento de Michelson-Morley con la interpretación de Lorentz-Fitzgerald. - Utilizar la transformación de Lorentz simplificada para resolver problemas relacionados con los intervalos de tiempo o de espacio en diferentes sistemas de referencia. 	6.2.1. Calcula la dilatación del tiempo que experimenta un observador cuando se desplaza a velocidades cercanas a la de la luz con respecto a un sistema de referencia dado aplicando las transformaciones de Lorentz. 6.2.2. Determina la contracción que experimenta un objeto cuando se encuentra en un sistema que se desplaza a velocidades cercanas a la de la luz con respecto a un sistema de referencia dado aplicando las transformaciones de Lorentz	
6.3. Conocer y explicar los postulados y las aparentes paradojas de la física relativista.			CMCT CL
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Enunciar los postulados de Einstein de la teoría de la relatividad especial. - Reconocer que la invariabilidad de la velocidad de la luz entra en contradicción con el principio de relatividad de Galileo y que la consecuencia es el carácter relativo que adquieren el espacio y el tiempo. - Justificar los resultados del experimento de Michelson-Morley con los postulados de la teoría de Einstein. - Nombrar alguna evidencia experimental de la teoría de la relatividad (por ejemplo el incremento del tiempo de vida de los muones en experimentos del CERN). - Debatir la paradoja de los gemelos. - Reconocer la aportación de la teoría general de la relatividad a la comprensión del Universo diferenciándola de la teoría especial de la relatividad. 	6.3.1. Discute los postulados y las aparentes paradojas asociadas a la Teoría Especial de la Relatividad y su evidencia experimental.	
6.4. Establecer la equivalencia entre masa y energía, y sus consecuencias en la energía nuclear.			CMCT

Indicadores	<p>Asociar la dependencia del momento lineal de un cuerpo con la velocidad y justificar la imposibilidad de alcanzar la velocidad de la luz para un objeto con masa en reposo distinta de cero.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar la equivalencia entre masa y energía y relacionarla con la energía de enlace y con las variaciones de masa en los procesos nucleares. - Reconocer los casos en que es válida la Física clásica como aproximación a la Física relativista cuando las velocidades y energías son moderadas. 	<p>6.4.1. Expresa la relación entre la masa en reposo de un cuerpo y su velocidad con la energía del mismo a partir de la masa relativista.</p>
--------------------	--	---

Tabla 26. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 12.

<i>Bloque VI</i>	12. FÍSICA RELATIVISTA
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la relatividad de posiciones, movimientos y velocidades considerando dos sistemas de referencia. - Revisar los conceptos tiempo y distancia reconociendo su relatividad según el sistema de referencia se encuentre en movimiento o en reposo. - Enunciar los postulados de la teoría de la Relatividad Especial sobre los movimientos en sistemas inerciales: Transformaciones de Lorentz, la dilatación del tiempo y la contracción de longitudes. - Entender la paradoja de los gemelos y la equivalencia entre masa y energía.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción a la teoría especial de la relatividad. - La necesidad de una nueva física. - Energía relativista. - Energía total y energía en reposo.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Discute los postulados y las aparentes paradojas asociadas a la Teoría Especial de la Relatividad y su evidencia experimental. - Expresa la relación entre la masa en reposo de un cuerpo y su velocidad con la energía del mismo a partir de la masa relativista.
Materiales y Recursos	<p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Control fin de unidad. Evaluación de las actividades de aula y domicilio.</p>

Tabla 27. Contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 13.

Bloque VI		13. FÍSICA CUÁNTICA		
		Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje	CCCL
		6.5. Analizar las fronteras de la física a finales del s. XIX y principios del s. XX y poner de manifiesto la incapacidad de la física clásica para explicar determinados procesos.		
Indicadores		<ul style="list-style-type: none"> - Describir algunos hechos experimentales (la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico y los espectros discontinuos) que obligaron a revisar las leyes de la Física clásica y propiciaron el nacimiento de la Física cuántica. - Exponer las causas por las que la Física clásica no puede explicar sistemas como el comportamiento de las partículas dentro de un átomo. 	6.5.1. Explica las limitaciones de la física clásica al enfrentarse a determinados hechos físicos, como la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico o los espectros atómicos.	CMCT CL
		6.6. Conocer la hipótesis de Planck y relacionar la energía de un fotón con su frecuencia o su longitud de onda.		
Indicadores		<ul style="list-style-type: none"> - Enunciar la hipótesis de Planck y reconocer la necesidad de introducir el concepto de cuanto para explicar teóricamente la radiación del cuerpo negro. - Calcular la relación entre la energía de un cuanto y la frecuencia (o la longitud de onda) de la radiación emitida o absorbida. - Reflexionar sobre el valor de la constante de Planck y valorar la dificultad de apreciar el carácter discontinuo de la energía. 	6.6.1. Relaciona la longitud de onda o frecuencia de la radiación absorbida o emitida por un átomo con la energía de los niveles atómicos involucrados.	CMCT AA
		6.7. Valorar la hipótesis de Planck en el marco del efecto fotoeléctrico.		
Indicadores		<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir las características del efecto fotoeléctrico que están de acuerdo con las predicciones de la Física clásica y las que no lo están. - Explicar las características del efecto fotoeléctrico con el concepto de fotón. - Enunciar la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico y aplicarla a la resolución de ejercicios numéricos. - Reconocer que el concepto de fotón supone dotar a la luz de una naturaleza dual. 	6.7.1. Compara la predicción clásica del efecto fotoeléctrico con la explicación cuántica postulada por Einstein y realiza cálculos relacionados con el trabajo de extracción y la energía cinética de los fotoelectrones	CMCT
		6.8. Aplicar la cuantización de la energía al estudio de los espectros atómicos e inferir la necesidad del modelo atómico de Bohr		
Indicadores		<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar las rayas del espectro de emisión del átomo de hidrógeno con los saltos de electrones de las órbitas superiores a las órbitas más próximas al núcleo, emitiendo el exceso de energía en forma de fotones de una determinada frecuencia. - Representar el átomo según el modelo de Bohr. - Discutir los aspectos del modelo de Bohr que contradicen leyes de la Física clásica. 	6.8.1. Interpreta espectros sencillos, relacionándolos con la composición de la materia.	CMCT

Tabla 28. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 13.

Bloque VI	13. FÍSICA CUÁNTICA
Resultados del Aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer la existencia de fenómenos que no se pueden explicar con los principios de la física clásica (la única que se conoce a finales del siglo XIX). - Conocer la ley de Planck como primera formulación matemática de la cuantización de la energía. Comprender lo novedoso de la idea. - Estudiar el efecto fotoeléctrico a través de las experiencias que se llevaron a cabo y sus consecuencias. Entender el balance energético de Einstein como una aplicación de la idea de la cuantización. - 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. - Conocer el principio de la dualidad onda-corpúsculo y sus consecuencias en función del tamaño de la partícula considerada. - Conocer el principio de indeterminación y sus consecuencias en función del tamaño de la partícula considerada. - Conocer el modelo mecanocuántico del átomo que surge de los dos principios anteriores. - Conocer algunas aplicaciones de la física cuántica en dispositivos tecnológicos conocidos como el láser, la célula fotoeléctrica, el microscopio electrónico o la nanotecnología.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Física Cuántica. - Insuficiencia de la Física Clásica. - Orígenes de la Física Cuántica. Problemas precursores. - Interpretación probabilística de la Física Cuántica. - Aplicaciones de la Física Cuántica. El Láser.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Explica las limitaciones de la física clásica al enfrentarse a determinados hechos físicos, como la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico o los espectros atómicos. - Relaciona la longitud de onda o frecuencia de la radiación absorbida o emitida por un átomo con la energía de los niveles atómicos involucrados. - Compara la predicción clásica del efecto fotoeléctrico con la explicación cuántica postulada por Einstein y realiza cálculos relacionados con el trabajo de extracción y la energía cinética de los fotoelectrones. - Determina las longitudes de onda asociadas a partículas en movimiento a diferentes escalas, extrayendo conclusiones acerca de los efectos cuánticos a escalas macroscópicas. - Formula de manera sencilla el principio de incertidumbre de Heisenberg y lo aplica a casos concretos como los orbitales atómicos.
Materiales y Recursos	<p><i>Simulación:</i> Luces de Neón y otras lámparas de descarga (https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/discharge-lamps). Durante la simulación se produce luz a través del bombardeo de átomos con electrones, dando lugar a espectros característicos, asociados a elementos.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Control fin de unidad.</p>

Tabla 29. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 14.

Bloque VI		14. FÍSICA NUCLEAR	
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL
6.12. Distinguir los distintos tipos de radiaciones y su efecto sobre los seres vivos			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Describir los fenómenos de radiactividad natural y artificial. - Diferenciar los tipos de radiación, reconocer su naturaleza y clasificarlos según sus efectos sobre los seres vivos. - Comentar las aplicaciones médicas de las radiaciones así como las precauciones en su utilización. 	6.12.1. Describe los principales tipos de radiactividad incidiendo en sus efectos sobre el ser humano, así como sus aplicaciones médicas.	CMCT CSC
6.13. Establecer la relación entre la composición nuclear y la masa nuclear con los procesos nucleares de desintegración.			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Definir energía de enlace, calcular la energía de enlace por nucleón y relacionar ese valor con la estabilidad del núcleo. - Definir los conceptos de periodo de semidesintegración, vida media y actividad y las unidades en que se miden. - Reconocer y aplicar numéricamente la ley del decaimiento de una sustancia radiactiva. 	6.13.1. Obtiene la actividad de una muestra radiactiva aplicando la ley de desintegración y valora la utilidad de los datos obtenidos para la datación de restos arqueológicos. 6.13.2. Realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas.	CMCT CSC
6.14. Valorar las aplicaciones de la energía nuclear en la producción de energía eléctrica, radioterapia, datación en arqueología y la fabricación de armas nucleares.			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar y aplicar las leyes de conservación del número atómico y másico y de la conservación de la energía a las reacciones nucleares (en particular a las de fisión y fusión) y a la radiactividad. - Justificar las características y aplicaciones de las reacciones nucleares y la radiactividad (como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina). - Definir el concepto de masa crítica y utilizarlo para explicar la diferencia entre una bomba atómica y un reactor nuclear. 	6.14.1. Explica la secuencia de procesos de una reacción en cadena, extrayendo conclusiones acerca de la energía liberada. 6.14.2. Conoce aplicaciones de la energía nuclear como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina.	CMCT CSC AA
6.15. Justificar las ventajas, desventajas y limitaciones de la fisión y la fusión nuclear.			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Diferenciar los procesos de fusión y fisión nuclear e identificar los tipos de isótopos que se emplean en cada una. - Analizar las ventajas e inconvenientes de la fisión nuclear como fuente de energía, reflexionando sobre episodios como la explosión de la central nuclear de Chernóbil, el accidente de Fukushima, etc. - Identificar la fusión nuclear como origen de la energía de las estrellas y reconocer las limitaciones tecnológicas existentes en la actualidad para que pueda ser utilizada como fuente de energía. 	6.15.1. Analiza las ventajas e inconvenientes de la fisión y la fusión nuclear justificando la conveniencia de su uso.	CMCT CSC AA

Tabla 30. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 14.

Bloque VI	14. FÍSICA NUCLEAR
Resultados del aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer los principios y fenómenos relacionados con la estructura del núcleo atómico: la radiactividad, la estabilidad nuclear y las reacciones nucleares. - Analizar y evaluar la energía asociada a un determinado proceso nuclear, comprendiendo los conceptos de energía de enlace, defecto de masa y energía de enlace por nucleón. - Aplicar la equivalencia masa-energía para determinar energías de enlace en el núcleo atómico. - Comprender los procesos radiactivos (naturales y artificiales). - Conocer las características de las partículas alfa y beta, así como de la radiación gamma. - Aplicar las leyes de conservación del número atómico, del número másico y de la energía a los procesos relacionados con el núcleo atómico. - Manejar con soltura las leyes que rigen la cinética de las desintegraciones radiactivas. Aplicarlas a estudios de datación y para comprender el problema de las emisiones y los residuos radiactivos. - Conocer el origen de la energía nuclear y ser capaz de evaluarla para un núclido concreto, comprendiendo los procesos de fisión y fusión nucleares. - Evaluar de forma crítica algunas aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - El núcleo atómico. Números másico y atómico. Isótopos, isóbaros e isótonos. Estabilidad del núcleo (fuerza nuclear fuerte y débil, Diagrama de Segré). - Energía de enlace y defecto de masa. Energía de enlace por nucleón. - La radiactividad. Radiactividad natural y artificial. Tipos: radiación α, β y γ. - Reacciones nucleares y leyes de la desintegración radiactiva. Emisión α, β y γ. El mecanismo de desintegración β. Actividad radiactiva: ley y consecuencias (constante de desintegración, período de semidesintegración, vida media y actividad radiactiva). - Energía de origen nuclear: fusión y fisión. Reacción en cadena. Reactor nuclear y bomba de fisión. Plasma. - Aplicaciones. Aplicaciones de los isótopos radiactivos en medicina (diagnóstico y radioterapia), industria e investigación (datación). Reactores nucleares de fisión y fusión. - Efectos de la radiactividad. Contaminación radiactiva. Medida y detección. Radiaciones ionizantes. Sievert y Gray.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Describe los principales tipos de radiactividad incidiendo en sus efectos sobre el ser humano, así como sus aplicaciones médicas. - Obtiene la actividad de una muestra radiactiva aplicando la ley de desintegración y valora la utilidad de los datos obtenidos para la datación de restos arqueológicos. - Realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas. - Explica la secuencia de procesos de una reacción en cadena, extrayendo conclusiones acerca de la energía liberada. - Conoce aplicaciones de la energía nuclear como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina.
Actividades (ver Anexo I)	<p><i>Práctica:</i> Demostración de que un tubo fluorescente común contiene plasma, uno de los conceptos explicados dentro del tema de Física Nuclear.</p> <p><i>Simulación:</i> Fisión nuclear (https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/nuclear-fission).</p> <p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad.</p> <p><i>Trabajo:</i> centrales nucleares.</p> <p><i>Lecturas:</i> Las Nuevas Energías. Recopilación de artículos de La Recherche (Bizet, 1983)// Biografía de Lise Meitner.</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio.</p> <p>Control fin de unidad. Nota compartida con un trabajo sobre la situación actual de las centrales nucleares, riesgos y reflexión personal crítica.</p> <p>Evaluación de la práctica a través de su desarrollo y del correspondiente informe de laboratorio.</p>

Tabla 31. Contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave de la Unidad Didáctica 15.

