



Universidad de Oviedo

Facultad de Formación del Profesorado y Educación

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

**Informes audiovisuales con *PowToon* para el
laboratorio de Física de 2º de Bachillerato**

**Audiovisual reports with *PowToon* for the Physics
laboratory in Upper Secondary Education**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autor: Francisco Javier Cendoya Díaz

Tutora: María Paz Fernández García

Tribunal nº 6 – Junio 2018

“Tan solo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre.

El hombre no es más que lo que la educación hace de él.”

Immanuel Kant (1724-1804).



RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster se plantea como una síntesis final que complementa los conocimientos previos de física con las competencias adquiridas en el ámbito educativo a lo largo de todo el curso en el Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.

El trabajo se estructura en cuatro partes diferenciadas. En la primera se realiza una breve introducción y se plasman las reflexiones personales del autor acerca de la formación recibida en el Máster, del período de prácticas y del curriculum oficial de la materia preparada: Física de 2º de Bachillerato. En la segunda parte se desarrolla una programación docente para todo el curso escolar de dicha materia, detallando todos los aspectos relevantes tales como los objetivos, la metodología, las competencias, la evaluación, la atención a la diversidad o el desarrollo de las unidades didácticas, de acuerdo con la normativa vigente (nacional y autonómica).

La tercera parte del trabajo consiste en un proyecto de innovación propuesto para su aplicación en el aula de la forma prevista en la anterior programación. Se trata de una manera alternativa de que los alumnos presenten los informes de laboratorio: a través de un software online de creación y edición de presentaciones audiovisuales. Además, estos informes irán acompañados de pequeños trabajos de investigación. Por último, la cuarta parte del trabajo está dedicada a las conclusiones finales y a las referencias.

ABSTRACT

The present end-of-Master's Degree Project is conceived like a final synthesis which complements the previous knowledges in physics with all the acquired competences in the educational field along the year in the Master's Degree in Teacher Training in Secondary and Upper Secondary School.

The project is divided in four different parts. In the first one there is a short introduction and the personal reflections of the author about the training in the Master, the practices period and the official curriculum of the prepared subject: Physics in Upper Secondary Education. In the second part, an educational program for this subject has been developed, detailing all the main issues like objectives, methodology, competences, evaluation, attention to diversity or the development of the teaching units, in accordance with the national and regional normative.

The third part of the project consists of an innovation project proposed for its implementation in class as expected in the previous program. The aim of the project is an alternative way for the presentation of laboratory reports: through an online software for the creation and edition of audiovisual presentations. Moreover, these reports will be accompanied by slight investigation projects. Finally, the fourth part of the project is dedicated to the final remarks and the references.



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer el apoyo y la ayuda recibida a lo largo de todos estos meses a mis familiares, a mis amigos, a mi pareja y a mis compañeros de clase.

En cuanto a mi estancia en el centro, agradezco especialmente a mi compañero de prácticas, que me ayudó en tantos aspectos que no puedo citar todos; a mi tutora en el centro, que fue un ejemplo de profesionalidad, atención y paciencia; a las compañeras del departamento, que nos trataron como uno más desde el primer día; y a todo el personal del centro, que estuvo en todo momento dispuesto a colaborar conmigo y con mis compañeros de prácticas y que no pusieron ninguna objeción a nuestras peticiones. Asimismo, gracias también a los alumnos y alumnas del centro, que nos recibieron con los brazos abiertos y que constituyen y seguirán constituyendo por muchos años el núcleo fundamental de la enseñanza.



GLOSARIO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AA: Aprender a Aprender.
- ACI: Adaptación Curricular Individualizada.
- AD: Actividades de Domicilio.
- ATD: Atención a la Diversidad.
- CC: Competencias Clave.
- CCAA: Comunidades Autónomas.
- CCP: Comisión de Coordinación Pedagógica.
- CD: Competencia Digital.
- CEC: Conciencia y Expresiones Culturales.
- CL: Competencia Lingüística.
- CMCT: Competencia Matemática y Competencias Científicas y Tecnológicas.
- CSC: Competencias Sociales y Cívicas.
- EBAU: Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad.
- ESO: Educación Secundaria Obligatoria.
- FP: Formación Profesional.
- IE: Instrumentos de Evaluación.
- IES: Instituto de Educación Secundaria.
- IL: Informes audiovisuales de Laboratorio.
- LOE: Ley Orgánica de Educación.
- LOMCE: Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa.
- OS: Observación Sistemática.
- PE: Prueba escrita.
- PLEI: Programa de Lectura, Escritura e Investigación.
- PMAR: Programa para la Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento.
- PT: Profesor/a Técnico.
- PTSC: Profesor/a Técnico de Servicios a la Comunidad.
- RED: Reunión de Equipo Docente.
- SIE: Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor.
- TIC: Tecnologías de la Información y de la Comunicación.
- TFM: Trabajo de Fin de Máster.
- UD: Unidad Didáctica.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

PARTE I. REFLEXIÓN CRÍTICA ACERCA DEL MÁSTER

1. REFLEXIÓN ACERCA DE LA FORMACIÓN RECIBIDA.....2

2. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN ACERCA DEL PERÍODO DE PRÁCTICAS.....5

 2.1. Análisis del centro de prácticas.....5

 2.2. Reflexión acerca del período de prácticas.....6

3. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN ACERCA DE LA FÍSICA
EN EL CURRÍCULO OFICIAL.....10

PARTE II. PROGRAMACIÓN DOCENTE PARA LA ASIGNATURA DE FÍSICA DE 2º DE BACHILLERATO

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN..... 12

2. CONTEXTO..... 13

 2.1. Marco legislativo.....13

 2.2. Centro y grupo de referencia..... 15

3. OBJETIVOS..... 15

 3.1. Objetivos generales de la etapa..... 15

 3.2. Objetivos de la materia de Física..... 17

4. COMPETENCIAS CLAVE Y ELEMENTOS TRANSVERSALES.....18

 4.1. Contribución de la asignatura a las Competencias Clave..... 18

 4.2. Contribución de la asignatura a los Elementos Transversales..... 20

5. METODOLOGÍA.....21

 5.1. Principios pedagógicos..... 21

 5.2. Metodología didáctica..... 22

 5.3. Materiales y recursos didácticos.....24

 5.4. Actividades complementarias y extraescolares.....25

6. EVALUACIÓN.....26

 6.1. Instrumentos de evaluación..... 27

 6.2. Criterios de calificación.....28



6.3. Plan específico personalizado de refuerzo para alumnos con materias pendientes de cursos anteriores.....	30
6.4. Coordinación y evaluación de la práctica docente.....	30
7. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.....	31
8. SECUENCIACIÓN Y DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS.....	33
8.1. Organización y distribución temporal de las unidades didácticas.....	33
8.2. Desarrollo de las unidades didácticas.....	34

PARTE III. PROYECTO DE INNOVACIÓN: INFORMES AUDIOVISUALES DE LABORATORIO

1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO.....	74
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	76
2.1. Marco teórico.....	76
2.2. Marco legislativo.....	79
3. OBJETIVOS.....	79
3.1. Objetivos generales.....	79
3.2. Objetivos específicos.....	79
3.3. Contribución a los objetivos de la materia y a las competencias clave.....	80
4. ASPECTOS PRÁCTICOS DEL PROYECTO.....	82
4.1. Contexto.....	82
4.2. Ámbitos de aplicación.....	82
4.3. Recursos materiales necesarios.....	82
4.4. Atención a la diversidad.....	83
5. DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN.....	83
6. EVALUACIÓN.....	87
6.1. Evaluación del alumnado.....	87
6.2. Evaluación de la innovación.....	87

PARTE IV. CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

1. CONCLUSIONES.....	89
2. REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	95



INTRODUCCIÓN

Tras haber adquirido todos los conocimientos y competencias que aporta el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional, en la especialidad de Física y Química, el presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) pretende ser una muestra de dicha formación y poner de manifiesto las capacidades adquiridas. El trabajo está estructurado en cuatro partes.

La parte I, más subjetiva, será dedicada a la reflexión personal en torno a diferentes aspectos relacionados con el Máster: la formación recibida, el período de prácticas y el currículo oficial de Física y Química, especialmente de Física, a lo largo de toda la etapa de educación secundaria.

En la parte II se desarrolla una programación docente planteada para un curso de Física de 2º de Bachillerato. Este curso alberga una gran complejidad ya que representa el cierre de etapa en cuanto a la formación de la Física en la educación secundaria, y debe servir como curso preparatorio para la EBAU de cara a los futuros estudios universitarios del alumnado. Este hecho provoca, además, una escasez de tiempo que, unida a la amplitud de contenidos para este curso, supone un reto para el docente, que debe dotar de especial importancia a una amplia variedad de actividades para conseguir un aprendizaje significativo y duradero.

Como propuesta de actividad se utiliza en la programación una propuesta de innovación docente que se desarrolla con más detalle en la parte III del presente trabajo. Se trata de la realización por parte del alumnado de informes audiovisuales de laboratorio mediante una herramienta digital, que incluirán además pequeños trabajos de investigación. Se pretende que dichos informes puedan sustituir a los informes escritos clásicos, que en ocasiones conducen a aprendizajes repetitivos e irracionales. Mediante una metodología que favorece la autonomía en el trabajo experimental e investigador, el objetivo es que el alumnado logre una mayor motivación y un aprendizaje significativo que refuerce los contenidos teóricos relacionados con la práctica.

Por último, la parte IV del presente TFM está dedicada a las conclusiones finales obtenidas tras este curso de formación y a las referencias empleadas para la redacción del trabajo.



PARTE I. REFLEXIÓN CRÍTICA ACERCA DEL MÁSTER

En esta primera parte del TFM se van a realizar una serie de reflexiones críticas acerca de diferentes aspectos relacionados con la formación recibida y la profesión docente: la estructura y planteamiento del Máster, el período de prácticas desarrollado en un IES y el currículo oficial de Física y Química para ESO y Bachillerato.

1. REFLEXIÓN ACERCA DE LA FORMACIÓN RECIBIDA

En primer lugar me gustaría analizar el Máster en su función de curso formador de docentes. A mi modo de ver, sí que cumple con esta función de integrar al alumno en el mundo de la enseñanza y sus técnicas y términos particulares. Esto es especialmente importante, ya que el Máster está dirigido a personas provenientes de todo tipo de especialidades y ámbitos. Este hecho, excepcional y muy poco habitual en otras titulaciones, es una de las claves del proceso formativo y considero que se trata con solvencia en el máster en cuanto a la diversificación en especialidades.

Es cierto que quizás sería interesante evaluar el número de horas dedicadas a las materias comunes y a las de especialidad. Me parecería interesante “especializar” más los distintos itinerarios, pero es cierto que no conviene descuidar la formación institucional y pedagógica que requerimos todos los alumnos que ingresamos en el Máster sin experiencia didáctica previa. Por tanto, creo que sería necesario un aumento de horas correspondientes a la especialidad, pero sin llegar al punto de que estas conformen el grueso principal de las horas lectivas.

Otro posible cambio a tener en cuenta, recurrente en la mayoría del alumnado, es la carga lectiva especialmente en el segundo cuatrimestre, en coincidencia con el período de prácticas, que en ocasiones llega a resultar demasiado elevada. Una mejora que propongo para subsanar este problema es dedicar las primeras semanas de enero y febrero exclusivamente a las clases teóricas de este segundo cuatrimestre y establecer el período de prácticas de febrero/marzo a mayo. De este modo, además de rebajar la carga lectiva, se logra un aprendizaje más progresivo, ya que en ocasiones en el centro de prácticas tuve la sensación de no tener herramientas suficientes para ciertas tareas, herramientas que posteriormente vimos en esas asignaturas.



Debido a la abundante diversidad de asignaturas y a las inevitables diferencias entre ellas, no obstante, para realizar un análisis lo más equitativo posible, procedo a continuación a comentar brevemente por separado las distintas asignaturas que componen el Máster y su contribución a mi formación como futuro docente.

La asignatura que más he disfrutado ha sido *Aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad*, que a mi juicio ha sido ciertamente constructiva. Por una parte, es destacable el hecho de que, como físico, 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 del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), que me ha ayudado a acercarme más a este trastorno y darme cuenta de lo frecuente que es en el aula. También especialmente interesante fue la parte dedicada al acoso escolar, que me permitió conocer casos, síntomas y protocolos de actuación de este grave problema.

De una forma parecida, *Sociedad, Familia y Educación* logró despertar en mí sensaciones verdaderamente positivas al acercarme a ámbitos que son de mi interés pero que por falta de tiempo o de formación previa no logro estar del todo involucrado en ellos, como pueden ser la sociología o la filosofía. Aunque seguramente sea la materia con menos aplicación práctica de todas las cursadas, creo que es importante recordar este tipo de aspectos, muchas veces olvidados, para un correcto ejercicio y comprensión de la función docente.

De *Procesos y Contextos Educativos* lo que más llama la atención es la gran cantidad de profesores involucrados en la asignatura, dividida en cuatro bloques distintos. El bloque I se centra en las características organizativas de las etapas y centros de secundaria. Se trata de un bloque complejo por la excesiva carga legislativa asociada. Debido a la dificultad intrínseca a este tipo de contenidos, creo que resultaría necesario un cambio en la estructuración de las clases expositivas y un mayor énfasis en acercar al alumno la terminología legal más básica.

En el bloque II se tratan aspectos como la comunicación y la convivencia en el aula. Promover las buenas relaciones entre profesor-alumno es el punto de partida para un



adecuado desempeño de la labor docente. Destaco como aspectos muy positivos de este bloque la excelente claridad con la que se han expuesto los contenidos y la acertada combinación de la parte teórica con la parte práctica.

El bloque III de la asignatura se centra en un tema de esencial transcendencia: la Tutoría y la Orientación Educativa. Su desarrollo implica adentrarse en aspectos como la figura y funciones del tutor, los recursos y procedimientos de recogida de información, y el análisis del documento reglamentario de referencia en este ámbito, el Programa de Acción Tutorial (PAT). El cuarto y último bloque de la asignatura se dedica a un aspecto de significativa y fundamental importancia, como es la atención a la diversidad. Estos dos últimos bloques me gustaron por su carácter participativo en las sesiones de aula.

Diseño y Desarrollo del Curriculum se trata de una asignatura más breve que las anteriores, cuya finalidad es acercar al alumnado una pieza clave de la función docente como es el currículum: su historia, sus componentes, su interpretación, etc. Me pareció una asignatura de cierta utilidad especialmente por sus seminarios, con un alto grado de aplicación práctica, pero que podría mejorar si se evitasen (o bien en esta asignatura o en otras) ciertos solapamientos e incoherencias en cuanto a los contenidos.

Otra asignatura breve pero de gran utilidad es *Tecnologías de la Información y de la Comunicación*. Propone interesantes reflexiones acerca de las relaciones entre educación y tecnología, y su proyecto final me proporcionó herramientas interesantes para su potencial utilización en el aula.

Del mismo modo, la asignatura optativa *El cine y la literatura en el aula de ciencias* también me mostró herramientas y técnicas interesantes para abordar algunos temas en el aula de forma alternativa a la habitual. La metodología utilizada en estas clases y los temas tratados me fueron igualmente de gran utilidad.

De *Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa* me gustaría destacar la eficiencia con la que se trabaja, centrándose en describir las bases y el paradigma de la innovación educativa, y logrando que el alumno haga en un breve espacio de tiempo un trabajo de investigación y un proyecto de innovación presentado tanto en formato texto como en formato póster.

En cuanto a las asignaturas propias de la especialidad, *Complementos a la Formación Disciplinar: Física y Química* supone un primer acercamiento al currículo de



la asignatura y a la manera en que este puede abordarse en una programación o directamente en el aula. La separación de sesiones entre Física y Química me parece interesante para repasar contenidos propios de la materia con la que estás menos familiarizado.

Por otra parte, en *Aprendizaje y Enseñanza: Física y Química* se realiza un análisis más exhaustivo de la mayoría de aspectos que afectan a un docente de la materia. El trabajo realizado en esta asignatura es amplio pero de gran utilidad a la hora de entender mejor los elementos con los que vas a tener que trabajar de cara al TFM y a un posible concurso de oposiciones y un posterior futuro laboral.

No obstante, la asignatura que más me ha marcado fue el *Practicum* desarrollado en un Instituto de Educación Secundaria (IES), que procederé a analizar en profundidad en la sección siguiente.

2. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN ACERCA DEL PERÍODO DE PRÁCTICAS

2.1. Análisis del centro de prácticas

Mis prácticas se desarrollaron de enero a abril en un IES del núcleo urbano de la ciudad de Oviedo. Se trata de un núcleo de población en expansión, que en los últimos años ha gozado de una revalorización económica, social y urbanística hasta constituirse en uno de los principales barrios de la capital asturiana, representando un 17 % del total de su población con sus 35.000 habitantes. La población de entre 10 y 18 años que habita en su zona de influencia es de 3.216 personas, lo que representa un 1,46 % del total de la ciudad según el Padrón de Oviedo 2017. La situación socio-económica de las familias puede calificarse en términos generales de clase media, aunque existe una considerable diversidad económica y cultural entre los habitantes del barrio y, por consiguiente, también entre el alumnado del centro. En los últimos años ha aumentado notablemente el número de alumnado inmigrante, provenientes de 21 países de todo el mundo, que representan a día de hoy un 16 % del total. En particular, un 5 % del total del alumnado proviene de países de habla no hispana.

La oferta educativa de la que dispone el centro comprende la ESO (tanto en la opción bilingüe como en la no bilingüe), el Bachillerato Científico y el de Ciencias Sociales y Humanidades, un curso de Formación Profesional Básica, un Ciclo Formativo



de Grado Medio y otro de Grado Superior. En total, el centro cuenta con 970 alumnos y 95 profesores, de los cuales 75 están con destino definitivo y 20 son profesores desplazados o interinos.

En lo referente a la organización de espacios, al tratarse de un centro relativamente nuevo, no tiene deficiencias importantes en cuanto a instalaciones. El centro cuenta con las salas habituales de un IES (aulas, departamentos, sala de profesores, secretaría, dirección, jefatura de estudios, gimnasio, laboratorios, sala de TIC, etc.). El centro no presenta graves inconvenientes en cuanto a barreras arquitectónicas para personas con movilidad reducida.

Las aulas de los grupos con los que me correspondió desarrollar las prácticas no me llamaron especialmente la atención ni para bien ni para mal. Eran aulas típicas, con un tamaño suficiente y con el material necesario. Las mesas y pupitres se encontraban en buen estado y todas ellas contaban con ordenador y cañón proyector. Muchas de ellas tenían también pizarra digital. Como posibles defectos a destacar, cabe señalar cierta sensación de frío algunos días en ciertas aulas y la visibilidad un tanto reducida de los primeros pupitres de la fila más cercana a la pared, al interponerse parte de un tabique en su campo de visión, pero en general las aulas tenían las características que me esperaba, adecuadas para un transcurso normal de la clase.

En cuanto a los laboratorios, tanto el de Física como el de Química contaban con el inconveniente de su escaso tamaño para poder desarrollar con garantías una sesión de prácticas con más de 20 alumnos. Para los grupos más numerosos, por tanto, resultaba necesario un desdoble. Los materiales, por el contrario, eran abundantes, se encontraban en buen estado y resultaron totalmente válidos para la realización de las prácticas de laboratorio planificadas por el departamento.

2.2. Reflexión acerca del período de prácticas

Las primeras sensaciones que tuve el día del inicio del Practicum fueron, naturalmente, de nervios. Estaba ansioso por conocer el entorno en el que me desenvolvería los próximos meses. La impresión general que, con diferencia, más me llamó la atención es el ritmo de trabajo del profesorado y el personal del centro. Debido a mi relación personal con docentes, sabía que la carga de trabajo era elevada, pero el verlo en primera persona me sirvió para concienciarme del ajetreado ritmo de trabajo que



supone pertenecer al cuerpo de profesores, especialmente si tienes algún cargo más dentro del centro. Cuando mejor se aprecia este hecho es en los intervalos de tiempo entre horas, en los que la actividad en los pasillos es elevada. Otra primera impresión relevante fue la, a mi juicio excesiva, carga burocrática que conlleva el trabajo de profesor. Esta observación fue recurrente a lo largo de los siguientes meses.

De entre las actividades organizadas por la coordinadora del Practicum, encontré algunas particularmente interesantes. La responsable de la biblioteca nos explicó las actividades que se realizaban en ella y el programa de préstamo de libros. Acostumbrado a un instituto en el que la biblioteca era poco más que un aula de castigo, me pareció que ésta tenía mucha vida. También nos reunimos con el equipo directivo, con la jefatura de estudios, con el coordinador de la sección bilingüe, con la jefa del departamento de actividades complementarias y extraescolares y con dos juntas de tutores. En cuanto al Departamento de Orientación, nos reunimos con la orientadora, con la Profesora Técnico de Servicios a la Comunidad (PTSC), con la Profesora Técnico (PT) apoyando a una alumna con necesidades específicas, con la logopeda y con un profesor de ámbito de PMAR y FP Básica.

Un poco más adelante, a mitad de evaluación, acudimos a los principales órganos de participación y coordinación del centro: el Claustro de Profesores, el Consejo Escolar, las Reuniones de Equipo Docente y las Juntas de Evaluación. Del Claustro me sorprendió su tamaño, ya que siempre lo había imaginado como una reunión de un número limitado de profesores en una sala, pero al tratarse de un centro de casi 100 profesores, éste se realiza en el salón de actos. Del Consejo Escolar me sorprendió la positiva participación de las familias y de los alumnos en los asuntos tratados, y de las REDES y Evaluaciones me sorprendió su brevedad.

Los grupos con los que interaccionaría durante esos meses y a los que más adelante impartiría clase fueron los que mi tutora tenía asignados: 2º de ESO A, 3º de ESO A-B (bilingüe), 3º de ESO C, 1º de Bachillerato A y 1º de Bachillerato C, todos ellos con la asignatura de Física y Química. Es decir, cinco grupos de las dos etapas de la educación secundaria. Desde el momento en que lo supe consideré positivo que mi tutora diese clase tanto en la ESO como en Bachillerato ya que pensaba que sería muy interesante observar las diferencias a nivel académico y personal entre ambas etapas.



El curso de 2º ESO A fue el que primero conocí y el que más me sorprendió. Mi pensamiento inicial era que el trato con el alumnado de cursos bajos, como en este caso que tienen 13 o 14 años, iba a ser más difícil por la diferencia de edad y por la falta de madurez de esa etapa. Sin embargo, me sorprendió gratamente comprobar que, pese a que es cierto que tenían ciertas actitudes algo infantiles propias de la edad, se mostraron como un grupo bastante maduro en muchos aspectos. Salvo un par de casos de alumnos disruptivos y absentistas, el resto de la clase trabajaba de manera correcta y, por lo general, dejaba seguir el ritmo de la clase y respondía académicamente. Pese a mis dudas iniciales, acabó resultando el grupo con el que más cómodo me encontré.

Un caso curioso es el de los grupos de 3º de ESO. El curso de 3º ESO A-B consistía en un desdoble formado por miembros de los grupos A y B que habían escogido el itinerario bilingüe, y daban en inglés algunas clases como Física y Química, mientras que el curso de 3º ESO C pertenecía íntegramente al itinerario no bilingüe. Si bien es cierto que el grupo bilingüe era claramente superior en términos académicos, me pareció que el clima de aula no era del todo adecuado. Había continuas dificultades para seguir la clase con un ritmo continuado debido a las constantes interrupciones de algunos alumnos. No obstante, es también el curso donde se encontraban alumnos y alumnas excepcionales tanto académicamente como respetuosamente, que se mostraban molestos por las actitudes del resto de compañeros. En el curso de 3º ESO C las interrupciones también eran habituales y el rendimiento académico era peor, pero me pareció percibir un mayor interés por la asignatura y una mejor dinámica de grupo.

Había también un contraste existente entre los dos grupos de 1º de Bachillerato con los que trabajamos. De nuevo existía un grupo, 1º A, mejor académicamente pero con detalles negativos en cuanto a la convivencia. En este caso no existían interrupciones al ritmo de la clase, al contrario, la mayoría de estudiantes parecían bastante implicados con la asignatura, pero pronto percibí excesiva competitividad entre ellos y consigo mismos por unas mejores calificaciones, lo que en ocasiones les llevaba a chocar con sus compañeros y con la profesora. Añado esto a dos factores: pertenecían al itinerario de ciencias de la salud, en el que casi todas las carreras universitarias exigen notas de corte altas, y se trataba de un grupo muy numeroso (30 alumnos), lo que aumenta el número de posibles roces y conflictos. Por otro lado, en el grupo de 1º C (mucho menos numeroso) no aprecié esta competitividad. El comportamiento en clase era muy bueno pero tenían



aspectos que mejorar en cuestión de motivación por la asignatura y rendimiento académico.

No obstante, seguramente el grupo que más me marcó fue el de 3º de PMAR (Programa para la Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento). Tras hablar con el profesor de ámbito, asistimos a una de sus clases. Después de lo que habíamos oído, iba (y creo que de igual manera, también el resto de mis compañeros y compañeras) con cierta reticencia a lo que iba a encontrarme y suponía un total descontrol en el aula. Sin embargo, pese a que es cierto que el ambiente, el ritmo y los códigos de la clase son muy distintos a los convencionales, las impresiones finales fueron mucho mejores que las esperadas. Especialmente interesante me pareció la charla posterior con el profesor de ámbito, en la que nos estuvo relatando algunos casos personales de esos alumnos y me hizo reflexionar sobre los prejuicios con los que a veces enfocamos a este tipo de grupos, sobre la eficacia de un trato más cercano con el alumnado y sobre hasta qué punto influye la situación personal y familiar de un alumno en su vida académica y laboral. Más adelante tuvimos la oportunidad de acudir a un par de clases de FP Básica y las sensaciones fueron muy similares. También vimos clases en el Ciclo Formativo tanto de Grado Medio (de Comercio) como de Grado Superior (de Gestión Comercial y Marketing), pero el perfil del estudiante es totalmente diferente. Me sorprendió el perfecto comportamiento en el aula y la educación de los alumnos y alumnas de estos ciclos.

Con respecto a mi época de estudiante de secundaria, no noté ni en un primer momento ni más adelante grandes diferencias ni a nivel educativo ni de convivencia. En términos generales, una vez finalizado el Practicum, diría que mi experiencia con el alumnado fue muy positiva y que fue mejorando con el paso de los días. Poco a poco me fui desarrollando mejor y creo que logré una adecuada relación profesor-alumno con bastante acierto en la mayoría de los grupos. Al contrario de lo que pensaba al principio, me resultó más fácil la interacción con los alumnos de ESO que con los de Bachillerato, probablemente debido a la menor diferencia de edad con estos últimos que les dificulte en cierta medida el verme como una figura de autoridad. De cualquier manera, como he dicho, las dudas iniciales fueron progresivamente dando paso a la seguridad y a la iniciativa y terminé por aprovechar de manera muy satisfactoria mi período de prácticas, como comentaré más adelante en mi reflexión final. Me gustaría destacar como experiencias especialmente positivas en mi interacción con el alumnado una visita que



hicimos a una charla de mujeres científicas como actividad complementaria, mi participación en unas Jornadas de Orientación para los alumnos de Bachillerato que organizó el centro y mis clases como profesor de apoyo con una alumna de incorporación tardía en el centro para tratar de acercarla un poco a la materia.

3. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN ACERCA DE LA FÍSICA EN EL CURRÍCULO OFICIAL

La principal novedad que han aportado en los últimos años los Decretos 42/2015 y 43/2015, de 10 de junio, por los que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato y de la ESO (respectivamente) en el Principado de Asturias, fue la inclusión de la materia de Física y Química en el segundo curso de ESO. Antes, dicha materia estaba sustituida por Ciencias Naturales y la Física y Química no aparecía en el currículo hasta el tercer curso, y sólo con 2 horas semanales. Esta nueva modificación, que incluye la Física y Química en 2º ESO con 4 horas semanales es, a mi juicio, un acierto, ya que permite introducir cualitativamente muchas de las ideas y conceptos en los que el alumnado profundizará en cursos posteriores.

No obstante, todavía se podrían implementar algunas modificaciones que mejoren la formación científica en la etapa de secundaria. Una de ellas, seguramente la más repetida, sería el aumento de horas lectivas en 3º ESO, ya que se mantuvieron las 2 horas semanales del plan antiguo. En mi opinión es un horario insuficiente para abarcar todos los objetivos que se pretenden conseguir. Además, resulta incoherente pasar de 4 a 2 horas semanales en una misma materia, para pasar a 3 en el curso siguiente (4º ESO). Otra posible mejora sería procurar evitar la repetición de contenidos en el segundo y tercer curso de ESO. Es cierto que en ocasiones es conveniente repasar algunos conceptos de especial importancia, pero los bloques de contenidos se repiten en exceso en estos dos cursos, lo que resulta perjudicial para un aprendizaje progresivo.

En cuanto al Bachillerato, en el primer curso se encuentra la asignatura unificada de Física y Química. En mi opinión, sería interesante dividirla ya en el primer curso en dos asignaturas independientes y optativas como ocurre en el segundo curso (Física, por un lado, y Química por otro). Creo que con la asignatura unificada se produce una concentración de contenidos demasiado elevada, que provoca en muchas ocasiones una inevitable aceleración en la manera de impartir las clases. Además, esta separación puede



ayudar también a repartir más holgadamente los contenidos del segundo curso, a especializar los itinerarios del alumnado y a mostrarles las diferencias en cuanto a contenidos y metodología de ambas ciencias, en vistas a su próxima elección de estudios superiores o futuro laboral.

En lo referente al currículo de Física de 2º de Bachillerato, hay ciertos comentarios que realizar. Los contenidos me parecen los adecuados para el nivel del alumnado y para que adquieran una visión general de los campos de estudio de la física. No obstante, debido a la escasez de tiempo (en 2º de Bachillerato las clases lectivas acaban a principios de mayo debido a la EBAU), la concentración de estos contenidos resulta excesiva y en muchas ocasiones no se logra profundizar adecuadamente en ciertos conceptos.

Además, en este curso se produce también un conflicto de intereses entre la impartición de los contenidos propios del curso y la preparación del alumnado para la prueba de la EBAU. A menudo los docentes se ven obligados a realizar clases y ejercicios más orientados a la prueba EBAU, en detrimento de una mayor profundización en los contenidos del curso ordinario.

El Decreto 42/2015 establece que la materia de Física para 2º de Bachillerato esté dividida en 6 bloques. El bloque I sirve como introducción y repasa todos los elementos propios de la actividad científica. Además de dotar al alumnado de algunas herramientas matemáticas que van a emplear, se incide en aspectos habituales de este tema como el método científico, el espíritu crítico o la importancia de la experimentación.

El bloque II está dedicado a la interacción gravitatoria y a los movimientos planetarios. A continuación, en el bloque III se desarrollan todos los contenidos propios del campo eléctrico, del campo magnético y de la inducción electromagnética.

En el bloque IV aparecen los contenidos relacionados con el tema de las ondas (tanto mecánicas como electromagnéticas), su propagación y sus fenómenos asociados como la reflexión, la refracción o la difracción. El bloque V está dedicado a la óptica geométrica y a los instrumentos ópticos, y en el bloque VI se estudian los elementos clave de las principales ramas de la física moderna: física relativista, cuántica, nuclear y de partículas. El curso concluye con una breve discusión sobre las fronteras de la física.

Estos tres últimos bloques suponen el primer acercamiento del alumnado a estos temas, ya que no aparecen previamente a lo largo de todo el currículo de secundaria.



PARTE II. PROGRAMACIÓN DOCENTE PARA LA ASIGNATURA DE FÍSICA DE 2º DE BACHILLERATO

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La presente programación docente está desarrollada para la asignatura de Física de 2º de Bachillerato, materia troncal correspondiente a la modalidad de Ciencias. Los contenidos de esta materia abarcan los principales estudios y avances en el campo de la física a lo largo de los últimos siglos, siempre desde el punto de vista del análisis científico. Las características de la asignatura permiten una mayor profundización en aspectos extracurriculares y mejores oportunidades para alimentar la curiosidad del alumnado, base de todo proceso educativo.

La programación docente recoge todos los aspectos que afectan al desarrollo diario de la actividad docente en el aula y debe servir de guía tanto al profesor como al alumnado a lo largo de todo el curso. El Decreto 42/ 2015 de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de Bachillerato en el Principado de Asturias, establece en su artículo 34 el contenido mínimo en el que se basará la presente programación docente.

La formación del alumnado en la materia de Física resulta fundamental de cara a cualquier tipo de estudios superiores de carácter científico o tecnológico, tanto los universitarios como los de ciclos formativos de grado superior. Además de esta finalidad práctica y de los contenidos teóricos que en ella se imparten, esta asignatura favorece el espíritu crítico y reflexivo del alumnado, y el rigor a la hora de discriminar, analizar y trabajar con distintas informaciones. También se trabajan aspectos como la influencia de la ciencia en el mundo contemporáneo y sus implicaciones tecnológicas, sociales y ambientales.

Esta programación trata de colaborar en la consecución de dichos objetivos, integrando aspectos relacionados con la historia de la física, sus aplicaciones tecnológicas, sus repercusiones en el progreso de la sociedad, las características del método científico y los debates filosóficos (metafísicos o éticos) que los distintos descubrimientos científicos han producido a lo largo de la historia.



Por todo ello la Física constituye una de las piedras angulares de la cultura científica de nuestro tiempo, cuya presencia e importancia dentro del currículo de Bachillerato queda fortalecida tanto como por su entidad propia como rama histórica de conocimiento como por su función de soporte para otras materias científicas y técnicas.

2. CONTEXTO

2.1. Marco legislativo

La programación que se presenta se encuadra dentro del marco general educativo que conforma la Constitución Española aprobada el 6 de diciembre de 1978, que dedica el artículo 27 a los aspectos básicos por los que se debe regir la educación en nuestro país, bajo los títulos de “Libertad de enseñanza”, “Derecho a la educación” y “Autonomía universitaria”. Tales preceptos son la base sobre la que se sustenta la reglamentación educativa actual.

Además, la programación que se propone se sustenta sobre una serie de normas estatales y autonómicas que constituyen el marco legislativo y que se concretan a continuación:

Normativa estatal

- **Ley Orgánica 2/2006**, de 3 de mayo, de Educación (LOE). *Boletín Oficial del Estado*, pp. 17158-17207 (04/05/2006).
- **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 83/1996**, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 6306-6324 (21/02/1996).
- **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 ECD/65/2015**, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, 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/42/2018**, de 25 de enero, 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 2017/2018. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 9757-9789 (26/01/2018).

Normativa autonómica

- **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 (29/06/2015).
- **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 IES 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 documentos oficiales de evaluación. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-27 (03/06/2016).
- **Resolución de 12 de mayo de 2017**, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueba el Calendario Escolar para el curso 2017/2018. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-2 (02/06/2017).
- **Circular de inicio de curso 2017-2018** para los centros docentes públicos. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-63 (18/07/2017).
- **Circular de 2 de marzo de 2018**, para la aplicación del calendario de finalización del segundo curso de Bachillerato para el año académico 2017-2018. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-5 (02/03/2018).



2.2. Centro y grupo de referencia

La presente programación está planteada para un Instituto de Educación Secundaria (IES) del entorno urbano de la ciudad de Oviedo. Se enmarca en un núcleo de población en expansión, que en los últimos años ha gozado de una revalorización económica, social y urbanística. Aunque se encuentra integrado en el casco urbano de la ciudad, su localización no es especialmente céntrica, y sirve de nexo entre el núcleo urbano y la periferia de la ciudad. La condición socioeconómica se puede considerar de clase media.

La oferta educativa de la que dispone el centro comprende la Educación Secundaria Obligatoria, tanto para enseñanzas académicas como aplicadas y con opción bilingüe o no bilingüe, el Bachillerato en su itinerario científico o de humanidades y ciencias sociales y estudios de Formación Profesional Básica y Ciclos Formativos de Grado Medio y Grado Superior. El volumen de alumnado es grande, cercano a los 1000 alumnos.

El grupo de alumnos al que está dirigida esta programación es un grupo homogéneo de 20 estudiantes: 13 alumnos y 7 alumnas, con edades entre 17 y 19 años. Trabaja de forma dinámica y comprometida con la asignatura de Física, mostrando interés durante las explicaciones, realizando las tareas habitualmente y participando activamente en las clases. No se resalta la presencia de dificultades de aprendizaje reseñables, salvo las propias y normales asociadas a la comprensión de ciertos conceptos en momentos puntuales del desarrollo de una clase. Dos alumnos muestran especial interés por la materia, haciéndose muy visible su motivación y entusiasmo por aprender.

3. OBJETIVOS

En el ámbito de la docencia, los objetivos hacen referencia a los logros del estudiante al finalizar cada etapa como consecuencia de las experiencias de enseñanza-aprendizaje. Por esta razón, debe hacerse una división entre los que el estudiante consigue a lo largo del Bachillerato y los de la materia específicamente programada.

3.1. Objetivos generales de la etapa

Los objetivos genéricos del Bachillerato para toda esta etapa vienen recogidos en el artículo 4 del Decreto 42/2015, de 10 de junio, y son los siguientes:

- a) 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.

- b) 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.
- c) 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.
- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, comprender y expresarse con corrección en la lengua asturiana.
- f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- h) 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.
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- j) 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.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, autoconfianza y sentido crítico.
- l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.
- o) Conocer, valorar y respetar el patrimonio natural, cultural, histórico, lingüístico y artístico del Ppdo. de Asturias para participar de forma cooperativa y solidaria en su desarrollo y mejora.
- p) Fomentar hábitos orientados a la consecución de una vida saludable.

La asignatura de Física contribuye principalmente a la consecución de los objetivos i) y j), referentes a los conocimientos científicos y a la relación entre ciencia, sociedad y medio ambiente, pero también a los objetivos b), g) o h), debido al carácter tecnológico y crítico de la materia. Además, el resto de estos objetivos genéricos también son



potencialmente tratables en el aula mediante los contenidos transversales, comunes a todas las asignaturas.

3.2. Objetivos de la materia de Física

El mismo Decreto 42/2015, de 10 de junio, recoge también los objetivos específicos a los que deben aspirar los estudiantes que cursen la asignatura de Física de 2º de Bachillerato:

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

Estos objetivos se relacionan con las funciones de la formación científica (de la física en concreto) mencionadas en la introducción, y fortalecen la idea de que toda programación docente de esta materia debería considerar aspectos transversales más allá de los propios contenidos teóricos, relacionados con la formación crítica y racional y con la conciencia social y ambiental del alumnado. Más adelante se concretarán los objetivos específicos para cada unidad didáctica de la programación.