15. INTERACCIONES FUNDAMENTALES E HISTORIA DEL UNIVERSO			
Criterios de Evaluación		Estándares de aprendizaje	CCCL
6.16. Distinguir las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza y los principales procesos en los que intervienen		6.16.1. Compara las principales características de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza a partir de los procesos en los que éstas se manifiestan.	CMCT CL AA
Ind.	- Describir las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza (gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil) así como su alcance y efecto.		
6.17. Reconocer la necesidad de encontrar un formalismo único que permita describir todos los procesos de la naturaleza		6.17.1. Establece una comparación cuantitativa entre las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza en función de las energías involucradas.	CMCT
Ind.	- Clasificar y comparar las cuatro interacciones (gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil) en función de las energías involucradas.		
6.18. Conocer las teorías más relevantes sobre la unificación de las interacciones fundamentales de la naturaleza.		6.18.1. Compara las principales teorías de unificación estableciendo sus limitaciones y el estado en que se encuentran actualmente. 6.18.2. Justifica la necesidad de la existencia de nuevas partículas elementales en el marco de la unificación de las interacciones	CMCT CL
Ind.	- Describir el modelo estándar de partículas y la unificación de fuerzas que propone. - Justificar la necesidad de la existencia de los gravitones. - Reconocer el papel de las teorías más actuales en la unificación de las cuatro fuerzas fundamentales		
6.19. Utilizar el vocabulario básico de la física de partículas y conocer las partículas elementales que constituyen la materia.		6.19.1. Describe la estructura atómica y nuclear a partir de su composición en quarks y electrones, empleando el vocabulario específico de la física de quarks. 6.19.2. Caracteriza algunas partículas fundamentales de especial interés, como los neutrinos y el bosón de Higgs, a partir de los procesos en los que se presentan.	CMCT CL
Ind.	- Identificar los tipos de partículas elementales existentes según el modelo estándar de partículas y clasificarlas en función del tipo de interacción al que son sensibles y a su papel como constituyentes de la materia. - Reconocer las propiedades que se atribuyen al neutrino y al bosón de Higgs.		
6.20. Describir la composición del universo a lo largo de su historia en términos de las partículas que lo constituyen y establecer una cronología del mismo a partir del Big Bang.		6.20.1. Relaciona las propiedades de la materia y antimateria con la teoría del Big Bang. 6.20.2. Explica la teoría del Big Bang y discute las evidencias experimentales en las que se apoya, como son la radiación de fondo y el efecto Doppler relativista. 6.20.3. Presenta una cronología del universo en función de la temperatura y de las partículas que lo formaban en cada periodo, discutiendo la asimetría entre materia y antimateria.	CMCT AA
Ind.	- Reconocer la existencia de la antimateria y describir alguna de sus propiedades. - Recopilar información sobre las ideas fundamentales de la teoría del Big Bang y sus evidencias experimentales y comentarlas. - Valorar y comentar la importancia de las investigaciones que se realizan en el CERN en el campo de la Física nuclear.		
6.21. Analizar los interrogantes a los que se enfrentan los físicos hoy en día.		6.21.1. Realiza y defiende un estudio sobre las fronteras de la Física del siglo XXI.	CMCT CL CEC
In	- Recopilar información sobre las últimas teorías sobre el Universo (teoría del todo) y los retos a los que se enfrenta la Física y exponer sus conclusiones.		

Tabla 32. Resultados del aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación de la Unidad Didáctica 15.

<i>Bloque VI</i>	15. INTERACCIONES FUNDAMENTALES E HISTORIA DEL UNIVERSO
Resultados del Aprendizaje	<p>Se espera que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer algunas de las partículas fundamentales que forman la materia, como los neutrinos y el bosón de Higgs, y su relación con otras partículas conocidas por el alumnado. - Conocer la historia, expansión del Universo y teoría del Big Bang. Relacionarlo con la materia y la antimateria. - Dominar el vocabulario específico de la física de quarks, utilizándolo para describir la estructura atómica y nuclear.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Interacciones fundamentales de la naturaleza y partículas fundamentales. - Las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza: gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil. - Partículas fundamentales constitutivas del átomo: electrones y quarks. - Historia y composición del Universo. - Fronteras de la Física.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> - Compara las principales características de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza a partir de los procesos en los que estas se manifiestan. - Describe la estructura atómica y nuclear a partir de su composición en quarks y electrones, empleando el vocabulario específico de la física de quarks. - Explica la teoría del Big Bang y discute las evidencias experimentales en las que se apoya, como son la radiación de fondo y el efecto Doppler relativista.
Actividades	<p>Actividades modelo, de aula, domicilio, recuperación y diversidad. Actividad Kahoot. <i>Lectura:</i> Catástrofes cósmicas, estrellas de neutrones y agujeros negros (Lewin y Goldstein, 2012).</p>
Instrumentos de Evaluación	<p>Evaluación de las actividades de aula y domicilio. Prueba escrita en formato examen en la que se incluyen contenidos de toda la evaluación, correspondiendo un 20% de la prueba a contenidos de las dos primeras evaluaciones. Actividad Kahoot fin de Bloque VI, respuestas correctas evaluadas a través de las estadísticas de la actividad.</p>

II.8.3. Temas transversales y educación en valores

A lo largo de las distintas unidades didácticas, se propone la inclusión de ciertos temas transversales y se considerará la educación en valores, cuya representación estará sujeta a los contenidos y las actividades propias de la unidad.

Primeramente, a lo largo del curso se trabajará la **educación para la igualdad entre hombres y mujeres**, un aspecto que se abordará de distintas maneras. Por una parte, la contribución de las mujeres a la ciencia, que las desigualdades de género han relegado al olvido durante muchos años, se incluirá en la asignatura dando a conocer las aportaciones más relevantes asociadas a los contenidos específicos de cada unidad. También se incluirá al menos una biografía de una mujer como parte del plan de lectura propuesto, en concreto se ha seleccionado la biografía de Lise Meitner dentro del tema de física nuclear. Finalmente, uno de los proyectos planteados en la innovación de este Trabajo Fin de Máster versará sobre la visión de género dentro de la Física, una cuestión a la que los estudiantes que desarrollen el trabajo se aproximarán mediante la investigación y el estudio de la vida y aporte de una mujer científica, el estudio histórico de la situación de las mujeres en la ciencia u otros análisis que puedan surgir por iniciativa propia del alumnado. Este apartado se concretará en la Parte III de esta memoria.

En segundo lugar, se introducirá la **educación para un desarrollo sostenible** desde la perspectiva de la Física. Este contenido estará asociado al tema transversal de **Ciencia, Tecnología y Sociedad**, que se tratará nuevamente dentro del proyecto de innovación, en un apartado diferente que se ofertará para que las/os alumnas/os desarrollen un trabajo, y que se englobará bajo el título *Física y Sociedad*. Se analizará la influencia positiva de los descubrimientos derivados del desarrollo de las ciencias físicas, la problemática asociada a otros hallazgos, y las alternativas que la Física proporciona para la contribución a la sostenibilidad. Algunas de las lecturas propuestas en el apartado anterior forman parte de este tema transversal, como es el caso de los aceleradores y colisionadores de partículas dentro de la unidad didáctica 5, Campo Magnético, o la lectura sobre las nuevas energías (unidad didáctica 14, Física Nuclear), en la que se aborda la seguridad de las centrales nucleares.

Aunque no se ha planteado una actividad específica para ello, también se considerará la **educación intercultural** a lo largo del curso, que atenderá de forma especial a las distintas culturas que convivan en el aula durante el curso académico en el

que se implante la programación propuesta. En este sentido, se adecuará el tratamiento de este tema transversal a la situación del grupo clase, propiciando en todo momento la educación inclusiva durante la realización de actividades grupales, como los trabajos o las prácticas en el laboratorio, pero también de forma más específica. En este último caso, se propondrá la exposición de contenidos que guarden relación con la Física y las distintas culturas, como la situación actual de los avances tecnológicos o las aportaciones científicas de personalidades de distintos países de procedencia.

II.9. Atención a la Diversidad

La regulación de la educación inclusiva en España se recoge en la LOMCE, a través de una serie de modificaciones respecto a la previa Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Así, se promueve la garantía de la equidad en la educación con la siguiente modificación:

La equidad, que garantice la igualdad de oportunidades para el pleno desarrollo de la personalidad a través de la educación, la inclusión educativa, la igualdad de derechos y oportunidades que ayuden a superar cualquier discriminación y la accesibilidad universal a la educación, y que actúe como elemento compensador de las desigualdades personales, culturales, económicas y sociales, con especial atención a las que se deriven de cualquier tipo de discapacidad.

Por otra parte, mediante la modificación de los artículos 71 y 72, la LOMCE contempla el alumnado con necesidad específica de apoyo educativo (principios y recursos):

Las Administraciones educativas dispondrán los medios necesarios para que todo el alumnado alcance el máximo desarrollo personal, intelectual, social y emocional, así como los objetivos establecidos con carácter general en la presente Ley. Las Administraciones educativas podrán establecer planes de centros prioritarios para apoyar especialmente a los centros que escolaricen alumnado en situación de desventaja social.”

“Corresponde a las Administraciones educativas asegurar los recursos necesarios para que los alumnos y alumnas que requieran una atención educativa diferente a la ordinaria, por presentar necesidades educativas especiales, por dificultades específicas de aprendizaje, TDAH, por sus altas capacidades intelectuales, por haberse incorporado tarde al sistema educativo, o por condiciones personales o de historia escolar, puedan alcanzar el máximo desarrollo posible desus capacidades personales y, en todo caso, los objetivos establecidos con carácter general para todo el alumnado.

El artículo 76 de la presente ley LOMCE hace referencia al alumnado con altas capacidades, atribuyendo una sección cuarta dentro del Capítulo I del Título II, que titula “alumnado con dificultades específicas de aprendizaje”, y un artículo 79bis correspondiente a medidas de escolarización y atención.

En la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, estos aspectos se concretan en el Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el

currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias. Así, en su Capítulo III se aborda la atención a la diversidad del alumnado (artículos 17 y 18), desarrollando cada uno de los apartados comentados en la LOE.

En esta programación, para introducir las medidas de atención a la diversidad se tendrá en cuenta el hecho de que se trata de una asignatura ubicada en el segundo curso de una etapa de educación post-obligatoria, de tal manera que no se espera que en las aulas sea común la presencia de estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo (n.e.a.e.) ligadas a discapacidad intelectual, así como tampoco se centrarán estas medidas en n.e.a.e. asociadas a la adquisición y desarrollo del lenguaje, algo que se espera que ya haya sido tratado en etapas previas. Considerando como necesidades más comunes que se puedan presentar durante el curso de 2º Bachillerato, se exponen a continuación:

Medidas de atención a la diversidad para alumnado con n.e.a.e. ligadas a problemas motrices y de salud.

Para este alumnado es importante tener en consideración no solo las medidas físicas de adaptación necesarias, sino también la situación socio-emocional asociada a estos trastornos. La información en estos casos acerca del problema y de los posibles recursos para abordarlo se obtendrá a través del mantenimiento de una comunicación activa con los servicios de salud y sociales. La actuación en estos casos debe al problema concreto, si bien se formulan aquí una serie de medidas que podrían ser comunes a distintas situaciones:

- Ofrecer más tiempo para llevar a cabo las actividades, incluyendo, en su caso, la exposición de las mismas en el aula.
- Facilitar adaptaciones de movilidad (situación en el aula, visibilidad, acceso a distintos espacios y recursos del centro, etc.).
- Fomentar la ayuda entre compañeros a través de la educación en valores. En este sentido, la información es una fuente muy valiosa que promueve la disposición a ayudar a la vez que normaliza situaciones que se alejan de lo ordinario.
- Gestionar, junto con el departamento de orientación, la ayuda de profesionales en caso de necesidad, tanto para apoyo físico como socio-emocional.