4. COMPETENCIAS CLAVE Y ELEMENTOS TRANSVERSALES

4.1. Contribución de la asignatura a las Competencias Clave

La materia de 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*. La asignatura de Física contribuye a la adquisición de competencias en los términos que a continuación se exponen:

- ❖ **Competencia Matemática y Competencias básicas en ciencia y Tecnología (CMCT).** Resulta evidente la vinculación de la materia con el desarrollo de las competencias básicas en ciencia y tecnología, puesto que la Física ayuda a interpretar y entender cómo funciona el mundo que nos rodea y a adquirir destrezas que permitan utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como a utilizar datos y procesos científicos para alcanzar un objetivo, identificar preguntas, resolver problemas, llegar a una conclusión o tomar decisiones basadas en pruebas y argumentos. El desarrollo esta competencia se potenciará mediante la deducción formal, procedimiento inherente a la física. Además de que muchos conceptos físicos vienen expresados mediante ecuaciones, a la hora de resolver problemas o realizar ejercicios o actividades de laboratorio, los alumnos han de aplicar el conocimiento matemático y sus herramientas: realizando medidas y cálculos numéricos, interpretando diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas y otros modelos de representación y extrayendo las pertinentes conclusiones.
- ❖ **Competencia Lingüística (CL).** Contrariamente a la creencia popular, las materias científicas pueden llegar a contribuir en gran medida al desarrollo de capacidades lingüísticas en aquellos que las estudian, gracias a trabajar la habilidad para comprender y expresar mensajes científicos orales y escritos con corrección léxica y gramatical y para exponer y redactor los razonamientos complejos propios de la materia. 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. Además, en esta



programación también se contempla el Programa de Lectura, Escritura e Investigación (PLEI) que trata de desarrollar esta competencia en el alumnado.

- ❖ **Competencia Digital (CD).** En la actual sociedad resulta imprescindible la familiarización y la soltura con el manejo de recursos digitales y tecnológicos. Especialmente, en la materia de Física se pone de manifiesto estas necesidades y se debe fomentar el uso de las TIC para el trabajo de distintos puntos del currículo. En primer lugar debido al manejo de diversas aplicaciones informáticas y la utilización de recursos tecnológicos para la comunicación y resolución de problemas, y en segundo lugar debido a la búsqueda y tratamiento de las distintas fuentes de información de manera crítica y sistemática y la creación de contenidos digitales.
- ❖ **Aprender a Aprender (AA).** La física, como cualquier disciplina científica, tiene una base teórica (contenidos) y una aplicación práctica (problemas, experimentación). Para que el proceso de aprendizaje sea eficaz se deben desarrollar ambos aspectos, el teórico y el práctico. Para poder interrelacionar teoría y práctica, el alumnado deberá desarrollar un aprendizaje no memorístico cuyo éxito radica en la capacidad de síntesis y organización interna de los aprendizajes. Además de esto, para poder explicar determinados fenómenos de la vida cotidiana desde un punto de vista científico, los alumnos deberán emplear el desarrollo autónomo del pensamiento abstracto y la construcción interna de los aprendizajes.
- ❖ **Competencias sociales y cívicas (CSC).** Esta competencia clave, relacionada con la comunicación constructiva y la tolerancia en distintos entornos, la solidaridad y el interés por resolver problemas, se trabajará en la asignatura de Física principalmente mediante los trabajos en grupo, que permite la interacción entre alumnos; las prácticas de laboratorio, que además favorecen el trabajo coordinado y la toma de decisiones; y los debates planteados en clase acerca de las relaciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, que puede despertar en los alumnos el interés por temas de actualidad o de importancia para toda la ciudadanía.
- ❖ **Sentido de la Iniciativa y Espíritu emprendedor (SIE).** Esta competencia se basa en la puesta en práctica de ideas concretas y en la resolución de problemas, lo que 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. Más concretamente, se puede trabajar esta competencia desde la materia de Física mediante la resolución de ejercicios más prácticos y contextualizados (en lugar de los clásicos “problemas tipo”, mediante la propuesta de pequeños trabajos de investigación o innovación o mediante los debates planteados en clase acerca de la relación y la influencia de la ciencia con el mundo de la industria y de la empresa.

- ❖ **Conciencia y expresiones culturales (CEC).** Resulta difícil encontrar referencias explícitas a expresiones culturales en el currículo de Física. No obstante, es interesante poner de manifiesto el hecho de que el desarrollo de las capacidades de pensamiento crítico y racional mencionadas y trabajadas en el resto de competencias puede permitir desarrollar también dos de los aspectos más importantes en toda disciplina cultural o artística: la creatividad y la sensibilidad artística. Además, cabe mencionar que en algún punto concreto del temario sí que se mencionan elementos relacionados con diferentes ámbitos culturales, como la naturaleza y los mecanismos de propagación del sonido o el funcionamiento de algunos instrumentos ópticos como la cámara fotográfica en la unidad didáctica de la óptica geométrica.

4.2. Contribución de la asignatura a los Elementos Transversales

El artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, establece además los elementos transversales que se deben trabajar en la totalidad de las materias de la ESO y el Bachillerato. Dichos elementos se tratarán en la asignatura de Física de manera integrada mediante las mismas pautas que las descritas en las contribuciones de la materia a las correspondientes competencias clave con las que guardan relación: la comprensión lectora y la expresión oral y escrita (CL), el empleo de las TIC (CD), el espíritu emprendedor (SIE) y la igualdad efectiva entre hombres y mujeres y la no discriminación por cualquier condición o circunstancia personal (CSC).

La presente programación pretende garantizar una educación formativa en valores éticos, que fomente la igualdad, la solidaridad y el respeto mutuo con el resto de seres humanos y con el medio ambiente.



Para tratar en clase la educación igualitaria entre hombres y mujeres, se realizarán lecturas y breves reflexiones acerca del papel de la mujer en la ciencia, en el marco del bloque I dedicado a la actividad científica. Además, la UD 14 está dedicada a una de las científicas más importantes de la historia: Marie Curie, cuya biografía se comentará brevemente en clase a modo de ejemplo de mujer de relevancia internacional en el campo de la física.

Otro elemento transversal de gran relevancia en la sociedad contemporánea es la protección del medio ambiente y el consumo responsable de recursos. Desde la materia de Física se debe transmitir la idea de que la física proporciona alternativas energéticas que contribuyen a un desarrollo sostenible. En el último bloque, dedicado a la física del siglo XX, se realizarán lecturas y reflexiones acerca de formas alternativas de energía actuales y futuras (fusión nuclear).

La diversidad cultural presente en el aula se aprovechará para trabajar la educación intercultural durante las actividades grupales: las posibles actividades complementarias, las prácticas de laboratorio y la posterior realización en grupo de los informes audiovisuales (parte III del TFM).

5. METODOLOGÍA

5.1. Principios pedagógicos

La física es una ciencia experimental desde la que se pretende dar explicación al comportamiento del universo, tratando de dar respuesta a fenómenos que, a menudo, al alumnado se le presentan como inexplicables y confusos. Por tanto, la metodología didáctica de esta materia debe contribuir a consolidar en el alumnado un pensamiento abstracto que permita comprender la naturaleza de los problemas científicos actuales y el significado intrínseco de las distintas teorías y modelos a estudiar. Además, se trata de una materia íntimamente ligada a las matemáticas y la tecnología, pero también al lenguaje, ya que una de las partes más importantes de la Física del Bachillerato es la resolución de problemas, para los que la comprensión lectora en la interpretación del enunciado es fundamental.

Construir significados nuevos implica un cambio en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente, introduciendo nuevos elementos y/o estableciendo nuevas relaciones entre ellos. Así, el alumno podrá ampliar o ajustar dichos esquemas o



reestructurarlos a profundidad como resultado de su participación en un proceso instruccional. En base a esto, la metodología diseñada para la presente programación se basa tanto en el desarrollo del pensamiento abstracto como de la capacidad de asociar e interpretar las relaciones entre los diferentes conceptos y materias, de manera que el alumno pueda aprender de forma progresiva, ordenada, coherente y significativa.

5.2. Metodología didáctica

Desde el punto de vista metodológico, la enseñanza de la física se apoya en tres aspectos fundamentales e interconectados: la introducción de conceptos, la resolución de problemas y el trabajo experimental. La metodología de la presente programación pretende sustentarse también en estos tres pilares y permitir que el alumno alcance ese aprendizaje significativo anteriormente mencionado a través de un correcto equilibrio entre estas bases.

En cuanto a los conceptos teóricos, se introducirán siempre de forma progresiva en complejidad y se hará hincapié en hacer visibles las intrarrelaciones entre los distintos conceptos y las interrelaciones con conceptos de otras materias, para garantizar la síntesis de conceptos en el alumnado. Se fomentará la participación de los estudiantes y la reflexión crítica mediante preguntas o pequeños debates en el aula. Se hará uso de las TIC de manera coherente y siempre que sirvan como complemento y no como fundamento de la exposición.

El segundo pilar, la resolución de problemas, se trabajará mediante el planteamiento de distintos ejercicios y problemas para que sean resueltos por el alumnado. Estas actividades, que serán descritas más adelante, serán utilizadas tanto para el trabajo colectivo en el aula como para el trabajo individual en el domicilio, y de nuevo serán siempre crecientes en complejidad. Además, se tratará de dotar de un contexto al planteamiento del enunciado para favorecer una comprensión holística de la física y evitar la resolución de ejercicios memorística y acrítica.

En cuanto al trabajo experimental para la comprensión de los contenidos teóricos, la principal herramienta serán las prácticas de laboratorio, que permiten al alumno un acercamiento más tangible a los conceptos más abstractos estudiados en clase previamente. También se realizarán en ocasiones, siempre que los medios y la



temporalización lo permitan, experiencias de cátedra en el aula o, en su defecto, simulaciones virtuales.

Para garantizar esta metodología se ha diseñado un esquema de la estructura que se seguirá en cada unidad didáctica (UD), recogido en la Tabla 1. No obstante, este es solo un esquema orientativo, y es susceptible de ser modificado siempre que el profesor lo estime oportuno si las características de la UD o los aspectos externos así lo determinan.

Tabla 1. Estructura de las unidades didácticas.

1. Introducción de la Unidad Didáctica

- **Planteamiento del tema.** Breve repaso de los conocimientos previos necesarios. Preguntas previas acerca del nivel de conocimiento del tema por parte del alumnado. Datos básicos del científico que titula la unidad.
- **Física en contexto.** Se trata de debatir acerca de las implicaciones científicas o tecnológicas de la correspondiente unidad didáctica en la sociedad o en la vida cotidiana.
- **Mapa conceptual.** Presentación en la pantalla de un mapa conceptual que resuma los principales contenidos que se van a tratar en la unidad.
- **Materiales de la unidad.** Se les proporciona a los alumnos los materiales necesarios para trabajar los diferentes contenidos, tanto en formato físico como digital.

2. Desarrollo de la Unidad Didáctica

- **Exposición de contenidos teóricos.** Para cada contenido perteneciente a la unidad didáctica se realizará una explicación en la que se desarrollen los correspondientes conceptos o ecuaciones, empleando la pizarra o presentaciones PowerPoint a modo de apoyo cuando sea necesario.
- **Ejemplos resueltos.** En primer lugar tras esta exposición se realizarán ejercicios resueltos en la pizarra para que los alumnos interioricen mejor los contenidos estudiados.



- **Actividades de domicilio.** De la misma manera, se encargarán ejercicios para que los alumnos trabajen en casa, que posteriormente serán corregidos en la pizarra.
- **Material complementario.** Dependiendo de la naturaleza de la unidad se podrán incluir en su desarrollo otro tipo de actividades como experiencias de cátedra, vídeos o simulaciones virtuales.

3. Finalización de la Unidad Didáctica

- **Síntesis conceptual.** Al finalizar la unidad se vuelve a proyectar el mapa conceptual del inicio, se recuerdan y resumen los contenidos estudiados y se resuelven posibles dudas.
- **Actividades de refuerzo o de ampliación.** Para aquellos alumnos que lo requieran se les facilitará una serie de actividades de refuerzo si presentan dificultades de aprendizaje o actividades de ampliación si presentan las características óptimas de interés o motivación para profundizar en algunos puntos.
- **Prácticas de laboratorio.** Para las unidades en las que así esté contemplado, al finalizar la unidad se hará una sesión en el laboratorio para observar experimentalmente los conceptos estudiados.

5.3. Materiales y recursos didácticos

Para el correcto desarrollo de esta programación, se debe contar con los siguientes materiales o recursos:

- **Libro de texto.** Se empleará a modo de guía para el desarrollo del temario y para escoger algún ejercicio, pero con libertad en cuanto a las explicaciones. Debe ser elegido por el departamento, pero se recomienda el de la editorial McGraw-Hill para la teoría y el de la editorial SM para los ejercicios.
- **Presentaciones PowerPoint** de cada UD para complementar las explicaciones.
- **Series de actividades** diseñadas por el profesor. Esto incluye las actividades de domicilio, las de refuerzo y ampliación y los ejemplos resueltos.
- Recopilación de **ejercicios resueltos tipo PAU/EBAU** de años anteriores.
- **Lecturas complementarias** extraídas de los diferentes libros de texto, de Internet o de distintos libros o revistas para el programa PLEI. Se detallarán más



adelante en los desarrollos de las UD. Serán facilitados al alumnado por el profesor, tanto en formato físico como digital.

- **Materiales complementarios** específicos para cada UD, como aplicaciones virtuales, vídeos, desarrollos teóricos... serán detallados más adelante en el desarrollo de cada UD.
- **Aula virtual** en la que se subirán todos estos contenidos.
- **Calculadora** para la resolución de ejercicios.
- **Material básico de papelería**: folios, bolígrafos...
- **Material de laboratorio** para las prácticas.
- **Ordenador** o acceso a él por parte del alumnado para la utilización del aula virtual realización de los informes audiovisuales.

En cuanto a los espacios físicos, se requiere que el centro disponga de:

- **Aula** con pizarra, ordenador con acceso a internet, proyector y pantalla.
- **Aula de TIC** para la sesión explicativa del software del proyecto de innovación.
- **Laboratorio de Física** para la realización de las prácticas, con el material necesario para las experiencias previstas.
- **Biblioteca** con ordenadores de libre disposición para el alumnado, para garantizar el acceso a los recursos virtuales anteriormente mencionados y para ofrecer a los alumnos lecturas relacionadas con la física.

5.4. Actividades complementarias y extraescolares

En la presente programación se contemplan las directrices marcadas por el Plan de Lectura, Escritura e Investigación (PLEI), que se entiende como un proyecto de intervención educativa de centro que persigue el desarrollo de la competencia lectora, escritora e investigadora del alumnado, así como el fomento del interés y el desarrollo del hábito lector y escritor. En el desarrollo de las unidades didácticas se incluirán las lecturas propuestas para cada UD, que pueden estar presentes en el libro de texto o provenir de fuentes externas y ser proporcionadas por el profesor a los alumnos, para tratar temas relacionados con los contenidos a la vez que se favorece la competencia lectora en el alumnado. Además, la competencia lectora también se trabaja en el alumnado mediante la interpretación de los enunciados de los distintos ejercicios y problemas, la competencia escritora mediante las explicaciones de los conceptos teóricos y la competencia



investigadora mediante los informes audiovisuales descritos en el proyecto de innovación, que incluyen un pequeño proyecto de investigación.

Este proyecto de investigación está directamente relacionado con la adquisición de las competencias de Aprender a Aprender (AA) y Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (SIE), tal y como se especifica en la sección correspondiente del presente TFM (apartado 4.1. de la parte II, pág. 18). Los informes audiovisuales planteados en el proyecto de innovación (Parte III del presente TFM), además, favorecen la estimulación del uso de las TIC en los alumnos de Bachillerato, punto clave en la formación de los alumnos en esta etapa según marcan los objetivos de la etapa, recogidos en el apartado 3.1 de la parte II (pág. 15) y los elementos transversales, recogidos en el apartado 4.2 de la parte II (pág. 20).

En cuanto a las posibles actividades complementarias o extraescolares a realizar a lo largo del curso, cabe comentar que debido a la brevedad del calendario y a la exigencia de completar todo el temario para que los alumnos superen con solvencia la EBAU, no está contemplada ninguna actividad de este tipo más allá de la participación de los alumnos que así lo deseen en la Olimpiada de Física organizada por la Real Sociedad Española de Física o la organización de exposiciones para la Semana de la Ciencia en el mes de noviembre, siempre de manera voluntaria y en horario extraescolar. No obstante, si la temporalización así lo permite, no se descarta la asistencia a algún evento de interés como charlas científicas divulgativas.

Además, según queda recogido en la Circular del 2 de marzo de 2018, las clases de preparación para la EBAU, tanto para la prueba ordinaria como para la extraordinaria, se realizarán en los meses de mayo y junio. Se mantienen los días y horas del calendario académico del centro para la materia de Física. Estas clases se dedicarán a la resolución de posibles dudas y a la práctica mediante ejercicios a las pruebas preparatorias de acceso a la Universidad.

6. EVALUACIÓN

El currículo oficial de Bachillerato, a través del artículo 23 del Decreto 42/2015 del Principado de Asturias, establece lo siguiente en relación a la evaluación del alumnado de Bachillerato:



“La evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de Bachillerato será continua, y diferenciada según las distintas materias, se llevará a cabo por el profesorado, tendrá un carácter formativo y será un instrumento para la mejora tanto de los procesos de enseñanza como de los procesos de aprendizaje”.

“Los referentes para la comprobación del grado de adquisición de las competencias y el logro de los objetivos de la etapa en las evaluaciones continua y final de las materias son los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables”.

Es decir, que la evaluación al alumnado debe basarse en los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables recogidos en el currículo oficial. Del mismo modo, el carácter formativo implica la utilización de técnicas, procedimientos e instrumentos diferentes con el fin de valorar distintos aspectos del aprendizaje, de modo que los alumnos puedan alcanzar las competencias y conocimientos necesarios para poder continuar su proceso educativo.

6.1. Instrumentos de evaluación

Los diferentes instrumentos de evaluación van a permitir realizar la evaluación continua de los estudiantes, tal como indica la normativa relativa a la evaluación del alumnado en educación secundaria. Por ello es preciso que el proceso de recogida de la información sea riguroso para que ésta sea precisa y objetiva, y no esté influenciada por la apreciación personal y subjetiva del profesorado.

En la sección correspondiente al desarrollo de las unidades didácticas se indicará el instrumento de evaluación empleado para valorar cada criterio de evaluación o estándar de aprendizaje evaluables, de entre los siguientes:

- **Observación sistemática (OS):** observación directa de la actitud, comportamiento y participación en la dinámica de la clase, especialmente en los debates o análisis de las lecturas complementarias. Se valorará también el trabajo y la iniciativa en las prácticas de laboratorio. De todas las observaciones realizadas quedará constancia en el cuaderno del profesor.
- **Prueba escrita (PE):** diseñadas para sesiones de 55 minutos. Tres cuartas partes de la prueba estarán dedicadas a la resolución de ejercicios o problemas contextualizados, similares a los practicados a lo largo de la unidad didáctica. La otra cuarta parte corresponderá a preguntas teóricas acerca de los conceptos



o fenómenos estudiados. En la evaluación de las pruebas escritas se tendrá en cuenta: corrección léxica y gramatical, dominio de la terminología científica, claridad y orden en la presentación, planteamiento del problema, valoración de resultados coherentes (se tendrá en cuenta el planteamiento frente al desarrollo matemático, pero si el resultado es incoherente el alumnado deberá indicarlo para obtener la máxima puntuación) y corrección en el uso de las unidades de medida.

- **Actividades de domicilio (AD):** desarrolladas en el apartado 5.2. referente a la metodología didáctica. Una vez que se termina la unidad didáctica, el alumnado deberá entregar al profesor una serie de problemas. En su evaluación se tendrá en cuenta: entrega dentro de la fecha establecida, claridad y orden en la presentación, planteamiento del problema, valoración de resultados coherentes y corrección en el uso de las unidades de medida.
- **Informe audiovisual de laboratorio (IL):** informes audiovisuales con la herramienta *PowToon* que deben elaborar los alumnos cada trimestre junto con pequeños proyectos de investigación. Su evaluación se realizará mediante una rúbrica detallada en el proyecto de innovación (consultar parte III del presente trabajo).

6.2. Criterios de calificación

Para cada evaluación habrá como instrumentos evaluadores un total de tres pruebas escritas, un informe audiovisual y tantas series de ejercicios como unidades didácticas abarque la evaluación. La ponderación de estos instrumentos es la siguiente:

Tabla 2. Criterios de calificación de cada evaluación.

Instrumento de evaluación	Ponderación
Pruebas escritas (nota media de las 3)	70 %
Actividades de domicilio (nota media)	15 %
Informes audiovisuales	15 %

Todas las calificaciones estarán comprendidas entre 0 y 10, siendo necesario un 5 para aprobar. La calificación final de la asignatura será la media de las notas de las tres evaluaciones. La Observación Sistemática (OS, mencionada en el apartado anterior 6.1)



de aspectos en clase como el interés por la asignatura se valorará a la hora de redondear las calificaciones tanto de las distintas evaluaciones como la final. Si las anotaciones positivas recogidas en el cuaderno superan a las negativas, el redondeo será positivo, y viceversa.

Además, para favorecer la motivación de los alumnos más interesados, como puede ser el caso del alumnado de altas capacidades, se establecerá un premio extraordinario de 0,5 puntos en la calificación final de la evaluación para los dos mejores trabajos de investigación. Se pretende así incentivar un mayor desarrollo de las competencias clave Aprender a Aprender (AA) y Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (SIE), según se recoge en el apartado 4.1 de la parte II (pág. 18).

En caso de suspender una evaluación, se entregará al alumnado una serie de ejercicios de refuerzo que deberá entregar resuelta al menos al 80 % y se realizará una prueba escrita de recuperación con los contenidos estudiados en dicha evaluación, que se realizará en horario lectivo en una sesión de clase de 55 minutos. La calificación obtenida en dicha prueba tendrá un peso del 50 % en su calificación final de la evaluación, siendo el 20 % los ejercicios de refuerzo presentados y el restante 30 % los informes audiovisuales y las actividades de domicilio de la evaluación, que podrán volver a entregarse si se encontrasen suspensos.

En caso de suspender dicha prueba, el alumno tiene derecho a presentarse a una prueba extraordinaria a final de curso en la que se examinará de los contenidos propios de las evaluaciones suspensas, en un mismo examen pero de forma separada. De nuevo, el porcentaje constituirá el 50 % de la calificación final de la evaluación, siendo el 20 % los ejercicios de refuerzo presentados y el restante 30 % los informes audiovisuales y las actividades de domicilio de la evaluación, que podrán volver a entregarse si se encontrasen suspensos. Este promedio constituirá la calificación final de las evaluaciones suspensas, cuya media conjuntamente con las calificaciones de las evaluaciones aprobadas constituirá la calificación final de la asignatura.

Todo alumno al que no se pueda aplicar la evaluación continua por presentar faltas de asistencia por encima del 20 % de las sesiones será evaluado mediante un examen global de la asignatura que se realizará a final de curso a modo de prueba extraordinaria. Será calificado sobre 10 puntos, siendo 5 la nota necesaria para aprobar.



6.3. Plan específico personalizado de refuerzo para alumnos con materias pendientes de cursos anteriores

Se realizará un seguimiento sistemático de la evolución de aquellos estudiantes que accedan al curso con asignaturas pendientes que guarden relación con la rama en la que se ubica la Física, en concreto la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato. Este seguimiento se efectuará, en primer lugar, a través de las actividades de refuerzo. Para estos alumnos en particular, se asignará una fecha de entrega de estos ejercicios para la semana posterior a la finalización de cada unidad didáctica, y se corregirán en un breve plazo de tiempo para facilitar la comunicación de posibles errores y la resolución de dudas asociadas a estos fallos.

Además, también se realizará 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. Se considerará que el alumno aprueba la materia pendiente si ha entregado más del 80 % de los ejercicios propuestos y obtiene un 4 o más en esta prueba extraordinaria.

6.4. Coordinación y 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.

La coordinación del desarrollo y la aplicación de la programación didáctica se llevará a cabo en las reuniones del departamento de Física y Química, de manera mensual.

En ellas se tratará el grado de cumplimiento de la programación, la temporalización de la misma (y en caso de que haya desviaciones de la planificación inicial, el porqué de éstas), la coordinación con el resto del departamento para el uso del laboratorio y los materiales, la cantidad y calidad de las actividades realizadas, la metodología empleada y el análisis de los resultados del alumnado.

En relación con este último punto, se realizará además una reflexión del proceso de enseñanza-aprendizaje, para tratar los posibles problemas surgidos durante el desarrollo



de las unidades didácticas. Se propondrán y registrarán las propuestas de mejora de cara a modificaciones potenciales en los próximos cursos o en el presente curso para las siguientes evaluaciones.

Esta reflexión contará con dos fuentes principales de información. En primer lugar, las citadas reuniones de departamento. Sin embargo, la evaluación de la práctica docente en el aula únicamente puede ser llevada a cabo por el alumnado. Con este objetivo, al final de cada evaluación se pasará en los distintos grupos un cuestionario (Anexo I) para recoger las impresiones del alumnado acerca de todos los aspectos involucrados en el desarrollo del curso: actividades, metodología, explicaciones, evaluación, atención a la diversidad, etc.

7. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, diseña un modelo acorde con los valores constitucionales, basado en el respeto a los derechos y libertades en él reconocidos e inspirado en principios tales como la calidad de la educación, la garantía en la igualdad de derechos y oportunidades, la equidad, la no discriminación, la inclusión educativa o la flexibilidad para adecuar la educación a la diversidad de aptitudes, intereses, expectativas y necesidades del alumnado, entre otros. En el artículo 1, referente a los principios que inspiran nuestro sistema educativo, se incluye un apartado en lo referente a la equidad educativa, quedando redactado de la siguiente manera:

“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”.

En la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, estos aspectos están recogidos en el artículo 17 del Decreto 42/2015, de 10 de junio, que define atención a la diversidad como “el conjunto de actuaciones educativas dirigidas a dar respuesta educativa a las diferentes capacidades, ritmos y estilos de aprendizaje, motivaciones e interés, situaciones sociales, culturales, lingüísticas y de salud del alumnado”. El objetivo de cualquier medida de atención a la diversidad se centra en un principio básico en



educación, que es facilitar que todo el alumnado alcance los objetivos y competencias establecidos en el Bachillerato.

En la presente programación se contemplan las siguientes medidas de Atención a la Diversidad (ATD):

A) Medidas de ATD para el alumnado con n.e.a.e. ligadas a problemas de salud y motores

- **Adaptaciones metodológicas** de acceso al currículo para el alumnado con necesidades educativas especiales ligadas a problemas motrices o de salud (discapacidad visual, auditiva o motórica). Se trabajará coordinadamente con el Departamento de Orientación para facilitar a estos alumnos los recursos o modificaciones que requieran para poder desarrollar su proceso de aprendizaje de igual manera al resto de alumnos. Estas adaptaciones curriculares son no significativas, es decir, no se modifican los contenidos y elementos evaluables para el alumno.

B) Medidas de ATD para el alumnado con altas capacidades

- **Ampliación curricular** para el alumnado con altas capacidades. Consiste en introducir contenidos que exceden el nivel del curso en el que se encuentra el correspondiente alumno. Pretende responder a las necesidades educativas del alumnado, a sus inquietudes intelectuales y a su falta de motivación por aprender.

En este aspecto constan de especial importancia los proyectos de investigación presentados en los informes audiovisuales. Se propondrán para este tipo de alumnado temas específicos de mayor complejidad sobre los que podrán profundizar. Como incentivo, pueden optar al premio extraordinario de 0,5 puntos en la calificación final recogido en el apartado 6.2.

- **Actividades de enriquecimiento curricular** para el alumnado con altas capacidades. Son las actividades de ampliación para cada UD descritas anteriormente, de mayor complejidad que el resto de series de problemas, que serán entregadas al alumnado que así lo requiera. También se le proporcionará material adicional (lecturas, actividades, vídeos o aplicaciones) al alumnado



que muestre interés en profundizar en mayor medida en ciertos aspectos del currículo.

En este sentido, en cada una de las UD se han incluido actividades y recursos (consultar la sección “Recursos Didácticos” de la primera tabla de cada UD) que pueden servir tanto para facilitar las explicaciones en las clases ordinarias, si se emplean a modo de apoyo didáctico, como para proporcionar al alumno interesado diferentes alternativas para acercarse de manera extracurricular a sus temas de mayor interés.

C) Medidas generales de ATD

- **Programa de refuerzo de materias no superadas.** Descrito anteriormente en el correspondiente apartado de evaluación.
- **Desdoble** del grupo para las sesiones de laboratorio, si se requiriese. En este caso no es necesario por contar con un grupo de referencia inferior a 20 alumnos.

8. SECUENCIACIÓN Y DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

8.1. Organización y distribución temporal de las unidades didácticas

La distribución temporal de las unidades didácticas se realiza en base al calendario escolar oficial del Principado de Asturias para el curso 2017/2018, marcado por la Consejería de Educación y Cultura en la Resolución de 12 de mayo de 2017. La materia de Física consta en 2º de Bachillerato de 4 horas semanales, y consideraremos que los días en los que se imparte la asignatura son lunes, martes, miércoles y viernes.

Teniendo en cuenta estas directrices y las de la Circular de 2 de marzo de 2018, establecemos que la presente programación docente debe abarcar un total de 118 horas. En la Tabla 3 se desarrolla la distribución temporal de estas unidades.

La estructuración de las unidades didácticas se ha realizado en base a los contenidos de cada una según los criterios del autor, respetando los bloques marcados por el currículo oficial (recogidos en el apartado 3 de la parte I del TFM). Se han titulado con el nombre de un científico importante en el tema para dar la oportunidad de introducir explicaciones,



anécdotas o elementos de historia de la ciencia, punto generalmente olvidado en las programaciones docentes, que puedan resultar de interés para el alumnado.

La unidad 0 se impartirá explícitamente en clase en las dos primeras sesiones, explicando aspectos clave como la representación gráfica de datos, el análisis de resultados, la utilización de alguna herramienta matemática concreta, la utilización del software que emplearán en sus informes audiovisuales de laboratorio o las pautas básicas del método científico, punto muy reiterativo a lo largo de todo el currículo de ESO y Bachillerato. Sin embargo, esta unidad se trabajará de manera transversal a lo largo de todo el curso debido a la constante necesidad de dominar el manejo de datos, gráficas, tablas o representaciones virtuales.

Tres sesiones de cada evaluación se dedicarán a pruebas escritas, tal y como marca la Tabla 3. La elección de los contenidos que abarcará cada prueba escrita corresponde a criterio del profesor, pero en ningún caso habrá una prueba escrita de más de dos UD.

8.2. Desarrollo de las unidades didácticas

A continuación se van a exponer en forma de tablas los desarrollos de las distintas unidades didácticas en las que se ha secuenciado la presente programación. Para cada UD se van a detallar dos tablas: en la primera se recogen los contenidos que componen la unidad, los resultados de aprendizaje específicos de la unidad que se esperan que alcance el alumno, los elementos de la matriz de especificaciones de la EBAU relacionados con esa unidad, los recursos didácticos y lecturas para el PLEI que se proponen y, en caso de que las hubiera, las prácticas de laboratorio.

En la segunda tabla se indican los criterios de evaluación, indicadores de logro y estándares de aprendizaje evaluables del currículo oficial que se van a valorar en el alumno, las competencias clave que se pretenden trabajar con ellos y los instrumentos de evaluación con los que el profesor va a valorar el grado de adquisición de dichos criterios. Las siglas tanto de las Competencias Clave (CC) como de los Instrumentos de Evaluación (I.E.) vienen recogidas en los apartados 4.1 y 6.1, respectivamente.



Tabla 3. Distribución temporal, relación con los bloques y horas lectivas de las UD.

Bloque	Horas Bloque	Unidad didáctica	Horas Unidad	Evaluación	
I. La actividad científica	2	0. Francis Bacon y el método científico	2	1ª, 2ª, 3ª	
II. Interacción gravitatoria	15	1. Isaac Newton y el campo gravitatorio	8	1ª	Innovación: IL
		2. Johannes Kepler y el movimiento de los planetas	7		
III. Interacción electromagnética	27	3. Charles-Augustin de Coulomb y el campo eléctrico	9	2ª	Innovación: IL
		4. Hendrik Antoon Lorentz y el campo magnético	9		
		5. Michael Faraday y la inducción electromagnética	9		
IV. Ondas	26	6. Jean le Rond d'Alembert y el movimiento ondulatorio	8	3ª	Innovación: IL
		7. Christiaan Huygens y los fenómenos ondulatorios	6		
		8. Christian Andreas Doppler y el sonido	4		
		9. James Clerk Maxwell y las ondas electromagnéticas	8		
V. Óptica geométrica	15	10. Pierre de Fermat y la óptica geométrica	11	3ª	Innovación: IL
		11. Galileo Galilei y la óptica de la visión	4		
VI. Física del siglo XX	24	12. Albert Einstein y la física relativista	6	3ª	Innovación: IL
		13. Max Planck y la física cuántica	7		
		14. Marie Curie y la física nuclear	6		
		15. Steven Weinberg y las fronteras de la física	5		
Pruebas escritas	9		9		
TOTAL	118		118		



Tabla 4

Unidad didáctica 0. Francis Bacon y el método científico.

Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> – Estrategias propias de la actividad científica. – Tecnologías de la Información y la Comunicación. – Selección e interpretación crítica de información científica. – Análisis y empleo de datos, tablas y gráficas.
Resultados de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> – Aplicar la estrategia científica para la recopilación y tratamiento de datos, toma de decisiones y lógica de las conclusiones. – Conocer y poner en práctica las Tecnologías de la Información y la Comunicación para el tratamiento de datos y exposición de resultados.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Software <i>PowToon</i> para el tutorial de la primera sesión: https://www.powtoon.com/home/ – Explicación algebraica y gráfica del producto vectorial: https://www.geogebra.org/m/B6Uz5yWf – 6 cosas que deberías saber sobre Física (QuantumFracture): https://www.youtube.com/watch?v=LFTDY6HsZCY – Los experimentos más bellos de la historia (Date un Voltio): https://www.youtube.com/watch?v=s0E_qoFpDMM – Las 17 ecuaciones que cambiaron la historia: https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/las-17-ecuaciones-que-cambiaron-la-historia/formulas-historia-matematicas-pitagoras
Lecturas PLEI	No se contemplan puesto que esta unidad didáctica se trabajará de forma transversal paralelamente a las demás.
Prácticas de laboratorio	No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.



Tabla 5

Unidad didáctica 0. Francis Bacon y el método científico.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

0.1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.

- 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.

- 0.1.1. 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.
- 0.1.2. Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionen las diferentes magnitudes en un proceso físico.
- 0.1.3. 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.
- 0.1.4. 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
CL
CD
AA
SIE

OS
IL

0.2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos.

- 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.

- 0.2.1. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos físicos de difícil implantación en el laboratorio.
- 0.2.2. 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.
- 0.2.3. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en Internet y otros medios digitales.
- 0.2.4. 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
CD

OS
IL



Tabla 6

Unidad didáctica 1. Isaac Newton y 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.
Resultados de aprendizaje	<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.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Ley de gravitación universal (en inglés): https://www.youtube.com/watch?v=7gf6YpdvtE0 – La fuerza de gravitación (animación): http://www.kean.edu/~gkolodiy/physics/gravity/GravityHewitt.html – Applet campo gravitatorio: http://www.xtec.cat/~ocasella/applets/gravita/appletsol2.htm
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – La ley de la gravitación universal y la materia oscura (Peña, A., y García, J. A. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: McGraw-Hill Education).
Prácticas de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> – Determinación de la intensidad del campo gravitatorio terrestre.



Unidad didáctica 1. Isaac Newton y el campo gravitatorio.

Tabla 7

	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	C.C.	I.E.
	1.1. Asociar el campo gravitatorio a la existencia de masa y caracterizarlo por la intensidad del campo y el potencial.			
Ind. de logro	<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. 	1.1.1. Diferencia entre los conceptos de fuerza y campo, estableciendo una relación entre intensidad del campo gravitatorio y la aceleración de la gravedad. 1.1.2. Representa el campo gravitatorio mediante las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial.	CMCT AA	OS PE AD
	1.2. Reconocer el carácter conservativo del campo gravitatorio por su relación con una fuerza central y asociarle en consecuencia un potencial gravitatorio.			
Ind. de logro	<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. 	1.2.1. 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	OS PE AD
	1.3. Interpretar las variaciones de energía potencial y el signo de la misma en función del origen de coordenadas energéticas elegido.			
Ind. de logro	<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. 	1.3.1. Calcula la velocidad de escape de un cuerpo aplicando el principio de conservación de la energía mecánica	CMCT	OS PE AD IL



Tabla 8

Unidad didáctica 2. Johannes Kepler y el movimiento de los planetas.

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.
Resultados de aprendizaje	<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.
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. – 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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Orbit, app para iOS y Android: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ChetanSurpur.Orbit&hl=es – Web de la NASA: https://www.nasa.gov/ – Astronomía para todos: http://astrofisica.cl/astrofisiaparatodos/ – Lift-off (ejercicios para secundaria basados en datos ESA): http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/LiftOff/Lift-off_BR223_SP.pdf – Las leyes de Kepler: https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=xzhQfmJsuk – Applet 1ª ley de Kepler: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/keplerlaw1_es.htm – Applet 2ª ley de Kepler: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/keplerlaw2_es.htm
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – Satélites meteorológicos (Vidal, M. C., y Sánchez, D. (2016). <i>Física 2º Bachillerato. Serie Investiga</i>. Madrid: Ed. Santillana). – La física y la ciencia ficción (Nacenta, P., Romo, N., Trueba, J. L., y Puente, J. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: Ediciones SM).
Prácticas de laboratorio	No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.



Tabla 9

Unidad didáctica 2. Johannes Kepler y el movimiento de los planetas.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

2.1. Justificar las variaciones energéticas de un cuerpo en movimiento en el seno de campos gravitatorios.

- Ind.**
- Realizar cálculos energéticos de sistemas en órbita y en lanzamientos de cohetes.

2.1.1. Aplica la ley de conservación de la energía al movimiento orbital de diferentes cuerpos como satélites, planetas y galaxias

CMCT
AA

OS
PE
AD

2.2. Relacionar el movimiento orbital de un cuerpo con el radio de la órbita y la masa generadora del campo.

- Ind. de logro**
- 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 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.

2.2.1. 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.
2.2.2. 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

OS
PE
AD

2.3. Conocer la importancia de los satélites artificiales de comunicaciones, GPS y meteorológicos y las características de sus órbitas.

- Ind. de logro**
- 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.

2.3.1. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para el estudio de satélites de órbita media (MEO), órbita baja (LEO) y de órbita geoestacionaria (GEO) extrayendo conclusiones.

CMCT
CL
CD
SIE

OS
PE
AD

2.4. Interpretar el caos determinista en el contexto de la interacción gravitatoria.

- Ind.**
- 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.

2.4.1. Describe la dificultad de resolver el movimiento de tres cuerpos sometidos a la interacción gravitatoria mutua utilizando el concepto de caos.

CMCT

OS
PE
AD
IL



Tabla 10

Unidad didáctica 3. Charles-Augustin de Coulomb y el campo eléctrico.

<p>Contenidos</p>	<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.
<p>Resultados de aprendizaje</p>	<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.
<p>Matriz de especificaciones de la EBAU</p>	<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.
<p>Recursos didácticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gravedad vs. Fuerza eléctrica (QuantumFracture): https://www.youtube.com/watch?v=IEP5IM4N7GE - El campo: una idea maravillosa (QuantumFracture): https://www.youtube.com/watch?v=dwZuKaexAJ0 - Applet de campo eléctrico: http://www.xtec.cat/~ocasella/applets/elect/appletsol2.htm - Applet de campo eléctrico en 2D y superficies equipotenciales: http://www.falstad.com/emstatic/ - Applet de cargas y campos: https://phet.colorado.edu/es/simulation/charges-and-fields
<p>Lecturas PLEI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La física y las jaulas de Faraday (Nacenta, P., Romo, N., Trueba, J. L., y Puente, J. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: Ediciones SM).
<p>Prácticas de laboratorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies equipotenciales y campo eléctrico.