Medidas de atención a la diversidad para alumnado con altas capacidades

Una de las dificultades más generales para el alumnado diagnosticado con altas capacidades es la falta de motivación. Por ello, la medida que más se ajusta a estas situaciones es la ampliación curricular, que pueda permitir una educación más individualizada que responda a las inquietudes del estudiantado con estas características. Además de una ampliación de contenidos curriculares, se planteará la opción de desarrollar un trabajo de investigación que pueda servir como motivación adicional, y que se expondría al conjunto de la clase a través de una presentación al inicio de la tercera evaluación. El hecho de compartir la investigación realizada con sus compañeros resulta por sí misma una motivación adicional para el alumno/a con altas capacidades, siendo a su vez constructivo en la medida en que aporta nueva información para el resto de estudiantes. También en relación con la motivación, la elección del tema del proyecto será libre, y la profesora ofertará ayuda, especialmente en cuanto a materiales necesarios para llevarlo a cabo. Se pondrá la condición al alumno/a de superar los contenidos curriculares establecidos para 2º Bachiller, con la intención de evitar que éste/a deje de lado los estándares de aprendizaje establecidos para el curso.

Medidas de generales de atención a la diversidad

Además de las medidas pensadas para casos de necesidades concretas, como las expuestas anteriormente, es importante considerar la enorme variedad que existe dentro del conjunto del alumnado y los beneficios que la atención a la diversidad puede aportar de forma genérica. Dentro de estas medidas generales, se presentan a continuación dos posibles medidas ordinarias que favorecerían la calidad del proceso educativo para una clase de 2º de Bachiller:

- Profesor de apoyo. La Física es una asignatura que invita a la experimentación práctica, cuya realización puede dificultarse por un exceso de estudiantes en los laboratorios. Gracias a la presencia de un profesor de apoyo durante las sesiones prácticas, la relación entre el número de alumnos/as y el número de profesores que pueden atenderlos se reduciría notablemente, facilitando tanto su desarrollo por parte del alumnado como la atención más individualizada desde al profesorado hacia los estudiantes, un aspecto de gran importancia en situaciones de laboratorio.

- Programa de refuerzo de materias no superadas. La asignatura de Física se oferta como una materia de opción del bloque de asignaturas troncales de la modalidad de Ciencias, de tal manera que se espera una continuidad en los estudios de quien la elija y, por tanto, una ausencia de resultados negativos en la asignatura previa, en este caso Física y Química de 1º Bachiller. Sin embargo, no siempre se tiene la base necesaria, especialmente teniendo en cuenta el nivel de complejidad que los contenidos adquieren en Física, de tal manera que podrían considerarse adecuadas una serie de actuaciones dirigidas a la superación de los aprendizajes no adquiridos.
- Actividades de enriquecimiento curricular. De manera general, se proporcionará una hoja de ejercicios adicional que se pretende pueda servir como refuerzo o ampliación para aquellos estudiantes que muestren dificultades. Así, para todas y cada una de las unidades didácticas se ofertarán una serie de actividades de recuperación y diversidad, y se mostrará en todo caso la disponibilidad de la profesora para resolver las dudas que puedan surgir en su realización.

II.10. Evaluación

Los estándares de aprendizaje, otorgando concreción a los criterios de evaluación, van a ser la base sobre la que calibrar la calificación de los estudiantes en el desarrollo y aprendizaje de la materia. Para que este aprendizaje sea profundo, duradero y eficaz, la evaluación de los conocimientos y destrezas adquiridas se llevará a cabo de forma continua, lo que facilitará la familiarización del alumnado con los distintos contenidos, y su desarrollo competencial.

En este contexto, la evaluación considerará el grado de competencias de etapa y de materia adquiridas, calibrando la capacidad de los estudiantes para interiorizar y aplicar el aprendizaje. Se describe a continuación lo que se valorará, en función de los criterios de evaluación establecidos previamente, y cómo se calificará el nivel de adquisición de objetivos en el/la alumno/a.

II.10.1. Instrumentos de Evaluación

Se evaluarán los conocimientos adquiridos a través de las siguientes herramientas.

Prueba Escrita

Se realizarán dos tipos distintos de pruebas escritas, en función del contenido a evaluar. La primera de ellas será una prueba de tipo control, que constará de dos opciones (A y B) de cuatro actividades cada una, y que tendrá lugar al finalizar cada unidad. Se combinarán los problemas numéricos con cuestiones que exijan un razonamiento. Además, para algunas de las unidades la prueba control se dividirá en apartados presenciales y no presenciales, de tal manera que se resolverán en clase una serie de cuestiones posteriormente a un trabajo fuera del aula que podrá llevarse a cabo de forma individual o por agrupaciones de dos estudiantes (ver *Trabajos y Proyectos*).

La segunda prueba tendrá un mayor peso en la calificación, y será un examen que abarcará varias unidades, estableciéndose uno por evaluación. En cada examen se incluirán contenidos de la evaluación previa, promoviendo con esta medida la continuidad en el aprendizaje.

En cada una de estas pruebas se establecerán una serie de indicadores de logro en función de los cuales se procederá a la calificación.

Trabajos y Proyectos

Como se ha comentado previamente, se plantea la elaboración de pequeños trabajos que guarden relación con los contenidos de la unidad. Se plantearán trabajos de temática común para todo el alumnado, algunos de los cuales podrán estar asociados a las simulaciones propuestas, facilitando su desarrollo a través de la práctica desde el ordenador.

Paralelamente, se asignará una temática a un grupo de estudiantes para la realización de un proyecto que podrán abordar desde una perspectiva de género, social o de ficción (cine o lecturas). Se propone que su desarrollo tenga lugar a lo largo de las dos primeras evaluaciones, tras lo cual se procederá a su exposición durante un ciclo de encuentros que tendrá lugar durante la última semana de la segunda evaluación (*proyecto de innovación: la Física en Perspectivas*, ver Parte III de esta memoria).

La evaluación de los trabajos y proyectos llevados a cabo pondrá de manifiesto el grado de desarrollo de competencias adicionales a la CMCT, a través de la autonomía del alumnado en el proceso de aprendizaje o las actitudes durante el trabajo colaborativo.

Actividades de Aula y Domicilio y Actividades Kahoot

La participación en la resolución de ejercicios en clase (actividades de aula), así como su desarrollo individual, que se podrá observar a través de la puesta en común de las actividades de domicilio, será evaluada positivamente, siendo responsabilidad de la profesora la observación del desempeño de todos y cada uno de los estudiantes a lo largo del curso.

Prácticas de Laboratorio

Las prácticas de laboratorio se evaluarán a través de informes cuya extensión variará en función de la práctica. Se incluirán en los mismos tanto la observación experimental, la forma de proceder en el laboratorio, los cálculos necesarios para alcanzar el objetivo de la práctica, las representaciones de los datos experimentales y el análisis razonado de los mismos. Para cada práctica concreta, se establecerán una serie de indicadores de logro asociados a la calificación.

II.10.2. Criterios de Calificación

Prueba Escrita

Se especificará la puntuación de cada apartado en la misma hoja del examen, para que los estudiantes conozcan el procedimiento previa realización. Se valorarán aspectos como la deducción de ecuaciones, el razonamiento tanto de las cuestiones como de los problemas, la correcta resolución numérica de estos últimos o el análisis de datos experimentales.

Se establece un 60% de la calificación final para el conjunto de pruebas escritas, de los cuales un 25% se corresponderá con las notas obtenidas en los controles, mientras que el restante 35% vendrá dado por el examen. Esta última prueba se calificará sobre un total de 10 puntos. Puesto que se trata de una evaluación continua, en el examen se asignará

un 20% de la nota (2 puntos sobre 10) a contenidos de evaluaciones anteriores, una medida que no se aplicará en la primera evaluación.

Trabajos y Proyectos

El desarrollo de trabajos (individuales, o por grupo de dos alumnos/as, la asimilación de los conceptos se valorará a través de la parte presencial del control correspondiente) para aquellas unidades en las que se establece, se valorará con un 10% de la nota final.

Además, se plantea un incremento de hasta un punto sobre la nota final de la asignatura en función de la evaluación del proyecto de investigación grupal, cuya exposición tendrá lugar dentro del ciclo de encuentros que se ha denominado *La Física en Perspectivas*. Se valorará la coherencia tanto el contenido como la exposición, la capacidad de búsqueda de información, la planificación, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la argumentación científica, la capacidad de toma de decisiones y la responsabilidad (para más detalles, ver Parte III, apartado III.7.1).

Actividades de Aula y Domicilio y Actividades Kahoot

Se puntuará positivamente a aquellos alumnos/as que salgan al encerado a resolver un ejercicio de los propuestos como actividades de aula o de domicilio. Se asignará una nota numérica que variará entre 7-10 (sobre 10) en función de la ayuda necesaria para desarrollar el problema, desde la máxima autonomía del alumno (10) hasta la resolución con importante guía de la profesora (7). Se entiende que en este último caso el alumno/a no habría trabajado la actividad previamente en su domicilio. Estas notas positivas tendrán su impacto en el porcentaje de la evaluación que corresponde al trabajo de clase y que supondrá un 15% de la calificación final. También la actividad Kahoot se calificará de forma positiva dentro de ese porcentaje, apoyándose la nota en las respuestas correctas de los alumnos.

Prácticas de Laboratorio

Las prácticas de laboratorio constituirán un 15% de la calificación final, y en ellas valorarán aspectos tales como la presentación, el análisis de los datos experimentales, la correcta resolución de cálculos a través de ecuaciones, la representación de datos o el

desarrollo adecuado de la actividad práctica durante la sesión de laboratorio, lo que afecta también al comportamiento del estudiante.

II.10.3. Evaluación de alumnos con asignaturas pendientes

Se realizará un seguimiento sistemático de la evolución de aquellos estudiantes que accedan al curso con asignaturas pendientes de superación y que guarden relación con la rama en la que se ubica la Física, pudiendo afectar a su correcto desarrollo. En este sentido, serán centrales las materias de Física y Química de 1º de Bachiller y de Matemáticas. Este seguimiento se efectuará, en primer lugar, a través de las actividades de recuperación y diversidad. Para estos alumnos en particular, se asignará una fecha de entrega de estos ejercicios, que tendrá lugar en la semana posterior a la finalización de cada unidad didáctica, y que se corregirán en un breve plazo de tiempo para facilitar la comunicación de posibles errores y la resolución de las dudas asociadas a estos fallos.

Además, para el caso de la asignatura de Física y Química, se propone la superación de una prueba de carácter extraordinario del contenido correspondiente a los contenidos básicos de la parte de Física de dicha materia, cuya ejecución se acordará entre el profesorado y el/la alumno/a, siendo preferible que ésta tenga lugar a lo largo de la primera evaluación. Se ofertará ayuda, especialmente de cara a la resolución de dudas, a modo de apoyo para su preparación.

II.10.4. Evaluación de la Práctica Docente

Resulta esencial realizar una reflexión sobre la propia práctica docente. Ésta será entendida con un valor diagnóstico y en un sentido formativo de modo que en caso de ser necesario puedan ir introduciéndose modificaciones en el transcurso del curso académico. Se tendrán en cuenta los siguientes indicadores en cuenta para esta evaluación de la práctica docente:

- El planteamiento de los objetivos de forma clara y concisa.
- La adecuación de las actividades y tareas planteadas para la consecución de los objetivos del tema, siendo útiles para el desarrollo de competencias.
- La adecuación de la organización en el aula, tanto en la temporización de los contenidos como de las actividades asociadas a los mismos.
- La adecuación de la metodología y recursos empleados

- La inclusión de actividades transversales como medidas de atención a la diversidad.
- La pertinencia de la evaluación con los objetivos de aprendizaje así como su coherencia con los estándares de aprendizaje.

Para la comprobación de todos estos indicadores se realizarán cuestionarios periódicos coincidiendo con el final de cada una de las tres evaluaciones, de tal manera que el análisis de resultados permitirá la modificación, durante el desarrollo del curso, de los aspectos que experimenten mayor deficiencia. Un ejemplo de un posible cuestionario se ha recogido en el Anexo II. También se tendrán en cuenta para posibles mejoras enfocadas a años posteriores.