Tabla 11

Unidad didáctica 3. Charles-Augustin de Coulomb y el campo eléctrico.

	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	C.C.	I.E.
	3.1. Asociar el campo eléctrico a la existencia de carga y caracterizarlo por la intensidad de campo y el potencial.			
Ind. de logro	<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. 	<p>3.1.1. Relaciona los conceptos de fuerza y campo, estableciendo la relación entre intensidad del campo eléctrico y carga eléctrica.</p> <p>3.1.2. Utiliza el principio de superposición para el cálculo de campos y potenciales eléctricos creados por una distribución de cargas puntuales.</p>	CMCT AA	OS PE AD
	3.2. Reconocer el carácter conservativo del campo eléctrico por su relación con una fuerza central y asociarle en consecuencia un potencial eléctrico.			
Ind. de logro	<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. 	<p>3.2.1. Representa gráficamente el campo creado por una carga puntual, incluyendo las líneas de campo y las superficies de energía equipotencial.</p> <p>3.2.2. Compara los campos eléctrico y gravitatorio estableciendo analogías y diferencias entre ellos.</p>	CMCT CL AA	OS PE AD
	3.3. Caracterizar el pot. 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.			
Ind. de logro	<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. 	<p>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.</p>	CMCT CL	OS PE AD



3.4. Interpretar las variaciones de energía potencial de una carga en movimiento en el seno de campos electrostáticos en función del origen de coordenadas energéticas elegido.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> – Situar el origen de energía potencial eléctrica y de potencial en el infinito. – Determinar el trabajo para trasladar una carga eléctrica de un punto a otro del campo e interpretar el resultado en términos de energías. – Aplicar el concepto de superficie equipotencial para evaluar el trabajo realizado sobre una carga que experimenta desplazamientos en este tipo de superficies. 	<p>3.4.1. 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.</p> <p>3.4.2. 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.</p>	CMCT AA	OS PE AD
----------------------	---	---	------------	----------------

3.5. Asociar las líneas de campo eléctrico con el flujo a través de una superficie cerrada y establecer el teorema de Gauss para determinar el campo eléctrico creado por una esfera cargada.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> – Definir el concepto de flujo eléctrico e identificar su unidad en el Sistema Internacional. – Calcular el flujo que atraviesa una superficie para el caso de campos uniformes. – Enunciar el teorema de Gauss y aplicarlo para calcular el flujo que atraviesa una superficie cerrada conocida la carga encerrada en su interior. 	<p>3.5.1. Calcula el flujo del campo eléctrico a partir de la carga que lo crea y la superficie que atraviesan las líneas del campo.</p>	CMCT	OS PE AD
----------------------	---	--	------	----------------

3.6. Valorar el teorema de Gauss como método de cálculo de campos electrostáticos.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – Reconocer la utilidad del teorema de Gauss para calcular el campo eléctrico creado por distribuciones de carga uniformes. – Aplicar el teorema de Gauss para calcular el campo eléctrico creado por distribuciones simétricas de carga (esfera, interior de un condensador). 	<p>3.6.1. Determina el campo eléctrico creado por una esfera cargada aplicando el teorema de Gauss.</p>	CMCT AA	OS PE AD
-------------	---	---	------------	----------------

3.7. Aplicar el principio de equilibrio electrostático para explicar la ausencia de campo eléctrico en el interior de los conductores y asociarlo a casos concretos de la vida cotidiana.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – Demostrar que en equilibrio electrostático la carga libre de un conductor reside en la superficie del mismo. – Utilizar el principio de equilibrio electrostático para deducir aplicaciones y explicar situaciones de la vida cotidiana (mal funcionamiento de los móviles en ciertos edificios o el efecto de los rayos eléctricos en los aviones, entre otros). 	<p>3.7.1. Explica el efecto de la Jaula de Faraday utilizando el principio de equilibrio electrostático y lo reconoce en situaciones cotidianas como el mal funcionamiento de los móviles en ciertos edificios o el efecto de los rayos eléctricos en los aviones.</p>	CMCT CSC	OS PE AD IL
-------------	--	--	-------------	----------------------



Tabla 12

Unidad didáctica 4. Hendrik Antoon Lorentz y el campo magnético.

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.
Resultados de aprendizaje	<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. - Comprender el teorema de Ampère y utilizarlo para calcular el campo magnético en el interior de una bobina o solenoide.
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 cierta velocidad 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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> - Applet de campo magnético de un imán: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/magneticfieldbar_es.htm - Applet de campo magnético de una corriente rectilínea: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/magneticfieldwire_es.htm - Applet de motor de corriente continua: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/electricmotor_es.htm - Electricidad y magnetismo. Motores. Generadores: https://www.youtube.com/watch?v=moO-XhyGG8M
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> - Electromagnetismo en la cocina (Peña, A., y García, J. A. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: McGraw-Hill Education).
Prácticas de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos electromagnéticos



Tabla 13

Unidad didáctica 4. Hendrik Antoon Lorentz y el campo magnético.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

4.1. Conocer el movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético.

- 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.

4.1.1. 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

OS
PE
AD

4.2. Comprender y comprobar que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos.

- 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.

4.2.1. 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
CD
SIE

OS
PE
AD

4.3. 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.

- 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.

4.3.1. 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.
4.3.2. 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.
4.3.3. 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

CMCT
CD
AA

OS
PE
AD



4.4. Interpretar el campo magnético como campo no conservativo y la imposibilidad de asociar una energía potencial.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> Justificar que la fuerza magnética no realiza trabajo sobre una partícula ni modifica su energía cinética. Comparar el campo eléctrico y el campo magnético y justificar la imposibilidad de asociar un potencial y una energía potencial al campo magnético por ser no conservativo. 	4.4.1. 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.	CMCT CL	OS PE AD
-------------	--	--	------------	----------------

4.5. Describir el campo magnético originado por una corriente rectilínea, por una espira de corriente o por un solenoide en un punto determinado.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> Enunciar la ley de Biot y Savart y utilizarla para determinar el campo magnético producido por un conductor. Analizar la variación de la intensidad del campo magnético creado por un conductor rectilíneo con la intensidad y el sentido de la corriente eléctrica que circula por él y con la distancia al hilo conductor. Determinar el campo magnético resultante creado por dos o más corrientes rectilíneas en un punto del espacio. Describir las características del campo magnético creado por una espira circular y por un solenoide y dibujar las líneas de campo. 	<p>4.5.1. Establece, en un punto dado del espacio, el campo magnético resultante debido a dos o más conductores rectilíneos por los que circulan corrientes eléctricas.</p> <p>4.5.2. Caracteriza el campo magnético creado por una espira y por un conjunto de espiras.</p>	CMCT	OS PE AD IL
----------------------	--	--	------	----------------------

4.6. Identificar y justificar la fuerza de interacción entre dos conductores rectilíneos y paralelos.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> Considerar la fuerza magnética que actúa sobre un conductor cargado como un caso particular de aplicación de la ley de Lorentz a una corriente de electrones y deducir sus características (módulo, dirección y sentido). Analizar y calcular las fuerzas de acción y reacción que ejercen dos conductores rectilíneos paralelos como consecuencia de los campos magnéticos que generan. Deducir el carácter atractivo o repulsivo de las fuerzas relacionándolo con el sentido de las corrientes. 	4.6.1. 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.	CMCT AA	OS PE AD IL
-------------	--	--	------------	----------------------

4.7. Conocer que el amperio es una unidad fundamental del Sistema Internacional.

I	<ul style="list-style-type: none"> Definir Amperio y explicar su significado en base a las interacciones magnéticas entre corrientes rectilíneas. 	4.7.1. Justifica la definición de amperio a partir de la fuerza que se establece entre dos conductores rectilíneos y paralelos.	CMCT	OS PE AD
----------	--	---	------	----------------

4.8. Valorar la ley de Ampère como método de cálculo de campos magnéticos.

I.	<ul style="list-style-type: none"> Enunciar la ley de Ampère y utilizarla para obtener la expresión del campo magnético debida a una corriente rectilínea. 	4.8.1. Determina el campo que crea una corriente rectilínea de carga aplicando la ley de Ampère y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.	CMCT	OS PE AD
-----------	---	---	------	----------------



Tabla 14

Unidad didáctica 5. Michael Faraday y la inducción electromagnética.

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.
Resultados de aprendizaje	<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.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> - Inducción electromagnética. Experimentos: https://www.youtube.com/watch?v=QjKy_myFHx4 - Laboratorio electromagnético de Faraday: https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday - Simulador de un generador: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/generator
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> - La guitarra eléctrica (Vidal, M. C., y Sánchez, D. (2016). <i>Física 2º Bachillerato. Serie Investiga</i>. Madrid: Ed. Santillana).
Prácticas de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Inducción electromagnética: imanes, bobinas y alternadores.



Tabla 15

Unidad didáctica 5. Michael Faraday y la inducción electromagnética.

	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	C.C.	I.E.
	5.1. Relacionar las variaciones del flujo magnético con la creación de corrientes eléctricas y determinar el sentido de las mismas.			
Ind. de logro	<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. 	5.1.1. 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. 5.1.2. Calcula la fuerza electromotriz inducida en un circuito y estima el sentido de la corriente eléctrica aplicando las leyes de Faraday y Lenz.	CMCT	OS PE AD
	5.2. Conocer las experiencias de Faraday y de Henry que llevaron a establecer las leyes de Faraday y Lenz.			
Ind. de logro	<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. 	5.2.1. Emplea aplicaciones virtuales interactivas para reproducir las experiencias de Faraday y Henry y deduce experimentalmente las leyes de Faraday y Lenz.	CMCT CL CD	OS PE AD IL
	5.3. Identificar los elementos fundamentales de que consta un generador de corriente alterna y su función.			
Ind. de logro	<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. 	5.3.1. 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. 5.3.2. Infiere la producción de corriente alterna en un alternador teniendo en cuenta las leyes de la inducción.	CMCT AA	OS PE AD



Tabla 16

Unidad didáctica 6. Jean le Rond d'Alembert y el movimiento ondulatorio.

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.
Resultados de aprendizaje	<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.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Lo que necesitas saber sobre ondas (QuantumFracture): https://www.youtube.com/watch?v=rKf92Vgx2ag – Applet de ondas estacionarias longitudinales: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/standinglongitudinalwaves_es.htm – Applet de oscilaciones: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/beats_es.htm – Applet de ondas en una cuerda: https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string – Movimiento ondulatorio: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/ondas.html
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – Tsunamis (Villalobos, G., Arsuaga, J. M., Moreno, N., Vílchez, J.M., y Fernández, A. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: Ed. Anaya). – Aprovechamiento de la energía del mar (Martínez, M. J. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Barcelona: Ed. Vicens-Vives).
Prácticas de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> – Ondas estacionarias longitudinales y transversales. La cubeta de ondas.



Tabla 17

Unidad didáctica 6. Jean le Rond d'Alembert y el movimiento ondulatorio.

	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	C.C.	I.E.
	6.1. Asociar el movimiento ondulatorio con el movimiento armónico simple.			
Ind.	<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. 	6.1.1. Determina la velocidad de propagación de una onda y la de vibración de las partículas que la forman, interpretando ambos resultados.	CMCT	OS PE AD
	6.2. Identificar en experiencias cotidianas o conocidas los principales tipos de ondas y sus características.			
Ind.	<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. 	6.2.1. Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación y de la propagación. 6.2.2. Reconoce ejemplos de ondas mecánicas en la vida cotidiana.	CMCT CL CD CSC	OS PE AD IL
	6.3. Expresar la ecuación de una onda en una cuerda indicando el significado físico de sus parámetros característicos.			
Ind.	<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. 	6.3.1. Obtiene las magnitudes características de una onda a partir de su expresión matemática. 6.3.2. Escribe e interpreta la expresión matemática de una onda armónica transversal dadas sus magnitudes características	CMCT AA	OS PE AD IL
	6.4. Interpretar la doble periodicidad de una onda a partir de su frecuencia y su número de onda.			
I	<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. 	6.4.1. Dada la expresión matemática de una onda, justifica la doble periodicidad con respecto a la posición y el tiempo.	CMCT CL	OS PE AD
	6.5. Valorar las ondas como un medio de transporte de energía pero no de masa.			
I.	<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. 	6.5.1. Relaciona la energía mecánica de una onda con su amplitud. 6.5.2. Calcula la intensidad de una onda a cierta distancia del foco emisor, empleando la ecuación que relaciona ambas magnitudes.	CMCT	OS PE AD



- 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 isótropo 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.

Tabla 18

Unidad didáctica 7. Christiaan Huygens y los fenómenos ondulatorios.

Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Ondas transversales en una cuerda. - Fenómenos ondulatorios. - Interferencia y difracción. - Reflexión y refracción.
Resultados de aprendizaje	<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.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> - Interferencia de dos ondas circulares o esféricas: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/interference_es.htm - Experimentos con cubeta de ondas: https://www.youtube.com/watch?v=3-tymln0b1U - Reflexión y refracción de ondas: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/refractionhuygens_es.htm - Interferencia de luz por doble rendija: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/doubleslit_es.htm
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> - La física y la resonancia (Nacenta, P., Romo, N., Trueba, J. L., y Puente, J. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: Ediciones SM).
Prácticas de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación del índice de refracción del vidrio.



Tabla 19

Unidad didáctica 7. Christiaan Huygens y los fenómenos ondulatorios.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

7.1. Utilizar el Principio de Huygens para comprender e interpretar la propagación de las ondas y los fenómenos ondulatorios.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> Visualizar gráficamente la propagación de las ondas mediante frentes de onda y explicar el fenómeno empleando el principio de Huygens. 	7.1.1. Explica la propagación de las ondas utilizando el Principio de Huygens	CMCT CL	OS PE AD
-------------	--	---	------------	----------------

7.2. Reconocer la difracción y las interferencias como fenómenos propios del movimiento ondulatorio.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	7.2.1. Interpreta los fenómenos de interferencia y la difracción a partir del Principio de Huygens.	CMCT CL	OS PE AD
-------------	--	---	------------	----------------

7.3. Emplear las leyes de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	7.3.1. Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción	CMCT CL CD AA	OS PE AD IL
----------------------	--	---	------------------------	----------------------

7.4. Relacionar los índices de refracción de dos materiales con el caso concreto de reflexión total.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<p>7.4.1. Obtiene el coeficiente de refracción de un medio a partir del ángulo formado por la onda reflejada y refractada.</p> <p>7.4.2. 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.</p>	CMCT CSC	OS PE AD
----------------------	--	---	-------------	----------------



Tabla 20

Unidad didáctica 8. Christian Andreas Doppler y el sonido.

<p>Contenidos</p>	<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.
<p>Resultados de aprendizaje</p>	<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.
<p>Matriz de especificaciones de la EBAU</p>	<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.
<p>Recursos didácticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Experimentos sobre el sonido en Órbita Laika: https://www.youtube.com/watch?v=_qbqng7wvBo https://www.youtube.com/watch?v=tYOajPIwulk - Ejemplo del efecto Doppler: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/dopplereffect_es.htm - Experimento de ondas sonoras y arena: https://www.youtube.com/watch?v=jBpJTB1kvmw
<p>Lecturas PLEI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de los niveles de ruido en el centro de estudios (Gisbert, M., y Hernández, J. L. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: Ed. Bruño). - Más allá del sonido: ultrasonidos (Barrio, J. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: Oxford Educación).
<p>Prácticas de laboratorio</p>	<p>No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.</p>



Unidad didáctica 8. Christian Andreas Doppler y el sonido.

Tabla 21

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

8.1. Explicar y reconocer el efecto Doppler en sonidos.

Ind.	<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. 	8.1.1. Reconoce situaciones cotidianas en las que se produce el efecto Doppler justificándolas de forma cualitativa.	CMCT CL CSC	OS PE AD
-------------	---	--	-------------------	----------------

8.2. Conocer la escala de medición de la intensidad sonora y su unidad.

Ind.	<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. 	8.2.1. Identifica la relación logarítmica entre el nivel de intensidad sonora en decibelios y la intensidad del sonido, aplicándola a casos sencillos.	CMCT	OS PE AD
-------------	--	--	------	----------------

8.3. Identificar los efectos de la resonancia en la vida cotidiana: ruido, vibraciones, etc.

Ind. de logro	<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. 	<p>8.3.1. Relaciona la velocidad de propagación del sonido con las características del medio en el que se propaga.</p> <p>8.3.2. Analiza la intensidad de las fuentes de sonido de la vida cotidiana y las clasifica como contaminantes y no contaminantes.</p>	CMCT CL CSC	OS PE AD
----------------------	--	---	-------------------	----------------

8.4. Reconocer determinadas aplicaciones tecnológicas del sonido como las ecografías, radares, sonar, etc.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer y explicar algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras, como las ecografías, radares, sonar, etc. 	8.4.1. Conoce y explica algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras, como las ecografías, radares, sonar, etc.	CMCT CL CSC	OS PE AD IL
----------------------	--	---	-------------------	----------------------



Tabla 22

Unidad didáctica 9. James Clerk Maxwell y las ondas electromagnéticas.

<p>Contenidos</p>	<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.
<p>Resultados de aprendizaje</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.
<p>Matriz de especificaciones de la EBAU</p>	<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.
<p>Recursos didácticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Applet de ondas electromagnéticas: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/electromagneticwave_es.htm - Las ecuaciones de Maxwell en 5 minutos (QuantumFracture): https://www.youtube.com/watch?v=kx20kG6m-JA - Laboratorio de ondas (con simulador de la práctica de laboratorio): http://www.fisquiweb.es/MovOnd/index.htm
<p>Lecturas PLEI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fibras ópticas (Peña, A., y García, J. A. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: McGraw-Hill Education).
<p>Prácticas de laboratorio</p>	<p>No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.</p>



Tabla 23

Unidad didáctica 9. James Clerk Maxwell y las ondas electromagnéticas.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

9.1. Establecer las propiedades de la radiación electromagnética como consecuencia de la unificación de la electricidad, el magnetismo y la óptica en una única teoría.

- 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.

9.1.1. Representa esquemáticamente la propagación de una onda electromagnética incluyendo los vectores del campo eléctrico y magnético.
9.1.2. Interpreta una representación gráfica de la propagación de una onda electromagnética en términos de los campos eléctrico y magnético y de su polarización.

CMCT
AA

OS
PE
AD
IL

9.2. Comprender las características y propiedades de las ondas electromagnéticas, como su longitud de onda, polarización o energía, en fenómenos de la vida cotidiana.

- 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.

9.2.1. Determina experimentalmente la polarización de las ondas electromagnéticas a partir de experiencias sencillas utilizando objetos empleados en la vida cotidiana.
9.2.2. Clasifica casos concretos de ondas electromagnéticas presentes en la vida cotidiana en función de su longitud de onda y su energía.

CMCT
CSC

OS
PE
AD

9.3. Identificar el color de los cuerpos como la interacción de la luz con los mismos.

- Relacionar la visión de colores con la frecuencia.
- Explicar por qué y cómo se perciben los colores de los objetos.

9.3.1. Justifica el color de un objeto en función de la luz absorbida y reflejada.

CMCT
CL
CSC

OS
PE
AD

9.4. Reconocer los fenómenos ondulatorios estudiados en fenómenos relacionados con la luz.

- 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.