II.11. Bibliografía

- Bizec, R.F. (1983). *Las Nuevas Energías. Recopilación de artículos de La Recherche*. Barcelona: Orbis.
- Circular de inicio de curso 2016-2017 para los centros docentes públicos. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-63 (28/07/2016).
- Circular de 11 de abril de 2017, para la aplicación del calendario de finalización del 2º curso de Bachillerato. Año académico 2016-2017. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-4 (11/04/2017).
- Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-577 (29/01/2015).
- Martínez Ramírez, E. y Martínez Ramírez, J. (2016). *Física Bachillerato*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Nacenta, P., Romo, N., Trueba, J.L. y Puente, J. (2016). *Física 2 Bachillerato*. Madrid: Ediciones SM.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, pp. 97858-97921 (10/12/2013).
- Lewin, W. y Goldstein, W. (2012) *Por amor a la Física*. Barcelona: Random House Mondadori.

Orden EDC/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 6986-7003 (29/01/2015).

Orden ECD/1941/2016, de 22 de diciembre, por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas, para el curso 2016/2017. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 89890-89949 (23/12/2016).

Peña Sainz, A. y García Pérez, J.A. (2016). *Física 2 Bachillerato*. Madrid: Mc Graw Hill Education.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 169-546 (03/01/2015).

Resolución de 6 de agosto de 2001, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueban las Instrucciones que regulan la organización y funcionamiento de los Institutos de Educación Secundaria del Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 10822-10835 (13/08/2001).

Resolución, de 26 de mayo de 2016, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se regula el proceso de evaluación del aprendizaje del alumnado de Bachillerato y se establecen el procedimiento para asegurar la evaluación objetiva y los modelos de los documentos oficiales de evaluación. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-27 (03/06/2016).

Vidal Fernández, M.C. y Sánchez Gómez, D. (2016). *Física 2 Bachillerato. Serie Investiga*. Madrid: Santillana Educación.

Tierno S.P., del Río E., Donoso J.M. (2015). ¿El cuarto estado de la materia? Introducción al plasma para estudios preuniversitarios. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12, 601-607.

➤ Páginas web:

Portal de Educastur. Recuperado de <http://www.educastur.es/>

Phet Interactive Simulations. Recuperado de <https://phet.colorado.edu/es/>

PARTE III. PROYECTO DE INNOVACIÓN. LA FÍSICA EN PERSPECTIVAS

A continuación, se expone la propuesta de innovación, que se ha denominado Física en Perspectivas, y que se pretende que se materialice como un Ciclo de Encuentros en el que la Física se asocie a una cuestión de cine, lectura, sociedad o género.

III.1. Resumen

La propuesta de innovación que se expone a continuación surge de la necesidad de enseñar a las nuevas generaciones a analizar distintos ámbitos del mundo, con los que el alumnado está en continuo contacto, desde una perspectiva de pensamiento científico y crítico. Para ello, se han seleccionado los temas de género, cine, lectura y sociedad. Si bien la innovación se ha enfocado hacia la asignatura de Física de 2º Bachiller, su aplicación podría extenderse a diferentes cursos y asignaturas, lo que llevaría a promover una colaboración interdepartamental. Esta expansión de la innovación no tendría por qué realizarse de forma independiente, ya que el campo de aplicación de la Física se solapa con el de otras disciplinas científicas, difuminando las fronteras entre ellas.

Un punto clave de esta innovación es la motivación hacia distintos aspectos de la asignatura a través de un aprendizaje por proyectos, otorgando libertad a los estudiantes para la elección del enfoque y la forma de exposición de resultados dentro de los cuatro temas planteados. Tal exposición se ha denominado “ciclo de encuentros”, considerando la puesta en común de los proyectos un medio no solo para el tratamiento de contenidos curriculares, sino también un espacio abierto para la convivencia y el debate desde el respeto.

III.2. Justificación

La falta de motivación hacia determinadas disciplinas y el desinterés que se genera en consecuencia, es una de las causas del fracaso en la transmisión de los conocimientos científicos al alumnado, y es responsabilidad de los docentes, como primeros emisores de la información, la búsqueda de estrategias y recursos didácticos que inviertan esa

situación, promoviendo motivar a los estudiantes alejándolos de rutinarias explicaciones magistrales (Palacios, 2007). El cine y la literatura han sido dos de estos recursos que más éxito han demostrado tener para asignaturas como la Física, donde multitud de conceptos tienen su representación en estos medios a través de la ciencia ficción. Con esta innovación, se amplía la motivación a otros dos aspectos cotidianos que pueden despertar el interés de los/as alumnos/as: las aplicaciones de la Física en la sociedad actual y las cuestiones de género, de gran importancia esta última dado que los estudiantes de hoy representan el futuro, y la educación por la igualdad debe estar presente en su aprendizaje. Además, ofreciendo cuatro posibles opciones para el desarrollo del trabajo, con la amplitud que existe dentro de cada uno de ellos, cada persona podrá considerar en su proyecto temas de su interés.

Finalmente, el enfoque hacia unas jornadas en forma de ciclo de encuentros facilitará el entorno adecuado para compartir ideas y conocimientos, creando un ambiente de convivencia distendido en el que se aborde la ciencia de una manera diferente, siendo los compañeros quienes se transmitan información entre sí.

III.3. Marco Legal

Para el desarrollo de la innovación, en concreto para establecer aspectos como los objetivos, contenidos o la evaluación, se tendrán en cuenta distintas normas estatales y autonómicas que constituyen el marco legal, tales como:

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, pp. 97858-97921 (10/12/2013).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 169-546 (03/01/2015).
- Orden EDC/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 6986-7003 (29/01/2015).
- Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-577 (29/01/2015).

III.4. Objetivos

A través de la iniciativa propuesta se quiere impulsar el **espíritu científico** y el **pensamiento analítico** hacia circunstancias, tanto reales como ficticias, que nos rodean. En este contexto, se utilizarán elementos cercanos y llamativos para los estudiantes, como películas o libros, con el fin de **fixar conceptos** asociados al currículo de Física de 2º Bachiller. Además, se analizarán otros aspectos de la sociedad actual en relación, por ejemplo, con problemas medioambientales o dirigiendo el estudio sobre hechos científicos desde una perspectiva de género, conformando un total de cuatro posibles proyectos en los que el alumnado trabajará desde un punto de vista físico. Se promueve así el **desarrollo del interés** de los estudiantes por la física, permitiéndoles seleccionar aquellos ámbitos de estudio que más se amolden a sus inquietudes, bajo la forma de cuatro proyectos independientes. Durante la exposición de los mismos, se fomentará la **argumentación científica** de las conclusiones, debatiendo y rebatiendo la consistencia de las mismas con **pensamiento crítico**.

Por otra parte, se valorará el **trabajo en equipo** como medio para **potenciar valores** como la igualdad, la escucha o el respeto, participando conjuntamente para el desarrollo de un proyecto común. De esta manera, se considerará en la innovación la atención a la diversidad, siendo éste un trabajo que permite la **adaptación**, tanto del contenido como de la forma de presentarlo, a la variedad de alumnos/as del centro.

III.4.1. Competencias trabajadas

Por todo lo expuesto anteriormente, la innovación que se presenta contribuirá al desarrollo, en primer lugar, de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, debido a la temática del contenido de los proyectos, intrínsecamente científico y que, como tal, se abordará desde una mentalidad y con un rigor científicos. La exposición de los resultados de cada trabajo durante el ciclo de encuentros potenciará tanto la competencia lingüística, en cuanto a su comunicación oral y/o escrita de las conclusiones, como a la competencia digital, ya que se hará uso de la tecnología en mayor o menor medida en función del formato escogido por el grupo de alumnos/as para la puesta en común del proyecto. Asimismo, estas dos competencias tendrán su representación previamente a la exposición, durante el desarrollo del trabajo, siendo

necesaria la primera para la asimilación de la información, y la segunda para la elaboración del mismo.

El trabajo en equipo, la colaboración mutua, la convivencia y la participación durante el ciclo de encuentros promoverán las competencias sociales y cívicas. La decisión llevada a cabo para seleccionar una temática y una perspectiva desde la que abordarla serán un reflejo del sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor del alumnado. Finalmente, todo el proceso en su conjunto servirá para el aprendizaje autónomo de los estudiantes, contribuyendo a la competencia de aprender a aprender con la búsqueda de información, su organización y su transmisión al resto de la comunidad educativa.

III.5. Temporalización y Metodología

Los proyectos se plantearán durante la primera semana, dando un margen de varios días para la formación de grupos y asignación de temas. El desarrollo de la innovación se planifica a lo largo de las dos primeras evaluaciones, culminando en la última semana de la segunda evaluación, a lo largo de la cual se expondrán los trabajos de investigación que el alumnado de segundo de Bachiller haya seleccionado y desarrollado de forma colaborativa y que, como se ha comentado previamente, se englobarán dentro de cuatro grandes temas como son el cine, la lectura, la sociedad y el género, siendo la Física el factor común de todos los proyectos. La profesora garantizará la representación de todos los temas, con al menos un grupo por cada uno, actuando así con el papel de moderadora en la elección. No obstante, se intentará siempre que el peso de dicha selección se adecúe a las preferencias del alumnado, con la idea de que puedan escoger aquello que les despierte un mayor interés. Se espera, sin embargo, que este aspecto no suponga un problema dado el interés innato de cada uno de los temas, su cercanía con el día a día e incluso la amplitud que, dentro de ellos, puede existir.

Las exposiciones tendrán lugar a través de proyecciones, conferencias-coloquios, lecturas, murales, representaciones u otros proyectos que puedan plantearse, ya que se pretende fomentar la iniciativa de los estudiantes. Se contará con la aportación de especialistas en el tema siempre que sea posible. Se valorará la participación, originalidad, rigor y relación del contenido con el currículo.

Teniendo en consideración la presión debida a la cercanía de la prueba de acceso a la universidad, estas jornadas se desarrollarán en un horario extraescolar, evitando eliminar clases de la asignatura. No obstante, aquellos proyectos que se hayan llevado a cabo en formatos adecuados para exponerlos en paredes o similar, como ocurre con los murales, se exhibirán en el instituto a lo largo de toda la semana.

III.6. Proyectos y Desarrollo

III.6.1. Física y Cine

Por tratarse del primer tema a abordar, se detallarán en este apartado las distintas fases de las que consta cada proyecto. En primer lugar, se asignará el tema *Cine* a un grupo de alumnos/as, que trabajarán a su vez en agrupaciones de un máximo de 3 estudiantes. Cada subgrupo seleccionará dos películas cuya trama incluya escenas que permitan realizar un análisis desde el punto de vista físico. La selección de los filmes podrá llevarse a cabo por iniciativa propia o eligiendo entre distintas opciones dadas por la profesora (Figura 2). En cualquier caso, será necesario indicar al profesorado la selección realizada para facilitar el conocimiento de los contenidos de la película previo desarrollo de la actividad.



Figura 2. Ejemplo de selección de películas que pueden ofertarse para analizar la Física que tiene lugar en ellas.

La segunda fase se corresponderá con el trabajo personal del alumnado, que dispondrá de varios meses para su realización, consiguiendo así que esta tarea no suponga un esfuerzo de excesivo agobio, sino una actividad paralela que se traduzca en una motivación para el aprendizaje. Se dejará libertad a los estudiantes para decidir acerca de la metodología de exposición de sus resultados, fomentando su propia iniciativa sobre la

imposición de opciones. El requisito indispensable será que esos resultados reflejen el análisis físico de la visualización elegida. A modo de ejemplo, en la Tabla 33 se recogen algunas películas cuya trama se puede relacionar con unos contenidos curriculares concretos (Quirantes Sierra, 2011).

Tabla 33. Ejemplificación de la relación entre fragmentos de algunas películas y conceptos físicos para un nivel de 2º Bachiller.

Película	Concepto Físico
Matrix	Ondas
2001 Odisea en el Espacio // Misión a Marte	Aceleración angular
Armageddon	Trabajo-energía
Master and commander: al otro lado del mundo	Lentes (óptica geométrica)
X-Men	Magnetismo
Enemigo Público	Jaula de Faraday
Space Cowboys	Movimiento relativo
Impact	Órbita elíptica
Harry Potter y el Prisionero de Azkaban	Resonancia y copa de cristal
Harry Potter y la Piedra Filosofal	Índice de refracción (invisibilidad)
Star Wars I: la Amenaza Fantasma	Espejismo (óptica geométrica)

La exposición de los trabajos de investigación tendrá lugar durante la tercera y última fase, ubicada, como se ha comentado previamente, en la última semana de la segunda evaluación. En el caso particular de la Física y el Cine, se facilitará la proyección de fragmentos de películas en aulas audiovisuales del centro, con el fin de dar coherencia al conjunto de la exposición, consiguiendo así la integración en el tema tratado de aquellas personas que no han realizado ese trabajo y actúen como oyentes. En cualquier caso, tras la exposición se dará paso a un coloquio entre los asistentes a la misma, en el que se planteen preguntas o se debata sobre el contenido. El profesorado actuará en estas situaciones como moderador, asegurando así que todas las intervenciones tengan lugar desde la base del respeto y se efectúen aportaciones constructivas.

III.6.2. Física y Lectura

El segundo proyecto guarda una estrecha relación con el primero, si bien en este caso la información que se analizará se encuentra recogida en libros, lo que supone un gran aliciente para su elección. En la sociedad actual, donde las nuevas tecnologías se han impuesto como alternativa con la que cubrir el ocio de la juventud, es de gran importancia fomentar en las nuevas generaciones hábitos tan indispensables como la lectura. En este

apartado se ha seleccionado, principalmente, el género de la ciencia ficción como ámbito de lectura en el que es posible encontrar una gran variedad de ejemplos para su análisis desde un punto de vista físico (Figura 3). No obstante, gracias a la diversidad de lecturas posible, otros géneros podrían considerarse, siendo aceptable cualquier elección por parte de los estudiantes en la que el currículo de física se vea reflejado.

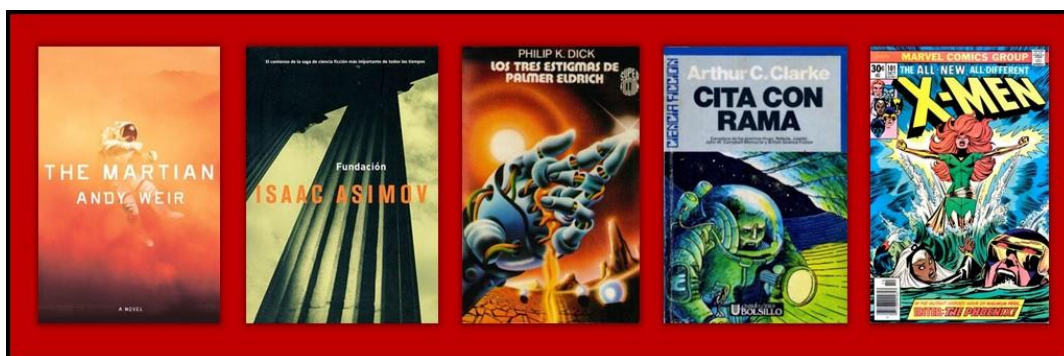


Figura 3. Ejemplo de selección de lecturas que pueden considerarse para analizar la Física que tiene lugar en ellas.

El desarrollo del proyecto se llevaría a cabo en tres fases, de forma análoga al descrito anteriormente, asignando a los grupos el tema *Lectura*, realizando la selección de textos por subgrupo, el trabajo personal de los estudiantes y, finalmente, la exposición de resultados. De forma paralela al caso anterior, en donde se proyectaban fragmentos de película, se procederá en estos proyectos a la lectura de una parte de los textos, propiciando estas sesiones de lectura durante el ciclo de encuentros que tendrá lugar en la semana de exposición.

III.6.3. Física y Sociedad

Los descubrimientos derivados del desarrollo de las ciencias físicas abarcan diversos aspectos de la actividad humana, habiendo influido de forma positiva en ellos y proporcionando, en general, comodidades a la vida de las personas. No obstante, el progreso científico también se encuentra asociado a una serie de problemáticas entre las que se incluyen la contaminación, el agotamiento de recursos naturales o la aparición de nuevas enfermedades (Nacenta et al., 2016).

Una gran parte de los problemas ambientales guardan estrecha relación con la producción y utilización de la energía y las materias primas. Incluso las energías renovables conllevan una serie de desventajas para el medioambiente, como ocurre con

los aerogeneradores responsables de la producción de energía eólica y que son, junto con los tendidos eléctricos, un factor de especial relevancia de daño a la fauna, en concreto a las aves (Figura 4a, Berdugo et al, 2017).



Figura 4. Ejemplos de contaminación debida a: (a) aerogeneradores, impacto paisajístico y efectos sobre la fauna; (b) centrales nucleares; (c) contaminación térmica de las ciudades; (d) contaminación lumínica en zonas muy pobladas.

En las ciudades ocurren dos fenómenos que también derivan en una contaminación que importante mencionar: térmica y lumínica (Figuras 4c y 4d). La primera es el resultado de la emisión de energía al ambiente en forma de calor, derivada de procesos cotidianos como la combustión para las calefacciones de los edificios o en los motores de los automóviles. Por su parte, la energía luminosa proveniente del alumbrado nocturno o instalaciones industriales y comerciales, en contacto con el vapor de agua presente en el aire, da lugar a la difusión de los rayos luminosos originando una luminosidad de fondo que tiene consecuencias sobre las costumbres de las especies que vean afectados sus ecosistemas.

Por su parte, la problemática asociada a las centrales nucleares incluye la contaminación térmica en tanto que una parte esencial del proceso es la refrigeración del núcleo del reactor, para lo que se utiliza, generalmente, agua proveniente de ríos, lagos o mares. Después de su uso, el agua vuelve a su lugar de origen pero a una temperatura más elevada, lo que conlleva una serie de efectos negativos entre los que se encuentra la disminución de la solubilidad del oxígeno, la aceleración del metabolismo de los peces, el incremento de bacterias patógenas o trastornos en las cadenas alimenticias. Para el caso

de un río, se produce un aumento de temperatura en la zona de 1 °C en una distancia de un rectángulo de medio kilómetro cuadrado (1 km de largo, a partir del punto de descarga del agua de refrigeración, por 0.5 km de ancho (Peña Sainz y García Pérez, 2016). Además, en las centrales nucleares debe tenerse en cuenta el alto poder contaminante de los residuos radiológicos, cuya principal complicación deriva de su almacenamiento. Finalmente, los accidentes debidos al uso de la energía nuclear son un tema de rigurosa actualidad, estando muy reciente el caso del accidente ocurrido en la central nuclear de Fukushima, en Japón.

Tanto en este proyecto como en el siguiente y último, resulta de total conveniencia la inclusión de aportaciones de especialistas o estudiosos que puedan ofrecer una visión más completa y rigurosa sobre estos temas. Esta opción queda sujeta a la disponibilidad de los ponentes en cada centro y ciudad en el que se realice la exposición, siendo responsabilidad de los docentes el contactar con los mismos.

III.6.4. Física y Género

Este último proyecto bien podría solaparse con los anteriores, puesto que cualquier análisis de película, lectura o situación social podría acompañarse de un enfoque de género. No obstante, debido a la posición a la que la sociedad ha relegado a las mujeres científicas a lo largo de la historia (Carreras, 2009), resulta cuanto menos adecuado dedicar un apartado íntegro al tratamiento de este tema.

Una vez más, se contempla un enfoque abierto del proyecto, dando pie a la iniciativa de los estudiantes para abordar la cuestión de género. A modo de ejemplo, un grupo podría seleccionar una científica en particular, y elegir la mejor forma de exposición que consideren para hacer llegar al resto de compañeros/as sus aportaciones. En una orientación distinta, otro grupo podría plantear un estudio histórico desde Hipatia, la primera mujer científica de la que se tiene conocimiento, hasta la situación actual de las mujeres en la ciencia.



Figura 5. Selección de mujeres científicas cuyas aportaciones podrían considerarse para analizar en relación con el currículo de Física de 2º Bachiller.

Sin duda alguna, durante la fase de exposición sería propicia la aparición de un debate o mesa redonda en la que se pongan en común las distintas impresiones del alumnado respecto a las diferencias de género, a cómo éstas se han visto reflejadas en la ciencia, y a la lucha de muchas mujeres (Figura 5) que han sido capaces de sobreponerse a las dificultades que la sociedad les ha impuesto por el hecho de ser mujeres. El pensamiento crítico y la capacidad de cuestionar y argumentar serán claves en esta puesta en común.

III.7. Evaluación

III.7.1. Evaluación del alumnado

Dado que la exposición de los proyectos tendrá lugar durante un ciclo de encuentros que transcurrirá en horario extra-escolar, no se ha asignado un porcentaje de la calificación de los estudiantes, sino que la puntuación obtenida se sumará a la nota final de la asignatura, pudiendo optar cada alumna/o a un incremento de hasta 1 punto. Se pretende con esto promover la motivación del alumnado ante una recompensa que tiene el valor añadido de influir en la media del estudiante, lo que a su vez tiene su repercusión en su futuro con vistas al acceso a la Universidad.

Se han establecido una serie de criterios que servirán para evaluar la práctica propuesta:

Participación

Se valorará la participación activa tanto en el desarrollo como en la exposición del proyecto, así como que ésta tenga lugar a través del trabajo en equipo.

Contenido

Se valorará el rigor científico de los contenidos, el desarrollo coherente de los mismos, desde un nivel que se ajuste al nivel académico de 2º de Bachiller, y la conexión con los contenidos que se han cursado en la asignatura.


Exposición

Se valorará la capacidad de argumentar, el pensamiento crítico, el uso de un lenguaje correcto, la actitud de respeto ante diferencia de opiniones, la facultad de rebatirlas.

III.7.2. Evaluación de la innovación

Una vez finalizada la exposición de los proyectos, se llevará a cabo la evaluación del éxito de la innovación a través de la combinación de cuestionarios de respuesta múltiple y abierta, que se repartirán a los estudiantes durante los últimos minutos de clase (ver Tabla 35 en el Anexo III). Es conveniente que esta evaluación se realice poco tiempo después de finalizar la innovación, de tal forma que las impresiones y el aprendizaje por parte del alumnado sean recientes, evitando así posibles distorsiones.

A modo de ejemplo, se muestra en la Figura 5 el cuestionario propuesto por el profesor A. Quirantes Sierra (Quirantes Sierra, 2011). En la primera parte del mismo, se utiliza la escala Likert para conocer el grado de conformidad de los alumnos/as con una serie de preguntas que se plantean sobre la utilidad o la calidad del proyecto, así como de la relación del estudiante con el cine. El cuestionario se completa con preguntas abiertas acerca de la opinión personal del alumnado, lo que facilita una mayor fidelidad de los datos obtenidos en la investigación y recogidos en la encuesta.



Física de Película

Cuestionario para el alumno

	4 - Totalmente de acuerdo	3 - Casi de acuerdo	2 - De acuerdo en parte	1 - En absoluto de acuerdo	0 - ns/nc
<p>Se ruega responder a las siguientes cuestiones sobre el programa Física de Película (FdP) y entregar antes de salir de la sala de examen.</p> <p>Este cuestionario es voluntario y anónimo.</p> <p>No incluya datos personales ni identificación.</p> <p>Gracias por su colaboración.</p>					
SOBRE LA UTILIDAD DE FdP					
FdP me ha servido para fijar conceptos					
FdP me ha servido como ayuda para recordar materia					
FdP me ha permitido aprender mejor la Física General					
Hubiera preferido menos FdP y más explicaciones tradicionales					
En general, creo que es una experiencia positiva					
El concepto FdP debería ampliarse a otras asignaturas					
Puestos a escoger, prefiero una clase de física con FdP a otra sin FdP					
No me gusta la Física, y espero no volver a verla más en la carrera					
SOBRE LA CALIDAD DE FdP					
Los fragmentos de FdP han sido bien escogidos					
Las películas escogidas tenían ejemplos interesantes					
Creo que los fragmentos de películas son demasiado cortos					
Creo que los fragmentos de películas son de longitud adecuada					
Me gustaría que examinásemos una película completa alguna vez					
SOBRE MI RELACIÓN CON EL CINE					
Ahora, cuando veo una película, considero su vertiente física					
Después de FdP, mi relación con las películas ha cambiado					
Mi relación con las películas ha mejorado					
Mi relación con las películas ha empeorado					
FdP me ha fastidiado el modo de ver películas					
OPINIÓN PERSONAL					
Voto porque el concepto FdP se use en la/s siguiente/s asignatura/s:					
Propongo que se incorporen a FdP fragmentos de las siguientes películas:					
Yo añadiría/quitaría lo siguiente:					
En general, creo que FdP me ayuda a aprender Física (o no) porque...					
Propuestas de mejora, opinión en general, comentarios, críticas:					

Figura 5. Ejemplo de cuestionario para el alumnado dentro del proyecto Física y Cine.

III.8. Bibliografía

- Berdugo M., Gutiérrez, L., Lafuente Á., Mañas A., Martínez-Abraín A. y de Miguel J.M. (2017). Quercus. Madrid. <http://www.revistaquercus.es>. Recuperado de: <http://www.revistaquercus.es/noticia/4503/articulos-de-fondo/que-dana-a-nuestra-fauna.html>.
- Carreras C. (2009) Mujeres en Física: pasado, presente y futuro. En M. T. Barriuso Pérez (Ed.). *XXXII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física* (pp. 557-558). Santander, España: PUbliCan.
- Nacenta, P., Romo, N., Trueba, J.L. y Puente, J. (2016). *Física 2 Bachillerato*. Madrid: Ediciones SM.
- Palacios, S. L. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la Física: una experiencia en el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 4(1), 106-122.
- Peña Sainz, A. y García Pérez, J.A. (2016). *Física 2 Bachillerato*. Madrid: Mc Graw Hill Education.
- Quirantes Sierra, A. (2011). *Física de Película*. Granada: Babylon.