9.4.1. Analiza los efectos de refracción, difracción e interferencia en casos prácticos sencillos

CMCT
CL

OS
PE
AD



9.5. Determinar las principales características de la radiación a partir de su situación en el espectro electromagnético.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> - Describir el espectro electromagnético, ordenando los rangos en función de la frecuencia, particularmente el infrarrojo, el espectro visible y el ultravioleta, identificando la longitud de onda asociada al rango visible (alrededor de 500 nm). - Evaluar la relación entre la energía transferida por una onda y su situación en el espectro electromagnético. 	<p>9.5.1. Establece la naturaleza y características de una onda electromagnética dada su situación en el espectro.</p> <p>9.5.2. Relaciona la energía de una onda electromagnética con su frecuencia, longitud de onda y la velocidad de la luz en el vacío.</p>	CMCT	OS PE AD
----------------------	---	--	------	----------------

9.6. Conocer las aplicaciones de las ondas electromagnéticas del espectro no visible.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer y justificar en sus aspectos más básicos las aplicaciones tecnológicas de diferentes tipos de radiaciones. - Analizar los efectos de las radiaciones sobre la vida en la Tierra (efectos de los rayos UVA sobre la salud y la protección que brinda la capa de ozono). - Explicar cómo se generan las ondas de la radiofrecuencia. 	<p>9.6.1. Reconoce aplicaciones tecnológicas de diferentes tipos de radiaciones, principalmente infrarroja, ultravioleta y microondas.</p> <p>9.6.2. Analiza el efecto de los diferentes tipos de radiación sobre la biosfera en general, y sobre la vida humana en particular.</p> <p>9.6.3. Diseña un circuito eléctrico sencillo capaz de generar ondas electromagnéticas, formado por un generador, una bobina y un condensador, describiendo su funcionamiento.</p>	CMCT CSC	OS PE AD IL
----------------------	--	--	-------------	----------------------

9.7. Reconocer que la información se transmite mediante ondas, a través de diferentes soportes.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la importancia de las ondas electromagnéticas en las telecomunicaciones (radio, telefonía móvil, etc.). - Identificar distintos soportes o medios de transmisión (los sistemas de comunicación inalámbricos o la fibra óptica y los cables coaxiales, entre otros) y explicar de forma esquemática su funcionamiento. 	<p>9.7.1. Explica esquemáticamente el funcionamiento de dispositivos de almacenamiento y transmisión de la información.</p>	CMCT CL CSC CEC	OS PE AD
----------------------	--	---	--------------------------	----------------



Tabla 24

Unidad didáctica 10. Pierre de Fermat y la óptica geométrica.

Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> – Leyes de la óptica geométrica. – Sistemas ópticos: lentes y espejos. Imágenes por reflexión e imágenes por refracción.
Resultados de aprendizaje	<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.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Experimento del prisma de Newton (inglés): https://www.youtube.com/watch?v=uucYGK_Ymp0 – 15 ilusiones ópticas: https://verne.elpais.com/verne/2016/01/27/articulo/1453897011_477533.html – Experimentos con lentes: https://www.youtube.com/watch?v=6JevUGUb0YA – Todo sobre óptica (con vídeos ilustrativos): https://todoenfisica.wordpress.com/optica-geometrica/ – Applet de óptica geométrica: https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/geometric-optics
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – Objetivos fotográficos (Vidal, M. C., y Sánchez, D. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Serie Investiga. Madrid: Ed. Santillana).
Prácticas de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> – Formación de imágenes con lentes convergentes.



Unidad didáctica 10. Pierre de Fermat y la óptica geométrica.

Tabla 25

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

10.1. Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica.

- 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.

10.1.1. Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica.

CMCT
CL
CSC

OS
PE
AD

10.2. Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.

- 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.

10.2.1. 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.
10.2.2. 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

OS
PE
AD
IL



Tabla 26

Unidad didáctica 11. Galileo Galilei y la óptica de la visión.

Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> – Óptica de la visión. El ojo humano. Defectos visuales. – Aplicaciones tecnológicas: instrumentos ópticos y la fibra óptica.
Resultados de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
Matriz de especificaciones de la EBAU	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Applet del telescopio astronómico: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/refractor_es.htm – Cómo funcionan tus ojos (inglés): https://www.youtube.com/watch?v=i3_n3Ibfn1c – Cómo se percibe el color (inglés con subtítulos): https://www.youtube.com/watch?v=l8_fZPHasdo
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – Telescopios astronómicos (Peña, A., y García, J. A. (2016). <i>Física 2º Bachillerato</i>. Madrid: McGraw-Hill Education).
Prácticas de laboratorio	<p>No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.</p>



Unidad didáctica 11. Galileo Galilei y la óptica de la visión.

Tabla 27

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

11.1. Conocer el funcionamiento óptico del ojo humano y sus defectos y comprender el efecto de las lentes en la corrección de dichos efectos

- 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.

11.1.1. Justifica los principales defectos ópticos del ojo humano: miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo, empleando para ello un diagrama de rayos.

CMCT
CL

OS
PE
AD
IL

11.2. Aplicar las leyes de las lentes delgadas y espejos planos al estudio de los instrumentos ópticos.

- Explicar el funcionamiento de algunos instrumentos ópticos (lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica) utilizando sistemáticamente los diagramas de rayos para obtener gráficamente las imágenes.

11.2.1. 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.

11.2.2. Analiza las aplicaciones de la lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica considerando las variaciones que experimenta la imagen respecto al objeto.

CMCT
CL
CEC

OS
PE
AD



Tabla 28

Unidad didáctica 12. Albert Einstein y la física relativista.

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.
Resultados de aprendizaje	<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.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – El experimento de Michelson-Morley (inglés): https://www.youtube.com/watch?v=7T0d7o8X2-E – Vector desplazamiento espacio-tiempo relativista: http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/RelatividadTemas/relatividad07.htm – La paradoja de los gemelos (Date un Voltio): https://www.youtube.com/watch?v=IPEo0wDiU0c – Animaciones de relatividad especial: http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/RelatividadTemas/relatividad24.htm – Dilatación del tiempo: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/timedilation_es.htm
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – Alonso, M. y Soler, V. (2002). <i>Construyendo la Relatividad</i>. Madrid: Equipo Sirius. – Einstein, A. (2008). <i>Sobre la teoría de la relatividad especial y general</i>. Madrid: Ed. Alianza. – Wheeler, J. A. (1994). <i>Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo</i>. Madrid: Ed. Alianza.
Prácticas de laboratorio	No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.



Unidad didáctica 12. Albert Einstein y la física relativista.

Tabla 29

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

12.1. Valorar la motivación que llevó a Michelson y Morley a realizar su experimento y discutir las implicaciones que de él se derivaron.

- 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.

12.1.1. Explica el papel del éter en el desarrollo de la Teoría Especial de la Relatividad.
12.1.2. Reproduce esquemáticamente el experimento de Michelson-Morley así como los cálculos asociados sobre la velocidad de la luz, analizando las consecuencias que se derivaron.

CMCT
AA

OS
PE
AD
IL

12.2. 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.

- 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.

12.2.1. 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 aplicando las transformaciones de Lorentz.
12.2.2. 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

CMCT

OS
PE
AD

12.3. Conocer y explicar los postulados y las aparentes paradojas de la física relativista.

- 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.

12.3.1. Discute los postulados y las aparentes paradojas asociadas a la Teoría Especial de la Relatividad y su evidencia experimental.

CMCT
CL
CSC

OS
PE
AD



12.4. Establecer la equivalencia entre masa y energía, y sus consecuencias en la energía nuclear.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> – 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. – 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. 	12.4.1. 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.	CMCT	OS PE AD
---------------	--	---	------	----------------



Tabla 30

Unidad didáctica 13. Max Planck y la física cuántica.

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.
Resultados de aprendizaje	<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. - Comprender el modelo mecanocuántico del átomo que surge de los dos principios anteriores. - Ser consciente de algunas aplicaciones de la física cuántica en dispositivos tecnológicos conocidos como el láser, la célula fotoeléctrica, el microscopio electrónico o la nanotecnología.
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. - Formula de manera sencilla el principio de incertidumbre de Heisenberg y lo aplica a casos concretos como los orbitales atómicos.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es la mecánica cuántica? (Date un Voltio): https://www.youtube.com/watch?v=zOX-gbH7J64 - Entendiendo el experimento de la doble rendija (QuantuumFracture): https://www.youtube.com/watch?v=r2vIrl2LyUnw - Applet del efecto fotoeléctrico: https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/photoelectric
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> - Criado, M. A. IBM prepara el primer ordenador cuántico universal. El País (6/03/2017): https://elpais.com/tecnologia/2017/03/06/actualidad/1488762376_465834.html - Navarro, J. (2007). <i>Los caminos cuánticos de Feynmann</i>. Madrid: Ed. Nivola.
Prácticas de laboratorio	<p>No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.</p>



Tabla 31

Unidad didáctica 13. Max Planck y la física cuántica.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

13.1. 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.

- 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.

13.1.1. 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

OS
PE
AD
IL

13.2. Conocer la hipótesis de Planck y relacionar la energía de un fotón con su frecuencia o su longitud de onda.

- 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.

13.2.1. 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

OS
PE
AD

13.3. Valorar la hipótesis de Planck en el marco del efecto fotoeléctrico.

- 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.

13.3.1. 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

OS
PE
AD

13.4. Aplicar la cuantización de la energía al estudio de los espectros atómicos e inferir la necesidad del modelo atómico de Bohr.

- 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.

13.4.1. Interpreta espectros sencillos, relacionándolos con la composición de la materia.

CMCT
AA

OS
PE
AD



13.5. Presentar la dualidad onda-corpúsculo como una de las grandes paradojas de la Física cuántica.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular la longitud de onda asociada a una partícula en movimiento y estimar lo que suponen los efectos cuánticos a escala macroscópica. - Discutir la evidencia experimental sobre la existencia de ondas de electrones. - Reconocer la Física cuántica como un nuevo cuerpo de conocimiento que permite explicar el comportamiento dual de fotones y electrones. 	13.5.1. Determina las longitudes de onda asociadas a partículas en movimiento a diferentes escalas, extrayendo conclusiones acerca de los efectos cuánticos a escalas macroscópicas.	CMCT	OS PE AD
----------------------	---	--	------	----------------

13.6. Reconocer el carácter probabilístico de la mecánica cuántica en contraposición con el carácter determinista de la mecánica clásica.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar las relaciones de incertidumbre y describir cualitativamente sus consecuencias. - Aplicar las ideas de la Física cuántica al estudio de la estructura atómica identificando el concepto de orbital como una consecuencia del principio de incertidumbre y del carácter dual del electrón. 	13.6.1. Formula de manera sencilla el principio de incertidumbre Heisenberg y lo aplica a casos concretos como los orbitales atómicos.	CMCT CL	OS PE AD
----------------------	--	--	------------	----------------

13.7. Describir las características fundamentales de la radiación láser, los principales tipos de láseres existentes, su funcionamiento básico y sus principales aplicaciones.

Ind. de logro	<ul style="list-style-type: none"> - Describir el funcionamiento de un láser relacionando la emisión de fotones coherentes con los niveles de energía de los átomos y las características de la radiación emitida. - Comparar la radiación que emite un cuerpo en función de su temperatura con la radiación láser. - Reconocer la importancia de la radiación láser en la sociedad actual y mencionar tipos de láseres, funcionamiento básico y algunas de sus aplicaciones. 	<p>13.7.1. Asocia el láser con la naturaleza cuántica de la materia y de la luz, justificando su funcionamiento de manera sencilla y reconociendo su papel en la sociedad actual.</p> <p>13.7.2. Describe las principales características de la radiación láser comparándola con la radiación térmica.</p>	CMCT CSC	OS PE AD
----------------------	--	--	-------------	----------------



Tabla 32

Unidad didáctica 14. Marie Curie y la física 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 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.
Resultados de aprendizaje	<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 – 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 residuos radiactivos. – Conocer el origen de la energía nuclear y ser capaz de evaluarla para un núcleo concreto, comprendiendo los procesos de fisión y fusión nucleares. – Evaluar de forma crítica algunas aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.
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.
Recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> – Series de desintegración radiactiva: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/decaychains_es.htm – Ley de la desintegración radiactiva: http://www.walter-fendt.de/html5/phes/lawdecay_es.htm – Fisión y fusión nuclear: https://www.youtube.com/watch?v=WrY5AUPKINQ
Lecturas PLEI	<ul style="list-style-type: none"> – García, M., y Martín, A. (2008). La Física Nuclear en otras ciencias, la industria y la tecnología. <i>Temas de física</i>. – Rueda, C. (2006). Seguridad Nuclear. <i>Temas de física</i> 38, 23-35 (2006).
Prácticas de laboratorio	No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.



Tabla 33

Unidad didáctica 14. Marie Curie y la física nuclear.

Criterios de evaluación

Estándares de aprendizaje evaluables

C.C.

I.E.

14.1. Distinguir los distintos tipos de radiaciones y su efecto sobre los seres vivos.

- 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.

14.1.1. Describe los principales tipos de radiactividad incidiendo en sus efectos sobre el ser humano, así como sus aplicaciones médicas.

CMCT
CSC

OS
PE
AD

14.2. Establecer la relación entre la composición nuclear y la masa nuclear con los procesos nucleares de desintegración.

- 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.

14.2.1. 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.

14.2.2. Realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas.

CMCT

OS
PE
AD

14.3. Valorar las aplicaciones de la energía nuclear en la producción de energía eléctrica, radioterapia, datación en arqueología y la fabricación de armas nucleares.

- 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.

14.3.1. Explica la secuencia de procesos de una reacción en cadena, extrayendo conclusiones acerca de la energía liberada.

14.3.2. Conoce aplicaciones de la energía nuclear como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina.

CMCT
AA
CSC

OS
PE
AD

14.4. Justificar las ventajas, desventajas y limitaciones de la fisión y la fusión nuclear.

- 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.

14.4.1. Analiza las ventajas e inconvenientes de la fisión y la fusión nuclear justificando la conveniencia de su uso.

CMCT
AA
CSC

OS
PE
AD
IL



Tabla 34

Unidad didáctica 15. Steven Weinberg y las fronteras de la física.

<p>Contenidos</p>	<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.
<p>Resultados de aprendizaje</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.
<p>Matriz de especificaciones de la EBAU</p>	<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 éstas 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.
<p>Recursos didácticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué son los quarks? (Date un Voltio): https://www.youtube.com/watch?v=WmMxuo4FEC8 - El modelo estándar (inglés con subtítulos): https://www.youtube.com/watch?v=I3jtzXr69GY - ¿Qué es la antimateria? (Date un Voltio): https://www.youtube.com/watch?v=EpV3E0u2-Q8 - ¿Qué es la materia oscura? (IFT): https://www.youtube.com/watch?v=EpV3E0u2-Q8
<p>Lecturas PLEI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hooft, G. T. (2008). <i>Partículas elementales: en busca de las estructuras más pequeñas del universo</i>. Barcelona: Ed. Crítica. - Riaza, E. (2010). <i>La historia del comienzo (Georges Lemaître, padre del Big Bang)</i>. Madrid: Equipo. Sirius. - Hawking, S. (1988). <i>Historia del tiempo. Del Big-Bang a los agujeros negros</i>. Barcelona: Ed. Crítica.
<p>Prácticas de laboratorio</p>	<p>No hay prácticas de laboratorio para esta unidad.</p>



Tabla 35

Unidad didáctica 15. Steven Weinberg y las fronteras de la física.

	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	C.C.	I.E.
	15.1. Distinguir las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza y los principales procesos en los que intervienen			
Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – Describir las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza (gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil) así como su alcance y efecto. 	15.1.1. 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	OS PE AD
	15.2. Reconocer la necesidad de encontrar un formalismo único que permita describir todos los procesos de la naturaleza			
Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – Clasificar y comparar las cuatro interacciones (gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil) en función de las energías involucradas. 	15.2.1. Establece una comparación cuantitativa entre las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza en función de las energías involucradas.	CMCT AA	OS PE AD
	15.3. Conocer las teorías más relevantes sobre la unificación de las interacciones fundamentales de la naturaleza.			
Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – 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 	15.3.1. Compara las principales teorías de unificación estableciendo sus limitaciones y el estado en que se encuentran actualmente. 15.3.2. Justifica la necesidad de la existencia de nuevas partículas elementales en el marco de la unificación de las interacciones	CMCT CL	OS PE AD IL
	15.4. Utilizar el vocabulario básico de la física de partículas y conocer las partículas elementales que constituyen la materia.			
Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	15.4.1. Describe la estructura atómica y nuclear a partir de su composición en quarks y electrones, empleando el vocabulario específico de la física de quarks. 15.4.2. 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	OS PE AD



15.5. 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.

Ind.	<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	<p>15.5.1. Relaciona las propiedades de la materia y antimateria con la teoría del Big Bang.</p> <p>15.5.2. 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.</p> <p>15.5.3. 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.</p>	CMCT CL AA	OS PE AD IL
-------------	---	---	------------------	----------------------

15.6. Analizar los interrogantes a los que se enfrentan los físicos hoy en día.

Ind	<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	<p>15.6.1. Realiza y defiende un estudio sobre las fronteras de la Física del siglo XXI.</p>	CMCT CL AA	OS PE AD IL
------------	---	--	------------------	----------------------



PARTE III. PROYECTO DE INNOVACIÓN: INFORMES AUDIOVISUALES DE LABORATORIO

Con el fin de introducir un elemento innovador a la programación docente de la sección anterior, se ha diseñado un proyecto que se encuentra integrado en la programación como instrumento de evaluación y que aporta nuevas perspectivas didácticas para calificar el trabajo en laboratorio.

El proyecto consiste en la sustitución de los informes clásicos de laboratorio por informes audiovisuales diseñados con una herramienta digital denominada *PowToon*, para trabajar de manera directa la competencia digital y la lingüística, y lograr un aprendizaje más significativo de los conceptos teóricos estudiados previamente y los fenómenos físicos involucrados en la correspondiente práctica.

1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

A lo largo de mi estancia en un IES durante mi período de prácticas, uno de los aspectos más reseñables en relación al trabajo del alumnado resultó ser el escaso interés y desempeño que los alumnos mostraban en la redacción y presentación de los informes de laboratorio.

En un principio, parecía apreciarse motivación por acudir a las sesiones prácticas e interés en la explicación y en el desarrollo de las mismas. Sin embargo, cuando finalizaban las experiencias existía un descontento general con el hecho de tener que entregar un informe final.

Debido a ese desinterés, los informes de laboratorio entregados por los estudiantes tras la realización de las prácticas se encontraban en la mayoría de casos por debajo del nivel esperado en cuanto a redacción, formato, comprensión de las prácticas y análisis de resultados.

Durante mi período de prácticas en un IES, fueron leídos 91 informes pertenecientes a la asignatura de Física y Química de los cursos de 2º ESO, 3º ESO y 1º Bachillerato. Aunque es cierto que se apreciaba una cierta mejoría en los cursos superiores, fueron observados patrones comunes en muchos errores presentes en los informes, de modo que considero que el ámbito de mejora no está presente en un único curso o grupo, sino que



es propio de toda la educación secundaria en diversos contextos. Algunos de los errores observados más repetidos fueron:

- Seguimiento sistemático e irreflexivo del guion de prácticas.
- Descripciones parcas y limitadas a la mera observación. Incomprensión de los fenómenos físicos o químicos subyacentes a la actividad.
- Desconexión entre lo visto en las sesiones prácticas y las teóricas.
- Revisión bibliográfica escasa o nula.
- Fuentes provenientes exclusivamente de páginas web.
- Diseño muy poco cuidado.
- Errores de redacción, gramaticales y ortográficos.

Asimismo, otro ámbito de mejora que fue observado durante mi estancia en el centro, y que también se encontró generalizable a la totalidad de los cursos de secundaria, es el caso de las presentaciones de pequeños trabajos de investigación, tanto la preparación de las diapositivas como las exposiciones orales.