CONCLUSIONES

En esta memoria que constituye el trabajo fin de máster se ha realizado una primera reflexión crítica personal acerca del contenido teórico y práctico que se ha desarrollado, asimilado y adquirido a lo largo del presente curso. Muchos de estos conocimientos se han aplicado para la propuesta de una programación docente para la asignatura de Física de 2º de Bachiller, culminando finalmente con una propuesta de innovación válida para integrarla en la propia programación como actividad en la que se trabajarán prácticamente la totalidad de las competencias y que podrá desarrollarse durante un curso académico. La opción de ampliar esta innovación a un proyecto multidisciplinar abre un abanico de posibilidades para la realización de un ciclo de encuentros entre distintas materias, lo que completa el carácter global de la actividad a través de la interrelación entre distintas disciplinas.

La asimilación a lo largo del máster de contenidos teóricos, en su mayor parte novedosos, y la puesta en práctica de muchos de ellos ha sido constructiva desde un punto de vista profesional, abriendo una puerta hacia el campo de la educación que se aleja de la carrera vivida hasta el momento, más centrada en la investigación química. Por otra parte, también ha significado una ganancia a nivel personal el haber afrontado nuevos retos y enfrentarse a una realidad diferente que tiene una repercusión directa sobre la sociedad actual, como es la educación de las nuevas generaciones.

ANEXO I. Actividades Propuestas para la Unidad Didáctica 14, Física Nuclear.

Actividades modelo

1. El boro, cuya masa atómica es 10,811 u, es una mezcla de dos isótopos cuyos números másicos son 10 y 11 u, respectivamente. Calcula la abundancia isotópica de cada uno de ellos en la naturaleza.

Solución:

Masa atómica promedio:

$$A_{\text{media}} = \sum_{i=1}^2 A_i \cdot X_i = 10.811 \text{ u} \rightarrow A_{\text{media}} = 10 \cdot x + 11 = 10.811 \text{ u}$$

donde x = abundancia isotópica del isótopo de número másico 10, y = abundancia isotópica de número másico 11. Estas dos variables se relacionan según:

$$x + y = 1 \rightarrow y = 1 - x$$

Sustituyendo en la ecuación anterior:

$$10.811 = 10x + 11(1 - x) \rightarrow x = 0.189 \rightarrow x = 18.9\%$$

$$y = 1 - 0.189 = 0.811 \rightarrow y = 81.1\%$$

2. Determinar, para el núcleo de manganeso, de número másico 55 y número atómico 25, cuya masa atómica es 54.938 u, su energía de enlace por nucleón. Definir energía de enlace por nucleón.

Datos: $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$; $m_p = 1.0073 \text{ u}$; $m_n = 1.0087 \text{ u}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Solución:

$Z = 25$, $A = 55 \rightarrow 25$ protones, 25 electrones, 30 neutrones.

$$\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - M = 25 \cdot 1.0073 + (55-25) \cdot 1.0087 - 54.938 = 0.5055 \text{ u}$$

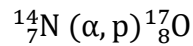
$$0.5055 \text{ u} \cdot \frac{1.66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}}{1 \text{ u}} = 8.3913 \cdot 10^{-28} \text{ Kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 8.3913 \cdot 10^{-28} \text{ Kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 7.55 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$E_e/A = \frac{7.55 \cdot 10^{-11} \text{ J}}{55} = 1.37 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$$

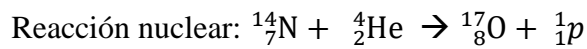
$$1.37 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón} \frac{1 \text{ eV}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \frac{1 \text{ MeV}}{10^6 \text{ eV}} = \underline{8.58 \text{ MeV/nucleón}}$$

3. Bombardeamos núcleos de ^{14}N con partículas alfa, esperando que se produzca la reacción



Calcula la energía que, como mínimo, deben tener las partículas alfa.

Solución:



La masa de los productos y reactivos es:

$$m_p = m(^{17}_8\text{O}) + m(^1_1\text{p}) = 16.99913 + 1.0073 = 18.00643 \text{ u}$$

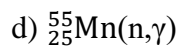
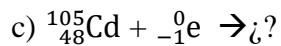
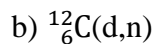
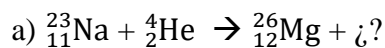
$$m_r = m(^{14}_7\text{N}) + m(^4_2\text{He}) = 14.00307 + 4.032 = 18.03507 \text{ u}$$

$$\text{El defecto de masa es: } \Delta m = m_p - m_r = 18.03507 - 18.00643 = 0.02864 \text{ u}$$

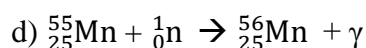
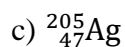
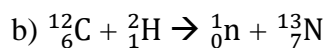
Por la equivalencia $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ se obtiene la energía que se debe suministrar a las partículas que inciden sobre el núcleo de nitrógeno-14:

$$E = 0.02864 \cdot 931 = 26.7 \text{ MeV}$$

4. Completa las siguientes reacciones nucleares:



Solución:



5. El período de semidesintegración del polonio-210 es de 138 días, y su masa atómica es 209.9829 u. Si tenemos una muestra de 150 g, determinar la masa que quedará transcurridos 300 días.

Solución:

a) Podemos suponer que la masa de radón es proporcional al número de átomos de la muestra.

Por tanto, podemos escribir la ecuación de desintegración en la forma:

$$m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

donde m_0 y m son la masa inicial y actual, respectivamente.

Podemos calcular la constante de desintegración a partir del período de semidesintegración:

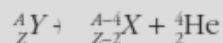
$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{3,824} = 0,181 \text{ días}^{-1}$$

Para resolver correctamente el ejercicio, debemos expresar todos los tiempos en la misma unidad. Por tanto, si hemos expresado en días⁻¹ la constante radiactiva, el tiempo, t , debemos expresarlo en días.

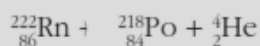
En nuestro caso, 1 mes = 30 días. De este modo:

$$m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} = 150 \cdot e^{-0,181 \cdot 30} = 0,0131 \text{ gramos}$$

b) La ecuación que muestra el proceso de desintegración es:



Esta expresión, en nuestro caso, se convierte en:



6. El talio decae, por emisión de partículas β , para dar un isótopo estable de plomo. Si la vida media del talio es 5 minutos, calcular la fracción, transcurridos 15 minutos, de una muestra que inicialmente es de talio puro.

Solución:

La vida media del talio es de 5 minutos. Por tanto, su constante radiactiva, λ , resulta:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ minutos}^{-1}$$

Cuando han pasado 15 minutos, la fracción de talio que queda en la muestra es:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = \frac{N}{N_0} = e^{-0,2 \cdot 15} = \frac{N}{N_0} = 0,05 = \frac{1}{20}$$

En la muestra, el talio que se desintegra se convierte en plomo. Por tanto, la fracción de plomo que habrá será el total menos la fracción de talio que acabamos de calcular:

$$F_{Pb} = 1 - F_{Ta} = 1 - \frac{1}{20} = \frac{19}{20}$$

7. La actividad de una sustancia disminuye en un factor 5 en el transcurso de 7 días.

a) Calcula la constante de desintegración y el período de semidesintegración.

b) Si cuando han transcurrido 2 días, la actividad de la sustancia es de 10^{19} desintegraciones/minuto, ¿cuántos átomos teníamos inicialmente?

c) ¿Cuál será la actividad de esa sustancia si en lugar de 2 días transcurren 200?

Solución:

a) Estado inicial:

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

Estado tras 7 días:

$$A = \lambda \cdot N = \frac{A_0}{5} = \frac{\lambda \cdot N_0}{5} \rightarrow \lambda \cdot N = \frac{\lambda \cdot N_0}{5}$$

Por tanto, queda:

$$N = \frac{N_0}{5} \rightarrow \cancel{N_0} \cdot e^{-\lambda \cdot t} = \frac{\cancel{N_0}}{5} \rightarrow e^{-7 \text{ días} \cdot \lambda} = \frac{1}{5} \rightarrow$$

$$\rightarrow 5 = e^{+7 \text{ días} \cdot \lambda} \rightarrow \ln 5 = +7 \text{ días} \cdot \lambda \rightarrow \lambda = \frac{\ln 5}{7 \text{ días}} = 0,23 \text{ días}^{-1}$$

Conociendo la constante de desintegración podemos obtener el periodo de semidesintegración:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,23 \text{ días}^{-1}} = 3,01 \text{ días}$$

b) Tenemos:

$$A = \lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \rightarrow$$

$$\rightarrow 10^{18} \frac{\text{desintegraciones}}{\text{min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} =$$

$$= 0,23 \text{ días}^{-1} \cdot N_0 \cdot e^{-0,23 \text{ días}^{-1} \cdot 2 \text{ días}} \rightarrow N_0 = 9,92 \cdot 10^{21} \text{ átomos}$$

c) Si transcurren 200 días:

$$A = \lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} =$$

$$= 0,23 \text{ días}^{-1} \cdot 9,92 \cdot 10^{21} \cdot e^{-0,23 \text{ días}^{-1} \cdot 200 \text{ días}} = 24 \text{ desintegraciones/día}$$

8. Un gramo de carbón, al arder, produce 7 kcal. Calcular la cantidad de carbón necesaria para producir la misma energía que 1 kg de ${}^{235}_{92}\text{U}$, si la fisión de un núcleo de este elemento libera 200 MeV.

Solución:

El uranio es un elemento pesado (de masa atómica superior a la del hierro) que desprende energía al fisionarse. Para resolver este ejercicio debemos usar las siguientes relaciones entre unidades.

$$\text{Mat } ({}^{235}_{92}\text{U}) = 235 \rightarrow 1 \text{ mol U} = 235 \text{ g U} \quad 1 \text{ mol U} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos U}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV} = 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} \quad 1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 1000 \cdot 4,18 \text{ J} = 4180 \text{ J}$$

Así, partiendo de 1000 g de U-235

$$1000 \text{ g U} \cdot \frac{1 \text{ mol U}}{235 \text{ g U}} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ át. U}}{1 \text{ mol U}} \cdot \frac{200 \text{ MeV}}{1 \text{ át. U}} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}}{1 \text{ MeV}} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4180 \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ g Carbón}}{7 \text{ kcal}} = 2,8 \cdot 10^9 \text{ g carbón}$$

Son necesarias 2800 toneladas de carbón

9. En un accidente nuclear se emiten diversos productos radiactivos. Dos de ellos son los isótopos ${}^{131}\text{I}$ y el ${}^{137}\text{Cs}$, cuyos períodos de semidesintegración son 8 días y 30 años, respectivamente. Si la proporción de átomos de I a Cs es de 1/5, a) determinar el tiempo transcurrido para que ambos isótopos tengan la misma actividad. b) El 1 % de los productos de la fisión nuclear del ${}^{235}\text{U}$ es ${}^{131}\text{I}$. Si en la fisión nuclear del uranio se desprenden 200 MeV y la potencia térmica del reactor tiene un valor de 1.000 MW, calcular la actividad del ${}^{131}\text{I}$ en el momento del accidente.

Solución:

a) Para el ^{131}I : $k_I = \frac{\text{Ln}2}{8} = 8,66 \cdot 10^{-2} \text{ día}^{-1}$ y para el ^{137}Cs : $k_{\text{Cs}} = \frac{\text{Ln}2}{30 \cdot 365} = 6,33 \cdot 10^{-5} \text{ día}^{-1}$

Para que se igualen las actividades: $k_I \cdot N_{\text{FI}} = k_{\text{Cs}} \cdot N_{\text{FCs}} \rightarrow k_I \cdot N_{0I} \cdot e^{-k_I \cdot t} = k_{\text{Cs}} \cdot N_{0\text{Cs}} \cdot e^{-k_{\text{Cs}} \cdot t}$

$$k_I \cdot e^{-k_I \cdot t} = k_{\text{Cs}} \cdot 5 \cdot e^{-k_{\text{Cs}} \cdot t} \rightarrow \text{Ln}k_I - k_I \cdot t = \text{Ln}k_{\text{Cs}} + \text{Ln}5 - k_{\text{Cs}} \cdot t$$

$$\text{Ln}k_I - \text{Ln}k_{\text{Cs}} - \text{Ln}5 = (k_I - k_{\text{Cs}}) \cdot t \rightarrow t = 64,85 \text{ días}$$

b) Supongamos un tiempo de 1 segundo:

$$E = 1000 \text{ MW} \cdot 1 \text{ s} \frac{10^6 \text{ W}}{1 \text{ MW}} \frac{\text{J}}{\text{W} \cdot \text{s}} \frac{\text{eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \frac{1 \text{ MeV}}{10^6 \text{ eV}} \frac{1 \text{ át } ^{235}\text{U}}{200 \text{ MeV}} \frac{1 \text{ át } ^{131}\text{I}}{100 \text{ át } ^{235}\text{U}} = 3,125 \cdot 10^{17} \text{ át } ^{131}\text{I}$$

Y la actividad inicial de la muestra es:

$$A = k \cdot N = 8,66 \cdot 10^{-2} \text{ día}^{-1} \frac{\text{día}}{86400 \text{ s}} 3,125 \cdot 10^{17} = 3,132 \cdot 10^{11} \text{ Bq} = 8,47 \text{ Curios}$$

(Soluciones recuperadas de:

Portal

IES

Al-Ándalus,

http://www.iesalandalus.com/joomla3/images/stories/FisicayQuimica/Fis2B/t7nuclear_ejercicios.pdf

Portal del IES Europa, <https://2007kepler.files.wordpress.com/2012/05/sol-18-radiactividad.pdf>)

Actividades de aula

1. El isótopo del plutonio $^{239}_{94}\text{Pu}$ tiene una masa atómica experimental de 239.052158 u. Determina el defecto de masa y la energía de enlace por nucleón.

2. Las masas que corresponden a los isótopos ^{12}C y ^{13}C son, respectivamente, 12,000 y 13,003 u. Determina cuál de los dos es más estable; es decir, a cuál de los dos le corresponde mayor energía de enlace por nucleón. Definir energía de enlace por nucleón.

(Solución: más estable el isótopo de ^{12}C , ^{13}C : $E_e/\text{nucleón} = 7,28 \cdot 10^6 \text{ MeV}$; ^{12}C : $E_e/\text{nucleón} = 7,44 \cdot 10^6 \text{ MeV}$).

3. El $^{238}_{92}\text{U}$ se desintegra emitiendo, sucesivamente, las siguientes partículas antes de alcanzar su forma estable: α , β , β , α , α , α , α , α , β , β , α , β , β , α . ¿Cuál es el nucleido estable que se alcanza?

(Solución: $^{206}_{82}\text{Pb}$)

4. Se mide la actividad de 20 g de una sustancia radiactiva comprobándose que, al cabo de 10 horas, ha disminuido un 10%. Calcula:

a) La constante de desintegración de la sustancia radiactiva. (Solución: $2.92 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$)

b) La masa de la sustancia radiactiva que quedará sin desintegrar al cabo de dos días. (Solución: 12.08 g).

5. Para determinar el volumen total de sangre de un enfermo, se le inyecta una pequeña cantidad de una disolución que contiene ^{24}Na , cuya actividad es de 1.500 desintegraciones/s. Cinco horas después se toma muestra de la sangre y su actividad es 12 desintegraciones/min para 1 cm^3 de muestra. Hallar el volumen de sangre del enfermo. Dato período de semidesintegración del $^{24}\text{Na} = 15$ horas.

(Solución: 5950 cm^3)

6. En una mezcla encontrada en la actualidad, de isótopos de U, el $^{238}_{92}\text{U}$ representa el 99,3% y el $^{235}_{92}\text{U}$ el 0,7%. Sus vidas medias son $4,56 \cdot 10^9$ años y $1,02 \cdot 10^9$ años respectivamente. Calcular: a) Tiempo transcurrido desde que se formó la Tierra, si eran igualmente abundantes en ese momento. b) Actividad de 1 g de $^{238}_{92}\text{U}$

(Solución: a) $6,5 \cdot 10^9$ años; b) 17593 Bq)

7. a) El núcleo radiactivo del ^{238}U (92 protones y 146 neutrones) emite una partícula α , dando lugar a un núcleo, X, que a su vez se desintegra emitiendo una partícula β y originando un núcleo Y. Compara el núcleo atómico y la masa atómica del núcleo original de uranio y del núcleo Y.

b) En el año 1898, Marie y Pierre Curie aislaron 220 mg de radio. Si el periodo de semidesintegración del radio es de 1620 años, ¿A qué cantidad de radio han quedado reducidos en la actualidad (2010) los 220 mg?. (PAU Castilla la Mancha 2010)

(Solución: a) A 4 unidades menor y Z una unidad menor; b) 209.7 mg)

8. Un reactor nuclear que utiliza como combustible uranio enriquecido, con un porcentaje de isótopo fisionable ^{235}U del 2.5 %, genera una potencia térmica de 500 megavatios. Si la energía de fisión del U es de 200 MeV, determinar el consumo anual de combustible.

(Solución: a) 192 kg de ^{235}U /año; 7680 kg U/año).

9. Se ha medido la actividad de una muestra de madera recogida en una cueva con restos prehistóricos, observándose que se desintegran 320 átomos de ^{14}C por hora, cuando en una muestra de madera actual que tiene la misma masa y la misma naturaleza, la actividad es de 1145 desintegraciones por hora. Admitiendo que el número de desintegraciones por unidad de tiempo es proporcional al número de átomos de ^{14}C presentes en la muestra, ¿en qué fecha se cortó la madera que se está analizando?

10. En la alta atmósfera, el ^{14}N se transforma en ^{14}C por efecto del bombardeo de neutrones.

a) Escribe la ecuación de la reacción nuclear que tiene lugar.

b) Si el C es radiactivo y se desintegra mediante β , ¿qué proceso tiene lugar?

c) Las plantas vivas asimilan el carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis y a su muerte el proceso de asimilación se detiene. En una muestra de un bosque prehistórico se detecta que hay 197 desintegraciones/minuto, mientras que en una muestra de la misma masa de un bosque reciente existen 1350 desintegraciones/minuto. Calcula la edad del bosque prehistórico, sabiendo que el período de semidesintegración del ^{14}C es de 5590 años.

(Solución: 15.522 años)

11. Una roca contiene dos isótopos radiactivos, A y B, de período de semidesintegración 1600 y 1000 años, respectivamente. Cuando la roca se formó, el contenido de A y B era el mismo (10^{15} núcleos) en cada una de ellas.

a) ¿Qué isótopo tenía una actividad mayor en el momento de su formación?

b) ¿Qué isótopo tendrá una actividad mayor 3000 años después de su formación?

(Solución: a) más actividad el isótopo B; b) $A_A > A_B$).

Actividades de domicilio

1. Calcula la masa atómica promedio del cadmio ($Z = 48$), del que se conocen ocho isótopos estables, de números másicos 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114 y 116, si sus abundancias isotópicas respectivas son: 1,215%, 0,875%, 12,39%, 12,75%, 24,07%, 12,26%, 28,86% y 7,58%.

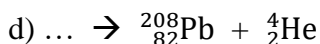
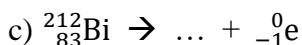
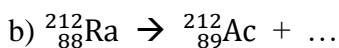
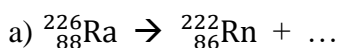
Compara el resultado obtenido con el valor que figura en la tabla periódica.

(Solución: 112.5198 u)

2. Expresar en MeV, megaelectrón-voltios, la energía equivalente a la unidad de masa atómica.

(Solución: 931.5 MeV)

3. Completa las siguientes ecuaciones de transmutación:



4. El ${}_{92}^{238}\text{U}$ se desintegra radiactivamente para producir ${}_{90}^{234}\text{Th}$.

a) Indica el tipo de emisión radiactiva y escribe la ecuación de dicha reacción nuclear.

b) Calcula la energía liberada en la reacción.

Datos: $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $m({}^{238}\text{U}) = 238.050784 \text{ u}$; $m({}^{234}\text{Th}) = 234.043593 \text{ u}$; $m({}^4\text{He}) = 4.002608 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

(Solución: $6.86 \cdot 10^{-13} \text{ J}$)

5. El período de semidesintegración de un elemento radioactivo, que se desintegra emitiendo partículas alfa, es de 28 años.

a) Calcula el tiempo que tiene que transcurrir para que la cantidad de dicho elemento se reduzca al 75% de la que había inicialmente en una muestra.

b) En cierto instante tenemos una muestra de 0.1 mg de átomos radiactivos. ¿Qué cantidad de átomos de helio se formará por unidad de tiempo en ese instante?

Datos: constante de Avogadro = $6.022 \cdot 10^{23}$; masa atómica del elemento = 238 u

(Solución: a) 11.62 años; b) $6.26 \cdot 10^{15}$ átomos de uranio por año)

6. Una muestra de ^{131}I radiactivo, cuyo período de semidesintegración es de 8 días, que experimenta una desintegración β^- , tiene una actividad inicial medida por un contador Geiger de 84 Bq.

a) ¿Qué actividad registrará la muestra si se realiza la medida 32 días después?

b) ¿Qué número de átomos de ^{131}I hay inicialmente?

c) Escribe la ecuación del proceso que tiene lugar y, para ello, consulta una tabla periódica de los elementos.

(Solución: a) 5.24 Bq; b) $8.4 \cdot 10^7$ átomos)

7. El radio-226 emite partículas α transformándose en radón-222 gaseoso con un periodo de semidesintegración de 1.590 años. Determinar el volumen de gas, medido en condiciones normales, que se produce en un año a partir de 10 gramos de radio.

(Solución: $0,43 \text{ cm}^3$)

8. La vida media del $^{14}_6\text{C}$ es 5730 años. ¿Qué fracción de una muestra de $^{14}_6\text{C}$ permanecerá inalterada después de transcurrir un tiempo equivalente a cinco vidas medias?

(Solución: 0.674%)

9. La vida media del ^{238}U es de $4.5 \cdot 10^9$ años.

a) Calcula la constante de desintegración de este radionúclido.

b) Calcula su vida media.

c) Si tenemos una muestra con $2 \cdot 10^{20}$ átomos de ^{238}U , ¿cuánto tiempo ha de transcurrir para que la muestra, inicialmente pura, se reduzca hasta $1.5 \cdot 10^{20}$ átomos)

10. En la fisión de un átomo de U-235 se liberan aproximadamente 200 MeV de energía. Calcular la cantidad de U-235 consumido cada día en una central que proporciona 900 MeV y cuyo rendimiento en la producción de energía eléctrica es del 25%. Dato: masa atómica del U-235 = 235.044 u.

(Solución: 3790 g de U-235).

11. La masa del núcleo de deuterio ${}^2\text{H}$ es de 2.0136 u y la del ${}^4\text{He}$ es de 4.0026 u. Explica si el proceso por el que se obtendría energía sería la fisión del ${}^4\text{He}$ en 2 núcleos de deuterio o la fusión de dos núcleos de deuterio para dar ${}^4\text{He}$.

Datos: $1\text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$

(Solución: reacción de fusión, $E = 3.67 \cdot 10^{-12}\text{ J}$; en la fisión sale un defecto de masa negativo).

12. La serie de reacciones que producen la energía solar se resumen en la transmutación de cuatro protones de un núcleo de He-4, cuyas masas respectivas son 1.00728 y 4.00150 u.

a) La radiación total emitida por el Sol se estima en $3.90 \cdot 10^{26}$ vatios. Calcular la masa de helio que debe formarse cada segundo para producir esta radiación.

b) Diariamente llegan a la Tierra aproximadamente $1.5 \cdot 10^{18}$ kcal procedentes del Sol. ¿A qué cantidad de helio formado por segundo equivale esa energía?

(Solución: a) $6.55 \cdot 10^{14}\text{ g}$; b) $6.048 \cdot 10^8\text{ g/d}$).

13. Calcula la masa de deuterio (${}^2_1\text{H}$) que requeriría cada día una hipotética central de fusión de 500 MW de potencia eléctrica en la que la energía se obtuviese del proceso

$2{}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$, suponiendo un rendimiento del 30%.

Datos: $m({}^2\text{H}) = 2.01474\text{ u}$; $m({}^4\text{He}) = 4.00387\text{ u}$; $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{ átomos/mol}$

(Solución: 0.2518 kg)

14. Se han encontrado unos restos arqueológicos de edad desconocida. Entre ellos apareció una muestra de carbono que contenía una octava parte del isótopo del carbono ${}^{14}\text{C}$ que se encuentra en la materia viva (solo queda 1/8 del ${}^{14}\text{C}$ original). Teniendo en cuenta que el período de semidesintegración del ${}^{14}\text{C}$ es de 5730 años:

a) Hallar la edad de dichos restos.

b) Si en la actualidad en la muestra tenemos 10^{12} átomos de ${}^{14}\text{C}$, ¿cuál será la actividad de la muestra?

15. El periodo de semidesintegración de un nucleido radiactivo de masa atómica 200 u, que emite partículas beta, es de 50 s. Una muestra, cuya masa inicial era 50 g, contiene en la actualidad 30 g del nucleido original.

a) Indica las diferencias entre el nucleido original y el resultante y representa gráficamente la variación con el tiempo de la masa de nucleido original.

b) Calcula la antigüedad de la muestra y su actividad.

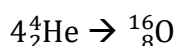
(Solución: a) 36.8 s; b) $12.5 \cdot 10^{20}$ Bq)

16. El período de semidesintegración del $^{222}_{86}\text{Rn}$ es 3,824 días. Por la chimenea de una central se emite, en cierto instante, una corriente de gases que contiene 3,02 g de este gas:

a) Calcula la cantidad de radón que quedará transcurrido un mes. (Solución: 0.0131 g)

b) Este isótopo se desintegra por emisión α . Escribe la ecuación correspondiente al proceso.

17. Suponga una central nuclear en la que se produzca energía a partir de la siguiente reacción nuclear de fusión:



a) Determine la energía que se produciría por cada kg de Helio que se fusionase.

b) Razone en cuál de los dos núcleos anteriores es mayor la energía de enlace por nucleón.

($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m(\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m(\text{O}) = 15,9950 \text{ u}$.)