Este tipo de actividades son comunes en las programaciones de las diferentes materias con el fin de trabajar con el alumnado las competencias orales. No obstante, en las presentaciones que fueron presenciadas, todas ellas de 1º de Bachillerato, encontré también errores recurrentes que muestran la falta de formación de los estudiantes en aspectos tales como:

- Utilización exclusiva de Microsoft PowerPoint como programa de presentación de diapositivas.
- Presentación de toda la información, de forma escrita, en las citadas diapositivas, en lugar de utilizarlas como apoyo visual.
- Lectura literal, directa o indirectamente, del texto mostrado en pantalla.
- Discurso memorizado.
- Escasez de información gráfica y, en caso de haberla, escasez de explicaciones de la misma.
- Revisión bibliográfica escasa o nula. Normalmente la información provenía de una única fuente y se presentaba de manera literal.
- Fuentes provenientes exclusivamente de páginas web.



- Errores habituales en la comunicación verbal y no verbal.
- Exceso en el tiempo empleado, por encima del límite establecido.

Por estos motivos se consideró oportuno idear un sistema alternativo con el que evaluar el aprendizaje del alumnado en las prácticas de laboratorio y, de paso, profundizar en las posibles mejoras de los problemas de los alumnos con la investigación y la presentación de información.

Es así como surge la idea de la utilización del programa *PowToon*, un software online de creación y edición de presentaciones animadas, que pudiese sustituir a los informes de laboratorio clásicos. Este proyecto cuenta, por tanto, con dos vertientes potenciales de mejora: el mayor aprendizaje, interés y motivación del alumnado por las experiencias de laboratorio y la mejora de las competencias digitales, creativas y lingüísticas de los estudiantes.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Marco teórico

La educación científica resulta hoy en día fundamental para la completa formación integral de los seres humanos, y corresponde (entre otros) a los docentes de Física y Química el promover esta educación de manera profesional, abierta y rigurosa. Así lo corroboran Gil, Sifredo, Valdés y Vilches (2005) en el capítulo dedicado a la educación científica del manual de la UNESCO acerca de cómo promover el interés por este tipo de cultura. En el citado texto, se afirma que la alfabetización científica ha dejado de ser en los últimos años una cuestión alejada de los aspectos más terrenales para pasar a convertirse “en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos, también a corto plazo” (p. 16).

Además, Carrascosa, Gil y Valdés (2005) señalan una desconexión del alumnado a la hora de relacionar conceptos teóricos y prácticos, tal y como se había señalado en la justificación del presente proyecto. Por otro lado, Furió, Payá y Valdés (2005) apuntan a las prácticas de laboratorio como herramienta clave para subsanar este problema. No obstante, señalan que es necesaria una reorientación de estas prácticas hacia trabajos más abiertos que fomenten la reflexión y la investigación, y ponen de manifiesto el consenso de la comunidad científica en este punto.



Golombek (2008) es insistente a la hora de mostrar la relación unívoca entre el aprendizaje significativo de las ciencias y la experimentación. Hecho que corroboran Llano, Müller, Hernández, Miklos y Murguía (1998) en su estudio experimental en el que compararon los conocimientos de dos grupos de alumnos con y sin docencia experimental, siendo un 25 % superiores los de los estudiantes que habían acudido a las sesiones prácticas.

No obstante, no todos los autores están de acuerdo con los beneficios de las clases prácticas con respecto al aprendizaje de los alumnos. Hodson (1994) admite la necesidad de contar con actividades prácticas en todo proceso científico de enseñanza-aprendizaje, pero es escéptico a la hora de dotar a estas sesiones de una importancia relevante. En la misma línea, Leite y Esteves (2005) señalan en su investigación las dificultades de alumnado y profesorado para relacionar hechos experimentales con conceptos teóricos.

Para Crujeiras y Jiménez (2012) “uno de los problemas del aprendizaje escolar es la incapacidad de una gran proporción del alumnado para aplicar los conocimientos y destrezas a situaciones nuevas”. En la misma línea están Merino y Herrero (2007), que señalan que el trabajo en el laboratorio habitualmente no profundiza en el aprendizaje del alumno de la manera que debiera. En Scanchich, Yanitelli y Massa (2009) se refleja la condición inherente a las materias científicas de las dificultades de aprendizaje en el laboratorio, y se analiza la evolución de estos problemas desde la educación secundaria hasta la etapa universitaria.

Otros trabajos también ponen de manifiesto estos problemas de aprendizaje. Según el estudio de Martín, Poletto, Roble, Sánchez y Speltini, (2000), los estudiantes encuestados reconocen la utilidad de las sesiones prácticas pero echan en falta aplicaciones más concretas de las experiencias trabajadas y cuestionan que el informe escrito sea el mejor método de evaluación. Encontramos conclusiones similares en otro estudio experimental, que señala que los alumnos tienden a desistir en su intento de comprensión en cuanto abordan una tarea que implica un razonamiento no guiado o de una dificultad percibida como superior a sus capacidades (Reigosa y Jiménez, 2011).

En cuanto a las propuestas para evitar las dificultades comentadas, Crespo, Álvarez y Bernaza (2010) enumeran una serie de metodologías usadas en la docencia de la física para planificar, desarrollar y analizar prácticas de laboratorio. En todas ellas, destaca la



supremacía de las experiencias reales frente a las virtuales y la importancia del planteamiento de problemas abiertos para incentivar la búsqueda activa de información por parte del alumnado.

Desde hace años se viene distinguiendo entre las sesiones de laboratorio denominadas académicas, más guiadas, y las denominadas experimentales, más abiertas (Sebastia, 1985). Esta última corriente es la que cobró más fuerza y, desde entonces, la mayoría de grupos de investigación en didáctica de las ciencias experimentales trabajan en encontrar modelos de sesiones prácticas que logren un equilibrio entre comprensión e iniciativa en el alumnado. Uno de ellos es el llamado *laboratorio conceptual* (Bernhard, 2008; Tenreiro-Vieira y Marques, 2006), que se basa en la experimentación previa del alumno en el laboratorio para la posterior reflexión de lo estudiado y ampliación de conocimientos mediante pequeños trabajos prácticos de investigación. De este modo, se logra una visión holística de los fenómenos observados y un aprendizaje más profundo y preciso partiendo de pruebas empíricas.

La importancia del proceso investigador en la redacción de informes de laboratorio es ampliamente corroborada por numerosos trabajos. Los motivos están bien argumentados en el trabajo de Gil y Valdés (1996), que recogen un decálogo con las 10 bases pedagógicas y metodológicas que todo trabajo práctico debería tener. La mayoría de autores justifican esta importancia aludiendo a la estrecha relación de la construcción de conocimientos, la resolución de problemas y la investigación (Nappa y Augusto, 1998; Andrés, Pesa y Moreira, 2006). Encontramos otro aporte en el trabajo de Tiberghien (1983), que asegura que “un laboratorio de didáctica debe asegurar la difusión de los resultados obtenidos tanto entre los enseñantes como entre los responsables de la educación; y la formación de los estudiantes como futuros investigadores”

La presente propuesta de innovación se basa en estas directrices, que aconsejan el trabajo de investigación como método más fiable de asegurar el completo aprendizaje del alumnado en las sesiones prácticas, y le añade dos componentes: 1) el uso de las TIC como herramientas visuales, de gran ayuda como complemento de experiencias reales de laboratorio (Ferrini y Aveleyra, 2006; Pontes, 2001), y 2) la presentación libre y autónoma de los resultados, debido a la importancia del lenguaje para el propio aprendizaje a la hora de comunicar información (Reigosa y Jiménez, 2011).



2.2. Marco legislativo

El contexto legislativo en el que se enmarca el presente proyecto es el conjunto de normativas educativas, a nivel nacional y autonómico, que se recogen en el apartado 2.1. de la parte II del presente TFM (págs. 13-14).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos generales

- Aumentar el interés y la motivación del alumnado por la Física y las sesiones prácticas de laboratorio, permitiéndoles seleccionar los ámbitos de estudio que más se amolden a sus inquietudes.
- Hacer que logren una mejor comprensión de los conceptos teóricos mediante el aprendizaje significativo que supone la propia preparación de contenidos.
- Fomentar la creatividad y la originalidad en la presentación de información.
- Acostumbrar al alumno a trabajar con recursos alternativos a los habituales.
- Atender a la diversidad presente en el aula, al escoger el alumno la forma de adaptar tanto el contenido como la forma de presentar la información.

3.2. Objetivos específicos

- Conseguir presentaciones audiovisuales que plasmen los conceptos asimilados por el alumnado en sus prácticas.
- Mejorar en calidad y, potencialmente, sustituir, a los informes clásicos de laboratorio.
- Enseñar a los alumnos las bases de una investigación más amplia y autónoma, el espíritu científico, la argumentación científica de las conclusiones y el pensamiento crítico.
- Lograr un uso eficiente de las TIC por parte del alumnado.
- Fomentar el compañerismo y el trabajo en equipo como medio para potenciar valores de respeto, igualdad y participación en la presentación de un proyecto común.
- Crear un repositorio de presentaciones que pueda servir de modelo para la mejora progresiva del proyecto y del aprendizaje en cursos posteriores.



3.3. Contribución a los objetivos de la materia y a las competencias clave

De entre los objetivos marcados para la asignatura de Física recogidos en el Curriculum Oficial de Bachillerato del Principado de Asturias (Decreto 42/2015, de 10 de junio), considero que esta actividad contribuye al logro de los siguientes puntos:

- Adquirir y poder utilizar con autonomía conocimientos básicos de la Física, así como las estrategias empleadas en su construcción.
- Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos, utilizando el instrumental de laboratorio, de acuerdo con las normas de seguridad.
- Expresar mensajes científicos con propiedad, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas y otros modelos de representación.
- Utilizar de manera habitual las TIC para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido, fundamentar los trabajos y adoptar decisiones.

Uno de los puntos fuertes de este proyecto de innovación es su transversalidad en cuanto a competencias clave se refiere. La consecución de los objetivos marcados permitirá la adquisición por parte del alumnado de capacidades relacionadas con:

i) la Competencia Matemática y competencias básicas en Ciencia y Tecnología (CMCT) por tratar contenidos propios de la materia de Física.

ii) la Competencia en Comunicación Lingüística (CCL) por requerir de una presentación coherente y ordenada de la información.

iii) la Competencia Digital (CD) por trabajar con herramientas informáticas.

iv) la Competencia de Sentido de Iniciativa y Espíritu Emprendedor (CPAA) y la Competencia de Conciencia y Expresiones Culturales (CEC), por presentar problemas abiertos de investigación y requerir de creatividad, originalidad y versatilidad.

v) Incluso se podrían trabajar las Competencias Sociales y Cívicas (CSC) si el informe se hiciera por parejas, al cobrar importancia el trabajo en equipo.

El resto de elementos curriculares que comprende este proyecto, además de los propios de cada práctica indicados en la programación, pertenecen en su totalidad al bloque 1 (La actividad científica), y se recogen en la Tabla 36.



Tabla 36. Elementos curriculares que intervienen en el proyecto de innovación.

Contenidos	Criterios de evaluación	Indicadores de logro	Estándares de aprendizaje evaluables
<ul style="list-style-type: none"> Estrategias propias de la actividad científica. 	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica. 	<ul style="list-style-type: none"> Representar fenómenos físicos gráficamente con claridad, utilizando diagramas o esquemas. Extraer conclusiones simples a partir de leyes físicas. 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplica habilidades necesarias para la investigación científica, planteando preguntas, identificando y analizando problemas, emitiendo hipótesis fundamentadas, recogiendo datos, analizando tendencias a partir de modelos, diseñando y proponiendo estrategias de actuación. Resuelve ejercicios en los que la información debe deducirse a partir de datos proporcionados y de ecuaciones que rigen el fenómeno, y contextualiza los resultados. Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos y tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y los principios físicos subyacentes.
<ul style="list-style-type: none"> Tecnologías de la Información y la Comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> Conocer, utilizar y aplicar las tecnologías de la información y la comunicación en el estudio de los fenómenos físicos. 	<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. 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos físicos de difícil implantación en el laboratorio. 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. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en internet y otros medios digitales. 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.



4. ASPECTOS PRÁCTICOS DEL PROYECTO

4.1. Contexto

El proyecto está ideado para aplicarse en la asignatura troncal de Física de 2º de Bachillerato, curso para el que se ha desarrollado la programación docente en el presente trabajo. No obstante, si el proyecto de innovación resultase efectivo, podría ser aplicado a otros cursos o materias. En el caso de implantarse en otros cursos, debido a la mayor flexibilidad horaria, podría resultar interesante compaginar el trabajo con la materia de TIC, y así fomentar la colaboración interdepartamental.

El marco en el que se plantea llevar a cabo el proyecto es un grupo clase de 2º de Bachillerato, aunque la mayor carga de la actividad corresponderá al trabajo en casa del alumno. A lo largo del calendario escolar se realizarán tres trabajos de este tipo, uno por evaluación, como se detallará más adelante.

El contexto socio-económico, cultural y familiar del alumnado, del centro y de su entorno únicamente tendrá relevancia en el hecho de que los recursos materiales necesarios para la puesta en marcha de este proyecto son eminentemente digitales, por lo que se requiere de un cierto grado de conocimientos informáticos por parte del alumnado y la aplicación de esta innovación puede no resultar apropiada en entornos más rurales o con un menor acceso a las TIC.

4.2. Ámbitos de aplicación

Los ámbitos educativos afectados por esta actividad son: 1) el profesorado, puesto que es el docente el encargado de guiar y evaluar a los estudiantes en su proceso de elaboración del producto final; 2) el alumnado, puesto que es el agente activo de este proyecto; y 3) la evaluación, ya que se trabaja con elementos curriculares evaluables.

4.3. Recursos materiales necesarios

Este proyecto se basa en la utilización del software online *PowToon*, de acceso libre y gratuito (aunque dispone de versión de pago con más funcionalidades). Este programa permite crear y editar presentaciones audiovisuales animadas con las que presentar la información de una manera más gráfica y atractiva. El manejo de los principales comandos no alberga gran dificultad y la interfaz resulta intuitiva. El formato de salida del archivo puede ser en modo vídeo (.mp4) o en formato presentación (.pdf), y el



programa permite crear una página personal en la que guardar las presentaciones realizadas.

Para la realización de este proyecto, por tanto, se requerirá de un ordenador con conexión a internet, de un proyector y de una pantalla para la sesión del tutorial de utilización del programa. En caso de que el centro cuente con una, esta sesión podrá también desarrollarse en el aula de TIC. También se utilizará el aula virtual de la asignatura y/o la página web del departamento, en caso de que la hubiera, para subir las presentaciones de los alumnos si éstos dan su consentimiento.

El único recurso restante es el acceso a un ordenador con conexión a internet por parte de los alumnos y, evidentemente, el material de laboratorio necesario para llevar a cabo las prácticas previas a la realización del informe.

4.4. Atención a la diversidad

En caso de que el alumno no disponga de ordenador o acceso a internet, será el centro el que le facilite estos recursos a través de sus ordenadores de libre disposición. Si el centro no los tuviera, y el alumno en cuestión decidiera por cualquier motivo no utilizar otros posibles recursos como trabajar conjuntamente con un compañero que sí disponga de estos medios o utilizar los ordenadores de libre disposición de centros sociales o bibliotecas municipales, podrá realizar un informe escrito de la experiencia de laboratorio con las indicaciones que el profesor le facilitará previamente.

Del mismo modo, los alumnos con discapacidad visual podrán también entregar un informe escrito con las mismas directrices si así lo desean. Para el resto de necesidades específicas de apoyo educativo, se considera que el presente proyecto no presenta ningún impedimento. Al contrario, se cree que la naturaleza audiovisual del mismo puede facilitar la comprensión de algunos conceptos abstractos habitualmente arduos de asimilar para los alumnos con más dificultades.

5. DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

La temporalización del proyecto abarca la totalidad del calendario escolar, puesto que se van a realizar un total de tres informes audiovisuales por parte del alumnado, uno por evaluación. La planificación de actividades comenzará con una sesión tutorial en la primera semana del curso académico, en el aula clase o en el aula TIC si estuviera

disponible, acerca del manejo del software *PowToon*. Después, el día de realización de cada práctica de laboratorio se les facilitará a través del aula virtual una presentación animada creada con dicho programa, realizada por el profesor o por alumnos de cursos anteriores, y unas pautas con los puntos mínimos para la realización de la práctica.

Estas pautas se entregarán al comienzo de cada sesión de laboratorio. No se tratará de un guion de prácticas clásico, sino que se proporcionarán únicamente las claves para el comienzo de la práctica, de forma que el alumno experimente de manera autónoma y se favorezca así su competencia de Aprender a Aprender. Además, también se adjuntarán las normas básicas de seguridad para el trabajo en laboratorio.

Tras la realización de la práctica, los alumnos podrán trabajar en la realización del informe. El plazo de entrega acaba el día anterior a la sesión de evaluación. La temporalización aproximada del desarrollo del proyecto se muestra en la Figura 1.

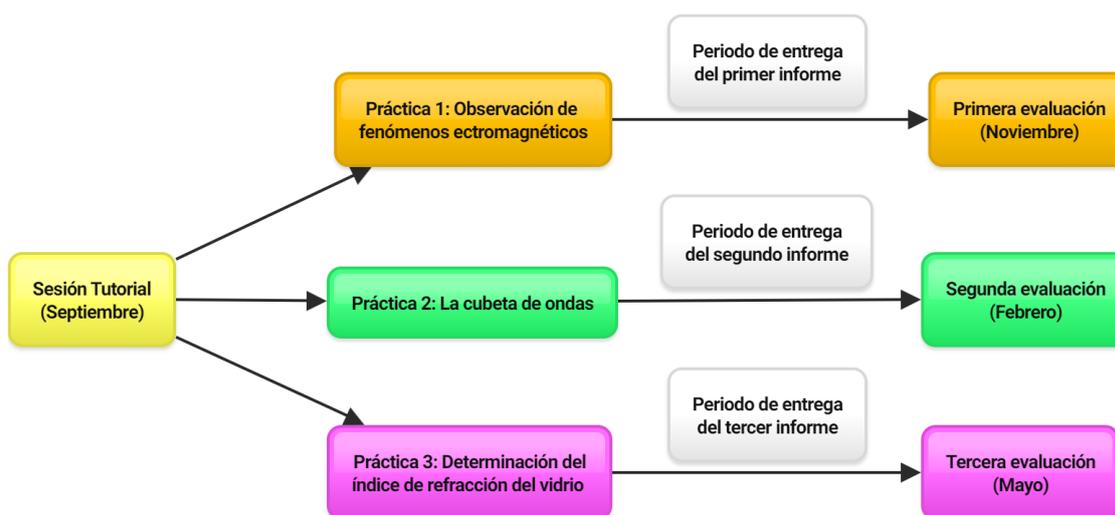


Figura 1. Temporalización aproximada de la propuesta de innovación.

En cuanto a la metodología, la actividad podrá hacerse de manera individual o por parejas. Los informes audiovisuales tendrán una duración máxima de 10 minutos y, aunque deberán contar con los siguientes puntos, podrán estar organizados y ordenados como el alumno crea conveniente:

1. Introducción: breve presentación genérica de la experiencia en cuestión.
2. Material necesario.
3. Objetivos de la práctica: qué pretendemos observar o determinar.
4. Procedimiento: pasos llevados a cabo.



5. Resultados: muestra de los datos finales alcanzados por el alumno.
6. Conclusiones: ideas derivadas de dichos datos.
7. Fenómenos físicos que intervienen: descripción de la física subyacente.
8. Trabajo de investigación: consultar temas propuestos en la Tabla 37.
9. Referencias bibliográficas.