(Solución: a) $8.657 \cdot 10^{13} \text{ J/Kg}$; b) Mayor en el O)

Actividades de recuperación y diversidad

1. Las masas de protón, neutrón y deuterón son, respectivamente, 938.281, 939.576 y 1875.622 u. Calcular la energía necesaria para descomponer el deuterón en protón y neutrón, expresándola en julios.

(Solución: $3.580 \cdot 10^{-13} \text{ J}$)

2. La masa isotópica del Cr-52 ($Z = 24$) es 51.94051 u. Si las masas del protón, neutrón y electrón son 1.00728, 1.00867 y 0.000549 u, respectivamente, calcular:

- a) La energía de enlace del núcleo.
- b) La energía de enlace por nucleón, expresadas en MeV.

(Solución: a) 456.6 MeV; b) 8.8 MeV/nucleón)

3. a) Explicar el origen de la energía liberada en una reacción nuclear basándose en el balance masa-energía.

b) Dibujar aproximadamente la gráfica que relaciona la energía de enlace por nucleón con el número másico y, a partir de ella, justificar por qué en una reacción de fisión se desprende energía.

4. El núcleo ${}_{92}^{238}\text{U}$ emite espontáneamente una partícula α , el nuevo núcleo emite una partícula β y, como el núcleo obtenido es inestable, emite un fotón γ .

- a) Escribir las reacciones que tienen lugar
- b) Identificar los elementos que se obtienen.

5. El ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ emite una partícula β y se transforma en polonio, el cual emite una partícula α y se transforma en un isótopo del plomo. a) Escribe las correspondientes reacciones de desintegración. b) Si el periodo de semidesintegración del ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ es de 5 días y se tiene inicialmente 1 mol de átomos de bismuto, ¿cuántos núcleos se han desintegrado en 10 días?

(Solución: $4.55 \cdot 10^{23}$ átomos)

6. El período de semidesintegración del uranio-234 es $2.48 \cdot 10^5$ años. Calcula:

- a) Su vida media.
- b) La proporción en que se ha reducido la actividad de una muestra de ${}^{234}\text{U}$ al cabo de ese tiempo.

7. La constante de desintegración radiactiva de una preparación es $1.44 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$. ¿Cuánto tiempo tardará en desintegrarse el 75% de la masa original?

(Solución: 962.7 h)

8. Una muestra de ${}^{131}\text{I}$ radiactivo, cuyo período de semidesintegración es de 8 días, que experimenta una desintegración β^- , tiene una actividad medida por un contador Geiger de 84 Bq.

- a) ¿Qué actividad registrará la muestra si se realiza la medida 32 días después?

b) ¿Qué número de átomos de ^{131}I hay inicialmente?

c) Escribe la ecuación del proceso que tiene lugar y, para ello, consulta una tabla periódica de los elementos.

(Solución: a) 5.24 Bq; b) $3.75 \cdot 10^6$ átomos)

9 Una de las reacciones posibles de fusión del $^{239}_{94}\text{Pu}$ cuando capta un neutrón es la formación de $^{141}_{58}\text{Ce}$ y $^{96}_{42}\text{Mo}$, liberándose 3 neutrones. Formular la reacción y calcular la energía liberada por cada núcleo fisionado.

Datos: $m(^{239}_{94}\text{Pu})$: 239,052158 u; $m(^{141}_{58}\text{Ce})$: 140,908570 u; $m(^{96}_{42}\text{Mo})$: 95,90499 u; $m(^1_0\text{n})$: 1,008665 u; $m(^0_{-1}\text{e})$: 0,000549 u.

(Solución: $\Delta E = -18 \cdot 10^{-10}$ J (-735.5 MeV))

10. El análisis de $^{14}_6\text{C}$ de una momia egipcia revela que presenta 2/3 de la cantidad habitual en un ser vivo. ¿Cuándo murió el egipcio momificado?

(T de semidesintegración= 3970 años)

(Solución: Hace 2300 años)

11. En una reacción nuclear de fisión:

a) Se funden núcleos de elementos ligeros (deuterio o tritio).

b) Es siempre espontánea.

c) Se libera gran cantidad de energía.

B. La vida media de un isótopo radiactivo es $5.8 \cdot 10^{-6}$ s, el período de semidesintegración es:

a) $1.7 \cdot 10^5$ s ; b) $4.0 \cdot 10^{-6}$ s; c) $2.9 \cdot 10^5$ s

(Solución: a).

12. Un residuo de una unidad de medicina nuclear contiene $8 \cdot 10^{18}$ átomos de una sustancia radiactiva cuyo período de semidesintegración es de 20 años:

a) Halla la actividad inicial de la muestra

b) Halla la actividad al cabo de 60 años

c) Halla el número de átomos que se han desintegrado al cabo de 60 años.

(Solución: a) $A = 8.8 \cdot 10^9$ Bq; b) $1.1 \cdot 10^9$ Bq; c) $7 \cdot 10^{18}$ átomos)

13. En una pieza extraída de una central nuclear existen 1020 núcleos de un material radiactivo cuyo período de semidesintegración es de 29 años.

- a) Halla el número de núcleos que se desintegran a lo largo del primer año.
(Solución: $2 \cdot 10^{18}$ núcleos).
- b) Si la pieza se considera segura cuando su actividad es menor de 600 desintegraciones por segundo, halla cuántos años han de transcurrir para que se alcance dicha actividad. (Solución: 780.06 años).

Simulación

Simulación de Fisión Nuclear. Mediante esta simulación podrán observar la reacción de fisión de un núcleo y su relación con la energía del proceso (Figura 6, izquierda) iniciar una reacción en cadena, o bien introducir isótopos no radiactivos para prevenirla, cuya aplicación directa es el control de la producción de energía en un reactor nuclear (Figura 6, derecha).

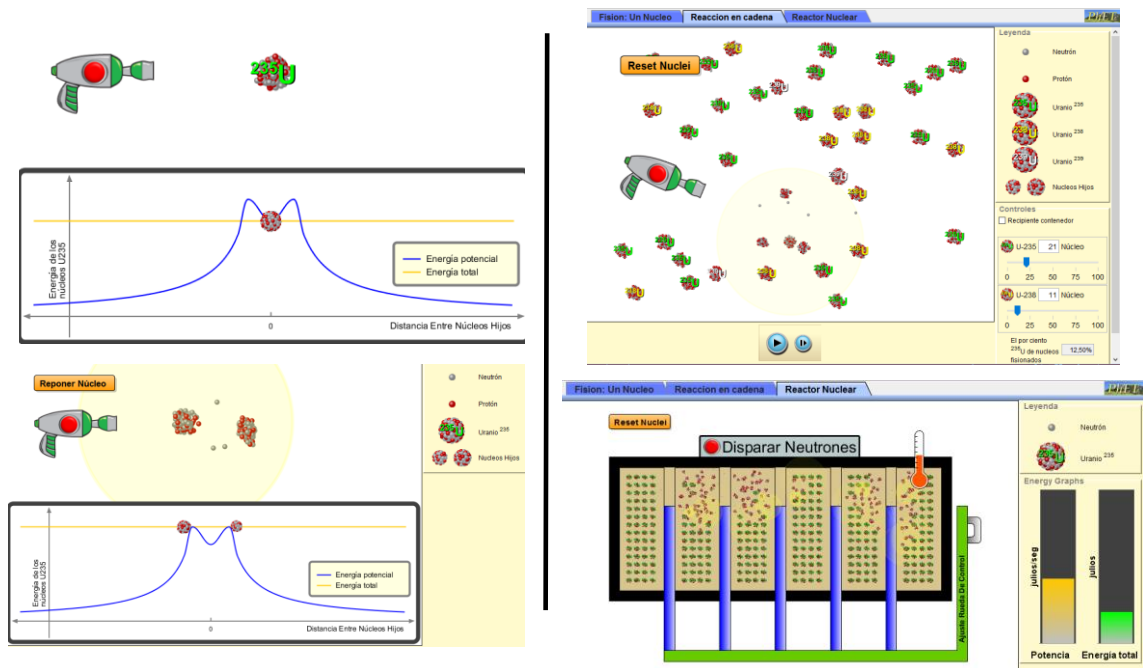


Figura 6. Imágenes de la simulación de fisión nuclear propuesta.

Actividad práctica

Demostración de que un tubo fluorescente común contiene plasma, uno de los conceptos correspondientes a los contenidos de energía de origen nuclear (Tierno, 2015). El tubo fluorescente se introducirá entre las dos bobinas como indica la Figura 7. Se hará pasar corriente por las bobinas, que estarán conectadas a un amperímetro de tal manera que se podrá observar experimentalmente un cambio en la corriente del fotodiodo debido a un cambio en la trayectoria de los electrones que conlleva un incremento de su velocidad y, por tanto, de las colisiones entre electrones y átomos neutros, y que se traducirá visualmente en una mayor luminosidad.

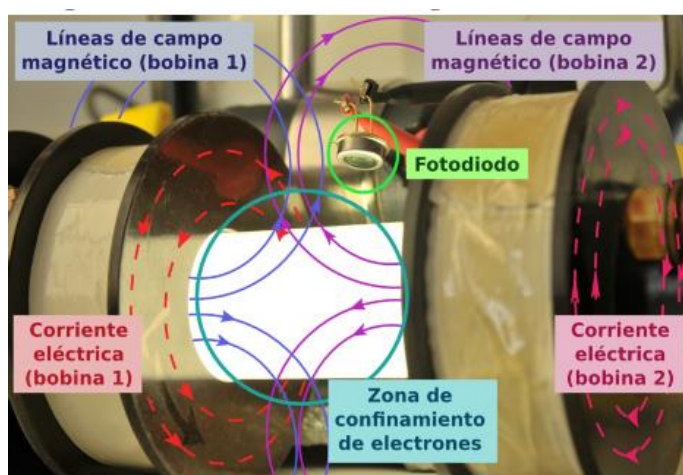


Figura 7. Esquema de las líneas de campo de las bobinas e identificación de la zona de confinamiento de electrones en el tubo fluorescente.

ANEXO II. Ejemplo de Cuestionario para la Evaluación de la Programación Docente

A continuación, se presentan algunas preguntas para conocer la percepción del alumnado acerca de esta asignatura. Se trata de un cuestionario anónimo por lo que se les pedirá que, por favor, contesten con la mayor sinceridad posible.

Tabla 34. Ejemplo de cuestionario de evaluación de la programación docente recogida en la Parte II.

	4- Totalmente de acuerdo	3- De acuerdo	2- En desacuerdo	1- Totalmente en desacuerdo	0- No sabe/no contesta
Se nos han planteado los objetivos de forma clara.					
Las actividades y tareas que hemos realizado nos han sido útiles para alcanzar esos objetivos.					
Las actividades y tareas planteadas han mejorado mis capacidades para entender la materia.					
He puesto en práctica actitudes de comunicación con mis compañeros a través de los trabajos.					
He utilizado las TIC para la realización de actividades y tareas.					
He aprendido a realizar búsquedas de información sobre contenidos del tema.					
La temporización de los contenidos se ha realizado de forma organizada.					
Ha habido coherencia entre las actividades y los contenidos.					
La metodología y recursos empleados han facilitado mi aprendizaje de los contenidos.					
Se han incluido actividades transversales.					
Las actividades transversales incluidas han sido de utilidad para mi aprendizaje.					
He finalizado el tema con una visión clara de los contenidos que se nos han explicado.					
Se nos ha informado acerca de cómo se nos iba a evaluar.					
El nivel exigido en la evaluación ha sido adecuado a los contenidos explicados.					

ANEXO III. Ejemplo de Cuestionario de la Innovación

Al igual que en ejemplo de la Figura 5, se ha planteado un cuestionario para el conjunto de la innovación. Así, se presentan algunas preguntas para conocer la percepción del alumnado, a través de un cuestionario anónimo por lo que se les pedirá que, por favor, contesten con la mayor sinceridad posible.

Tabla 35. Ejemplo de cuestionario de evaluación de la innovación.

	4- Totalmente de acuerdo	3- De acuerdo	2- En desacuerdo	1- Totalmente en desacuerdo	0- No sabe/no contesta
El proyecto me ha servido para fijar conceptos.					
El proyecto me ha servido para entender contenidos de la asignatura.					
He adquirido nuevos conocimientos a través de mi proyecto y de los trabajos de mis compañeros.					
Podría establecer una relación con otras asignaturas a través de proyectos similares, haciendo de éstos unos trabajos multidisciplinares.					
El proyecto ha sido útil para aprender a buscar y seleccionar bibliografía científica.					
He encontrado una conexión clara entre el contenido del trabajo y la materia de Física.					
No he encontrado utilidad al desarrollo del trabajo.					
El proyecto me ha servido para aumentar mi visión hacia otros puntos de vista.					
He aprendido conceptos físicos desde distintas perspectivas.					
He disfrutado del trabajo en equipo con mis compañeros.					
Sé apreciar la influencia de la Física en distintos aspectos de la sociedad y del ocio.					
He aprendido acerca de aportaciones de mujeres a la Física desconocidas para mí.					
Valoro la veracidad científica en la ficción, como en películas o novelas.					