De entre los puntos anteriores, los puntos 7 y 8 son los que diferencian a este tipo de informes del resto de informes clásicos. Un punto clave de esta innovación es la motivación del estudiante hacia la física en general y las prácticas de laboratorio en particular. Por ello, en los puntos 7 y 8 de la anterior lista se dará libertad al alumnado para que escojan el enfoque y la forma de exponer los resultados. De este modo se trabajan una vez más la adquisición de las competencias clave AA y SIE en el alumnado.

En el punto 7 se pide que el alumno desarrolle en forma de presentación animada los contenidos teóricos vistos en las sesiones de aula y que los relacione con lo estudiado en el laboratorio, para lograr una mejor interrelación de conceptos. Para el punto 8 se ha ideado un proceso de aprendizaje por proyectos. Se proponen una serie de cuestiones breves de título abierto relacionadas con la práctica, de las cuales los alumnos deberán escoger una para desarrollar tras un proceso de búsqueda de información. Las cuestiones propuestas se recogen en la Tabla 37.

Tabla 37. Propuestas para el trabajo de presentación de los informes audiovisuales.

Práctica 1. Observación de fenómenos electromagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes a la teoría del campo electromagnético: fluido vítreo y fluido resinoso. • La jaula de Faraday: descripción del fenómeno y aplicaciones. • La guerra de las corrientes: Edison vs. Tesla. • Medios diamagnéticos, paramagnéticos y ferromagnéticos. • Superconductividad: principios básicos y aplicaciones.
Práctica 2. Ondas estacionarias transversales y longitudinales. La cubeta de ondas.	<ul style="list-style-type: none"> • El oscilador armónico anisótropo: cambios respecto al visto en clase. Gráficas de movimiento y energía. • Ondas guiadas: funcionamiento de la fibra óptica. • Generación de radiación electromagnética: fundamentos de las antenas. • La luz como onda: el experimento de Young de la doble rendija. • La propagación de la luz en la atmósfera: el porqué del azul del cielo, de los atardeceres y de las auroras boreales.

Práctica 3. Determinación del índice de refracción del vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • Óptica y fotografía: la cámara fotográfica. • Instrumentos ópticos de laboratorio: microscopio electrónico, microscopio de rayos X y microscopio de efecto túnel. • Álgebra del color: sistema RGB y sistema XYZ. • Medios dieléctricos anisótropos: efecto Kerr y efecto Pockels. • Fotodetectores: clasificación, propiedades y aplicaciones.
--	---

Estas cuestiones son orientativas y están sujetas a cambios si el devenir de las clases da pie a introducir nuevas propuestas de investigación. Del mismo modo, el alumno podrá proponer al profesor un tema para completar su informe, relacionado con el bloque correspondiente a la práctica en cuestión. Si el profesor lo considera adecuado, este tema será aceptado e incluido a la lista de propuestas. En la Figura 2 se muestra un ejemplo del aspecto de las presentaciones con el software *PowToon*.

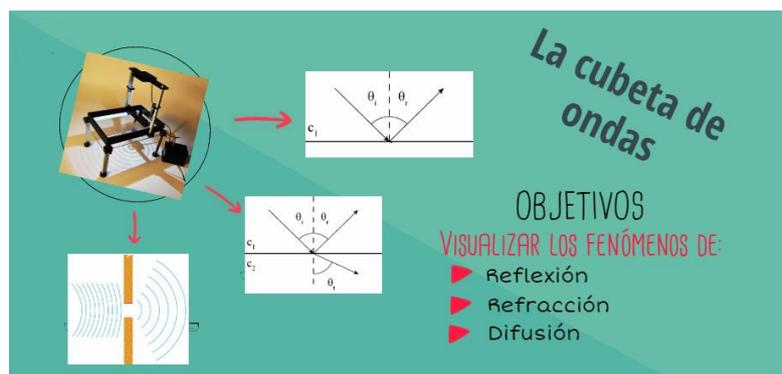


Figura 2. Ejemplo de una presentación animada creada con *PowToon* para el informe de una práctica (UD 6) y para un proyecto de investigación de la 2ª evaluación.

En el ámbito que nos ocupa resulta interesante el trabajo de Reigosa (2006), en el que se analiza la redacción de informes de laboratorio de estudiantes de 1º de Bachillerato



y se aprecian notables mejoras cuando los alumnos habían tenido acceso previamente a modelos de informes válidos. En este sentido, se cree que este proyecto puede crecer exponencialmente en calidad si el alumnado tuviera acceso a las presentaciones de cursos anteriores. Basándonos en esto, vemos de gran utilidad crear un repositorio en el que subir los informes de los alumnos que den su consentimiento al campus virtual de la asignatura y/o a la página web del departamento, en caso de que la hubiera, para garantizar la retroalimentación del alumnado en su proceso de aprendizaje.

6. EVALUACIÓN

6.1. Evaluación del alumnado

Para la evaluación del informe se ha diseñado una rúbrica (Tabla 38) que engloba las capacidades más importantes que debe demostrar el alumno en su proceso de aprendizaje. Se valorará especialmente la claridad en la transmisión de los conocimientos adquiridos, el grado de implicación en el trabajo práctico y la originalidad en la presentación de información. Con esta rúbrica se evaluarán los 3 informes audiovisuales realizados por el alumno, que tendrán un peso del 15 % en la nota final de la evaluación.

Además, tal y como se indicó en el apartado 6.2. de la parte II del presente TFM (pág. 27), para favorecer la motivación de los alumnos más interesados (como puede ser el caso del alumnado de altas capacidades), se establecerá un incremento de 0,5 puntos en la calificación final de la evaluación para los dos mejores trabajos de investigación.

En caso de que un alumno obtuviese una calificación insuficiente según la clave de interpretación de la rúbrica de la Tabla 38, y siempre que no haya renunciado a la evaluación continua, tendría oportunidad de corregirlo y presentarlo de nuevo antes de la prueba escrita de la recuperación, tanto ordinaria como extraordinaria.

6.2. Evaluación de la innovación

Para evaluar la viabilidad del presente proyecto de innovación se ha desarrollado en base al trabajo de Montagut, Sansón y González (2002) un cuestionario (Anexo II) que reúna los aspectos clave con los que debe contar toda planificación de una sesión de laboratorio. Dicho cuestionario será facilitado a los alumnos justo después de finalizar la entrega de los informes, para que las impresiones sean recientes. Se valorará su grado de aceptación y se implementarán posibles mejoras para evaluaciones o cursos posteriores.



Tabla 38. Rúbrica para la evaluación de los informes audiovisuales del alumnado.

Nivel de Desarrollo Categorías	Excelente 4 puntos	Satisfactorio 3 puntos	Escaso 2 puntos	En vías de adquisición 1 punto
Apartados 10 %	La presentación contiene todos los apartados requeridos.	Falta 1 apartado.	Faltan 2 apartados.	Faltan 3 o más apartados.
Resultados, procedimientos y conclusiones 20 %	Los resultados solicitados por la práctica están expuestos de manera clara, detallando el procedimiento llevado a cabo para llegar a ellos. Las conclusiones son ricas y muestran comprensión del caso estudiado.	Están recogidos los resultados solicitados, pero el procedimiento se detalla escuetamente y las conclusiones no están debidamente razonadas.	Las conclusiones se limitan a la mera enumeración literal de resultados, sin apenas detalle del proceso seguido.	No se exponen resultados. El procedimiento y las conclusiones se omiten o apenas se desarrollan.
Base teórica 20 %	Los contenidos teóricos están expuestos con claridad. Se demuestra mediante las explicaciones un dominio conceptual de los fenómenos físicos involucrados.	Las explicaciones de los fenómenos físicos son correctas pero se aprecia una peor soltura en el manejo de algunos conceptos.	Aunque el marco teórico es el adecuado, las explicaciones presentan algunos errores conceptuales leves o confusiones terminológicas.	Existen errores conceptuales de gravedad.
Proyecto de investigación 30 %	Se demuestra haber tratado el tema a estudio en profundidad en base a la comprensión teórica, el grado de detalle en las explicaciones y la diversidad de fuentes.	Los contenidos y explicaciones cuentan con algunos errores, pero la bibliografía está bien documentada y se aprecia un cierto interés en la búsqueda de información.	El tema analizado se trata de manera superficial, sin una gran labor investigativa. Escasez cualitativa y/o cuantitativa de fuentes.	Interés muy escaso o nulo en el proyecto. Explicaciones pobres y sin fundamento. No se aportan referencias.
Aspectos visuales 20 %	La transmisión de información se realiza de manera clara, ordenada y estructurada coherentemente. Las animaciones de la presentación sirven útilmente de apoyo gráfico para las explicaciones.	La estructura del informe es comprensible, aunque las imágenes y animaciones resultan en ocasiones prescindibles.	La estructura de la presentación no obedece a un orden lógico. Los apoyos gráficos no se integran adecuadamente en la explicación.	El hilo de la presentación se sigue con dificultad. Los gráficos y las animaciones resultan incómodos para la recepción de información.

CLAVE DE INTERPRETACIÓN 1–2,5 puntos: Insuficiente 2,5-3 puntos: Suficiente 3-3,5 puntos: Notable 3,5-4 puntos: Sobresaliente



PARTE IV. CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

1. CONCLUSIONES

La principal conclusión que obtengo tras mi experiencia en este Máster es la gran importancia de una correcta formación como docentes. Antes de este curso, no otorgaba un papel clave a este hecho, pensaba que con dominar los conocimientos propios de tu área de especialidad era suficiente, pero ahora encuentro fundamental contar con mecanismos y herramientas clave para saber desenvolverte en el aula.

La interacción con el alumnado es otra de las claves en las que creo que se debe basar la educación. Es cierto que en ocasiones resulta difícil poder llevar sin problemas el ritmo de una clase y lograr un buen ambiente a lo largo de todo el curso. Cada uno de los alumnos tiene distintas características, capacidades, formas de ser y de actuar, contexto, gustos y comportamientos, y la interrelación de todas estas personalidades en muchas ocasiones provoca conflictos de intereses. Una de las principales enseñanzas que he obtenido es saber normalizar estos conflictos y actuar en consecuencia, siempre de la manera lo más justa y proporcional posible.

Creo que muchas de las frustraciones de los docentes tienen su origen en este hecho. Saber manejar un grupo humano es una tarea muy compleja, y más en los últimos años en los que los distintos cambios sociales, culturales, económicos y políticos han provocado que la diversidad del alumnado aumente considerablemente. Por ello me gustaría incidir en lo comentado anteriormente sobre la importancia de una correcta formación para el profesorado, tanto antes de ejercer la labor docente como durante.

Este no es el único reto al que se enfrentan los docentes, y no me gustaría dejar de señalar otros problemas que he percibido como son la saturación burocrática, la inestabilidad laboral o la falta de recursos materiales y humanos. De nuevo, estos son hechos que siempre había oído comentar pero cuya magnitud no he entendido hasta que no he estado directamente relacionado con su problemática.

Pese a ello, tras mi experiencia en el Máster considero que mi gusto por la docencia se ha mantenido o incluso ha aumentado. Estas complejidades no hacen sino llenarme de ganas de pertenecer a esta bella profesión para enfrentarme a ellas. Creo que toda solución parte de la autocrítica y que es tarea nuestra luchar por una enseñanza mejor.



2. REFERENCIAS

- Alonso, M. y Soler, V. (2002). *Construyendo la Relatividad*. Madrid: Equipo Sirius.
- Andrés, M. M., Pesa, M. A., y Moreira, M. A. (2006). El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciência & Educação*, 12(2), 129-142.
- Barrio, J. (2016). *Física 2º Bachillerato*. Madrid: Oxford Educación.
- Bernhard, J. (2008). Conceptual labs as an arena for learning: Experiences from a decennium of design and implementation. *Paper presented at the SEFI 36th Annual Conference*, 2-5 July 2008, Aalborg.
- Carrascosa, J., Gil, D., y Valdés, P. (2005). ¿Cómo hacer posible el aprendizaje significativo de conceptos y teorías?. En D. Gil, B. Macedo, J. Martínez, C. Sifredo, P. Valdés y A. Vilches (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* (pp. 123-140). Santiago de Chile: UNESCO.
- Circular de inicio de curso 2017-2018 para los centros docentes públicos. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-63 (18/07/2017).
- Circular de 2 de marzo de 2018, para la aplicación del calendario de finalización del segundo curso de Bachillerato para el año académico 2017-2018. *Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Educación y Cultura*, pp. 1-5 (02/03/2018).
- Crespo, E. J., Álvarez, T., y Bernaza, G. (2010). Las prácticas de laboratorio docentes en la enseñanza de la física. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos29/practicas-laboratorio/practicas-laboratorio.html>.
- Crujeiras, B., y Jiménez, M. P. (2012). Competencia como aplicación de conocimientos científicos en el laboratorio: ¿cómo evitar que se oscurezcan las manzanas?. *Revista Alambique*, 70, 19-26.
- 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 (29/06/2015).



- Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-816 (30/06/2015).
- Einstein, A. (2008). *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*. Madrid: Ed. Alianza.
- Ferrini, A., y Aveleyra, E. E. (2006). El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las NTIC's, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad b-learning. *TE&ET*, 1(1), 1-8.
- Furió, C., Payá, J. y Valdés, P. (2005). ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica?. En D. Gil, B. Macedo, J. Martínez, C. Sifredo, P. Valdés y A. Vilches (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* (pp. 81-102). Santiago de Chile: UNESCO.
- García, M., y Martín, A. (2008). La Física Nuclear en otras ciencias, la industria y la tecnología. *Temas de física*.
- Gil, D., Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual?. En D. Gil, B. Macedo, J. Martínez, C. Sifredo, P. Valdés y A. Vilches (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* (pp. 15-28). Santiago de Chile: UNESCO.
- Gil, D., y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.
- Gisbert, M., y Hernández, J. L. (2016). *Física 2º Bachillerato*. Madrid: Ed. Bruño.
- Golombek, D. A. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires: Santillana.
- Hawking, S. (1988). *Historia del tiempo. Del Big-Bang a los agujeros negros*. Barcelona: Ed. Crítica.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hooft, G. T. (2008). *Partículas elementales: en busca de las estructuras más pequeñas del universo*. Barcelona: Ed. Crítica.



- Leite, L., y Esteves, E. (2005). Análise crítica de actividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). *Boletín Oficial del Estado*, pp. 17158-17207 (04/05/2006).
- 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).
- Llano, M., Müller, G., Hernández, M., Miklos, T., y Murguía, W. (1998). ¿Se aprende en el laboratorio?. *Educación Química*, 9(1), 28-33.
- Martín, A. M., Poletto, A., Roble, M. B., Sánchez, L. P., y Speltini, C. (2000). ¿Qué opinan los estudiantes de los trabajos prácticos de laboratorio?. *Educación Química*, 12(1), 34-37.
- Martínez, M. J. (2016). *Física 2º Bachillerato*. Barcelona: Ed. Vicens-Vives.
- Melero, C., Conde, J. A., Arias, A., y Arias, J. J. (2016). *Física 2º Bachillerato, Teoría*. Zaragoza: Edelvives.
- Merino, J. M., y Herrero, F. (2007). Hacer y pensar en el laboratorio de química. *An. Quím.*, 103(2), 41-46.
- Montagut, P., Sansón, C., y González, R. M. (2002). Evaluación del aprendizaje en situaciones de laboratorio. *Educación Química*, 13(3), 188-200.
- Nacenta, P., Romo, N., Trueba, J. L., y Puente, J. (2016). *Física 2º Bachillerato*. Madrid: Ediciones SM.
- Nappa, N. R., y Augusto, M. (1998). Enfoque metodológico alternativo para la realización de prácticas de laboratorio en el profesorado de química. *Rev. Alambique*, 15.
- Navarro, J. (2007). *Los caminos cuánticos de Feynmann*. Madrid: Ed. Nivola.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, 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/42/2018, de 25 de enero, 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 2017/2018. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 9757-9789 (26/01/2018).

Peña, A., y García, J. A. (2016). *Física 2º Bachillerato*. Madrid: McGraw-Hill Education.

Pontes, A. (2001). Nuevas formas de aprender Física con ayuda de Internet: una experiencia educativa para aprender conceptos y procesos científicos. *Revista Alambique*, 29, 84-94.

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

Real Decreto 83/1996, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria. *Boletín Oficial del Estado*, pp. 6306-6324 (21/02/1996).

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).

Reigosa, C. E. (2006). Una experiencia de investigación acción acerca de la redacción de informes de laboratorio por alumnos de Física y Química de primero de Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 325-336.

Reigosa, C., y Jiménez, M. P. (2011). Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 23-34.

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 documentos oficiales de evaluación. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-27 (03/06/2016).

Resolución de 12 de mayo de 2017, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueba el Calendario Escolar para el curso 2017/2018. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, pp. 1-2 (02/06/2017).

Riaza, E. (2010). *La historia del comienzo (Georges Lemâître, padre del Big Bang)*. Madrid: Equipo. Sirius.

Rueda, C. (2006). Seguridad Nuclear. *Temas de física* 38, 23-35.

Scancich, M., Yanitelli, M., y Massa, M. (2009). Acerca de la efectividad de una práctica de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 213-217.

Sebastia, J. M. (1985). Las clases de laboratorio de física: una propuesta para su mejora. *Enseñanza de las ciencias*, 42-45.

Tenreiro-Vieira, C., y Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.*, 3(3), 452-466.

Tiberghien, A. (1983). La investigación en un laboratorio de didáctica de las ciencias físicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 187-192.

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

Villalobos, G., Arsuaga, J. M., Moreno, N., Vílchez, J.M., y Fernández, A. (2016). *Física 2º Bachillerato*. Madrid: Ed. Anaya.

Wheeler, J. A. (1994). *Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo*. Madrid: Ed. Alianza.



ANEXO I. CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sabe / no contesta
1	2	3	4	NS/NC

	1	2	3	4	NS/NC
En general, estoy satisfecho con el desarrollo de la asignatura.					
He sido bien informado/a de los objetivos que debía alcanzar y de cómo se me iba a evaluar.					
Las actividades y tareas realizadas me han sido de utilidad para alcanzar esos objetivos.					
El profesor explica con claridad y resalta los contenidos importantes de la asignatura.					
Considero las clases de esta asignatura amenas.					
El profesor ha empleado materiales didácticos variados para sus explicaciones.					
El empleo de estos materiales ha favorecido mi aprendizaje.					
El profesor favorece mi participación en el desarrollo de las clases.					
El profesor consigue despertar mi interés por los temas tratados en la asignatura					
La carga de trabajo en esta evaluación me ha parecido excesiva.					
Gracias a esta asignatura he logrado mejorar mi actitud hacia la física					

- El punto que más me ha interesado ha sido...
- El punto que menos me ha interesado ha sido...
- Me gustaría que en clase tratásemos temas como...
- Propongo para la próxima evaluación las siguientes modificaciones:



ANEXO II. CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA INNOVACIÓN

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sabe / no contesta
1	2	3	4	NS/NC

	1	2	3	4	NS/NC
En líneas generales, la innovación de los informes audiovisuales me parece útil e interesante.					
La realización del informe audiovisual me ha servido para comprender mejor los conceptos teóricos vistos en clase.					
Hubiera preferido realizar un informe escrito.					
El manejo del software online me ha parecido fácil.					
El proyecto de investigación me parece un complemento adecuado para el trabajo en laboratorio.					
Los proyectos de investigación propuestos me parecen interesantes.					
La ausencia de guion de prácticas favorece mi autogestión.					
La idea de un repositorio de presentaciones me parece buena.					
Estaría interesado en extender esta innovación a más materias.					
El sistema de evaluación de las presentaciones me parece el correcto.					

- Lo que más me ha gustado ha sido...
- Lo que menos me ha gustado ha sido...
- Yo añadiría...
- Creo que esta actividad me ayuda a aprender Física porque...
- Propongo para la próxima evaluación las siguientes modificaciones: