



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Facultad de Formación del Profesorado y Educación

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

**La divulgación científica como instrumento
motivacional hacia la Física de 2º de Bachillerato**

**Scientific dissemination as a motivational instrument
towards Physics of the second year of Non-
Compulsory Secondary Education Physics**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autora: Lía Brea Hernández

Tutora: María del Carmen Blanco López

Mayo, 2020

Índice.....	Pág.
ACLARACIÓN.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REFLEXIÓN PERSONAL.....	9
1. Valoración de la formación académica.....	9
Aprendizaje y desarrollo de la personalidad.....	9
Aprendizaje y Enseñanza: Física y Química.....	9
Complementos de Formación Disciplinar: Física y Química.....	10
Diseño y Desarrollo del Currículo.....	10
El Laboratorio de Ciencias Experimentales.....	11
Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa.....	11
Procesos y Contextos Educativos.....	11
Sociedad, Familia y Educación.....	12
Tecnologías de la Información y la Comunicación.....	13
2. Valoración de la formación práctica.....	13
III. PROGRAMACIÓN DOCENTE.....	15
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	15
2. CONTEXTO.....	16
2.1 Marco legislativo.....	16
2.2 Grupo de referencia.....	17
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivos de la etapa.....	17
3.2 Objetivos generales de la asignatura de Física.....	18

4. CONTRIBUCIÓN DE LA ASGINATURA AL LOGRO DE LAS COMPETENCIAS CLAVE	19
4.1 Competencia en comunicación lingüística (CCL).....	20
4.2 Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).....	20
4.3 Competencia digital (CD).....	20
4.4 Competencia para aprender a aprender (CAA)	21
4.5 Competencias sociales y cívicas (CSC).....	21
4.6 Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).....	21
4.7 Conciencia y expresiones culturales (CEC)	21
5. METODOLOGÍA DIDÁCTICA	22
5.1 Principios pedagógicos generales	22
5.2 Estrategias y métodos de trabajo en el aula de 2º de Bachillerato.....	24
5.2.1 Introducción de la Unidad Didáctica.....	24
5.2.2 Desarrollo de la Unidad Didáctica	25
5.2.3 Conclusión de la Unidad Didáctica.....	26
5.3 Actividades	27
Tipología.....	27
Criterios de selección.....	28
5.4 Espacios y recursos.....	29
Espacios físicos.....	29
Materiales y recursos didácticos	29
5.5 Organización del grupo	29
6. EVALUACIÓN.....	30
6.1 Evaluación del proceso de aprendizaje.....	30
Elementos evaluables.....	30

Instrumentos de evaluación	31
Criterios de calificación, evaluaciones parciales (trimestrales).....	32
Criterios de calificación, evaluación final de la asignatura	34
Evaluación extraordinaria	34
Evaluación y calificación del alumnado al que no se le puede aplicar la evaluación continua.....	35
6.2 Evaluación del proceso de enseñanza.....	35
7. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD	36
7.1 Medidas ordinarias	37
7.2 Medidas extraordinarias	37
8. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS Y EXTRAESCOLARES....	38
9. ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS	38
10. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS	41
BLOQUE 1: LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA – TRANSVERSAL A TODO EL CURSO	41
UNIDAD 1: INTERACCIÓN GRAVITATORIA.....	42
UNIDAD 2: EL CAMPO ELÉCTRICO	44
UNIDAD 3: EL CAMPO MAGNÉTICO	46
UNIDAD 4: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.....	48
UNIDAD 5: ONDAS Y FENÓMENOS ONDULATORIOS. EL SONIDO....	50
UNIDAD 6: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. ÓPTICA FÍSICA	52
UNIDAD 7: ÓPTICA GEOMÉTRICA	55
UNIDAD 8: FÍSICA RELATIVISTA	56
UNIDAD 9: FÍSICA CUÁNTICA.....	58

UNIDAD 10: FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS ELEMENTALES. HISTORIA DEL UNIVERSO	60
IV. UNIDAD DIDÁCTICA 1: INTERACCIÓN GRAVITATORIA.....	63
1. JUSTIFICACIÓN	63
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	63
3. SECUENCIACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LA UNIDAD	64
4. METODOLOGÍA	65
4.1 Interés de la Unidad.....	66
4.2 Introducción motivadora. Actividad con función motivadora	67
4.3 Conceptos previos que conectan con los contenidos de la Unidad.....	67
4.4 Actividades de enseñanza/aprendizaje y estrategias de aprendizaje.....	68
4.5 Otros recursos.....	69
4.6 Temporalización de la Unidad Didáctica	70
5. EVALUACIÓN.....	78
5.1 Transversalidad del bloque 1.....	78
5.2 Instrumentos de evaluación.....	79
5.3 Criterios de calificación	80
V. PROPUESTA DE INNOVACIÓN	81
1. DIAGNÓSTICO INICIAL.....	81
1.1 Detección de los ámbitos de mejora.....	81
1.2 Contexto	81
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN.....	82
3. MARCO TEÓRICO	85
4. DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN.....	87
4.1 Plan de actividades	87

4.1.1 Primera parte. Recreos para la divulgación científica	87
4.1.2 Segunda parte. Jornada de divulgación científica.....	90
4.2 Agentes implicados	91
4.3 Materiales y recursos	92
4.4 Fases y distribución temporal	92
4.5 Evaluación y seguimiento de la propuesta	93
4.6 Atención a la diversidad	96
5. RESULTADOS ESPERADOS.....	96
VI. CONCLUSIONES.....	97
VII. REFERENCIAS	98

ACLARACIÓN

A lo largo del presente documento se utiliza el género gramatical masculino como género neutro, sin pretender en ningún caso ser un término excluyente del femenino y siendo extensible su significado tanto al sexo femenino como al masculino.

RESUMEN

Bajo el título “*La divulgación científica como instrumento motivacional hacia la Física de 2º de Bachillerato*” se presenta este Trabajo Fin de Máster (TFM). La realización de este ha supuesto la puesta en práctica de los diferentes conocimientos adquiridos a lo largo de este Máster, así como una reflexión sobre los mismos.

Este TFM consta de cuatro secciones y está dirigido en gran parte a la Física de 2º de Bachillerato. En primer lugar, se realiza una breve reflexión personal sobre la formación recibida durante este curso. A continuación, se presenta la programación docente para la asignatura de Física de 2º de Bachillerato. En tercer lugar, se desarrolla detalladamente la Unidad Didáctica dedicada a la Interacción Gravitatoria. Y, finalmente, se presenta una propuesta de innovación en la que se busca que la divulgación científica se convierta en un instrumento motivador hacia la materia y cuyo objetivo final es dar una visión cercana de la Física y romper con las percepciones que alejan a los estudiantes de esta materia.

ABSTRACT

Titled as “*Scientific dissemination as a motivational instrument towards Physics of the second year of Non-Compulsory Secondary Education Physics*” this Final Project is presented. Carrying it out has involved putting into practice all the knowledge acquired throughout this Master, as well as a reflection on it.

This Final Project consists of four sections and it is largely focused on Physics of the second year of Non-Compulsory Secondary Education. Firstly, a personal reflection on the training received during this course is made. Then, it is presented the teaching program for the subject of Physics. Thirdly, the Unit dedicated to Gravitational Interaction is developed in detail. And, finally, the innovation proposal which tries to turn scientific dissemination into a motivational instrument towards the subject and whose ultimate goal to be achieved is giving a close view of Physics and breaking with the perceptions that distance students from this subject.

I. INTRODUCCIÓN

Con este Trabajo Fin de Máster pongo el broche final a un año intenso de aprendizaje y crecimiento personal y doy un paso más hacia ese objetivo tan deseado, convertirme en profesora de Física y Química. Este Máster ha supuesto la adquisición de múltiples conocimientos a través de las diferentes asignaturas y que serán la base sobre la que construir mi futura labor como docente. La puesta en práctica de esos conocimientos se efectúa por último en la realización de este TFM, que en gran parte se dirige a la Física de 2º de Bachillerato.

El trabajo desarrollado en este documento consta de cuatro partes fundamentales. Primeramente, se realiza una breve reflexión sobre la formación recibida en el Máster, tanto académica como práctica. A continuación, se propone la programación docente para la asignatura de Física de 2º de Bachillerato, para la cual se toma como base el *Decreto 42/2015, de 10 de junio*, por el que se establece el currículo de Bachillerato en el Principado de Asturias. Seguidamente, se presenta como ejemplo el desarrollo detallado de una de las Unidades Didácticas de la Programación, concretamente la dedicada a la Interacción Gravitatoria. Y, por último, se presenta una propuesta de innovación en la que se busca que la divulgación científica se convierta en un instrumento motivador hacia el estudio de esta materia.

Existe una visión generalizada de la Física como una asignatura difícil y, en algunos casos, se percibe como algo lejano o alejado de la realidad. Dar una visión cercana de la Física y romper con esas percepciones que alejan a los alumnos de esta materia, es el fin último a alcanzar a través de la propuesta de innovación que se presenta en este TFM.

II. REFLEXIÓN PERSONAL

1. Valoración de la formación académica

Este apartado se dedica a un análisis personal, subjetivo, de cada una de las asignaturas cursadas en el Máster de Formación del Profesorado.

Aprendizaje y desarrollo de la personalidad

En esta asignatura asistimos a clases generalmente expositivas, pero cuyo planteamiento estaba preparado con detalle, buscando hacernos partícipes a todos los alumnos de nuestro aprendizaje, convirtiéndonos en los sujetos de los ejemplos; y tratando de facilitar el aprendizaje a través de analogías.

Como futuros docentes, conocer el funcionamiento básico de la mente, y tener unas nociones básicas sobre los comportamientos humanos, son bases fundamentales para un buen desempeño de nuestra profesión en las aulas, en el trato directo con los alumnos, por un lado, y con las familias, por otro.

Me gustaría destacar la metodología del *puzzle* descubierta, y puesta en práctica, en las clases prácticas de esta materia y que, a través de trabajo cooperativo, permite mejorar el rendimiento de los aprendizajes y favorece las relaciones personales de los alumnos del grupo-clase.

Aprendizaje y Enseñanza: Física y Química

Esta asignatura del segundo cuatrimestre ha resultado fundamental para nosotros como futuros docentes de Física y Química. Debido a la estructuración de las diferentes sesiones y la planificación de las tareas desde el comienzo, nuestro trabajo ha sido duro pero a la vez facilitado por el profesor, que desde el primer día también nos ofreció gran cantidad de materiales para desarrollar las diferentes tareas sin problema, pero también para la futura preparación para las Oposiciones al Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria.

En esta asignatura se han expuesto con profundidad cantidad de contenidos importantes para nosotros como futuros docentes de Física y Química y con ejemplos reales de todos ellos: estrategias metodológicas, didáctica de la Física y la Química, desarrollo de Unidades Didácticas y de una programación docente, la evaluación, etc.

La realización individual de tareas, que complementa a las clases expositivas, resulta verdaderamente interesante y útil. Entre ellas encontramos la programación de aula para una de las asignaturas de nuestra especialidad o el desarrollo completo de una Unidad Didáctica, con todo lo que ella conlleva. Para nuestro futuro como docentes y previamente opositores, me parece lo más importante de este curso.

Complementos de Formación Disciplinar: Física y Química

En el primer cuatrimestre, esta asignatura fue la específica de nuestra especialidad. Se divide en dos bloques diferenciados, Física y Química, e impartidos por dos profesores especialistas de cada disciplina. Con ella, trabajamos sobre el currículo oficial de la ESO y del Bachillerato y sobre la transversalidad de estas ramas de conocimiento. Además, abordamos temas como el reconocimiento de las mujeres científicas o las relaciones ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente. En suma, lo más satisfactorio y enriquecedor fue la preparación y exposición individual de dos Unidades Didácticas, enmarcadas en temas de cada disciplina y, por supuesto, en el ámbito curricular.

Por otra parte, personalmente, esta asignatura me hizo acercarme a la Química, pues mis conocimientos sobre esta disciplina son escasos y los que tenía del Bachillerato estaban olvidados en un cajón. El desarrollo de esta asignatura me hizo rescatarlos y valorarlos como se merecen.

Diseño y Desarrollo del Currículo

Con esta asignatura se realiza un primer acercamiento al manejo del currículo y al desarrollo de las Unidades Didácticas y la programación de tiempo. Sin embargo, me gustaría destacar el poco tiempo del que se dispone y que implica que estos temas se aborden de manera superficial, a pesar de ser verdaderamente importantes para nuestro futuro como docentes y, a corto plazo, opositores. Todo ello nos lleva a cierto desconocimiento a la hora de abordar el desarrollo de una Unidad Didáctica y todo lo que ello conlleva, e igualmente en el desarrollo de la programación.

Sí es cierto que en el caso de Física y Química esas posibles carencias quedan suficientemente cubiertas por la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza en el segundo cuatrimestre. Sin embargo, creo que en el primero se deberían abordar con más detalle, pues en el período de prácticas se deben desarrollar dos Unidades Didácticas y una de

ellas, en mi caso, coincidió tiempo antes de que se estudiase en Aprendizaje y Enseñanza.

El Laboratorio de Ciencias Experimentales

Se trata de una asignatura optativa, de enfoque eminentemente práctico y dividida en dos bloques, uno para Química y otro para Física. En este caso, debido al momento del curso en que comienza esta materia, la COVID-19 ha implicado que hayamos tenido que desarrollar la mayoría de las tareas desde nuestras casas. Sin embargo, esto nos ha obligado a adaptarnos y afrontar alternativas derivadas de la situación vivida y esto ha sido muy enriquecedor para desarrollar nuestras capacidades y poner en práctica lo que, como docentes, muy probablemente tengamos que aplicar en el futuro: manejo de las TIC, recursos virtuales y la comunicación telemática.

Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa

Esta asignatura, planteada para ser principalmente práctica, nos ha acercado al concepto y realidad de la innovación docente. Esta asignatura favorece la participación y el trabajo en equipo en el aula tanto con compañeros de la misma especialidad como de otras, permitiendo conocer diferentes puntos de vista e ideas, lo que resulta muy enriquecedor.

Cabe destacar que, mientras que la innovación docente es ampliamente desarrollada en esta asignatura, no ocurre lo mismo en el caso de la investigación educativa, entendible ante la escasez de tiempo. Podría ser una propuesta de mejora para próximos cursos. No obstante, personalmente en mi caso abordar la innovación ha sido muy beneficioso, tanto por haber tenido que tomar partido en la asignatura como para la elaboración de la propuesta de innovación que se presenta en este documento.

Procesos y Contextos Educativos

Esta asignatura, perteneciente en su mayoría al primer cuatrimestre, se divide en 4 bloques impartidos por tres profesoras.

El primer bloque se enfoca en las características organizativas de las etapas y de los centros de educación educativa y conlleva una importante carga legislativa asociada que resulta bastante compleja para los recién llegados inexpertos en estos asuntos. Principalmente, para la parte dedicada a la organización de los centros y en la que se

trabaja más directamente con la legislación, creo que sería recomendable disponer de más tiempo para lograr una mayor comprensión al respecto, pero sobre todo una estructura clara del desarrollo de las diferentes sesiones de clase y de los temas abordados en cada una, puesto que mi percepción ha sido de tener demasiada información en poco tiempo y me ha resultado complejo organizarla.

El segundo bloque se centra en aspectos más prácticos, como la comunicación y la convivencia en el aula, tratando de darnos estrategias para las relaciones profesor-clase o profesor-alumno, así como de resolución de conflictos. Creo que en este caso los contenidos teóricos combinados con la práctica ha supuesto un aprendizaje real de esta parte de la asignatura.

En el tercer bloque se aborda la Tutoría y la Orientación Educativa, acercándonos realidades quizás desconocidas a priori para nosotros pero de importante trascendencia en el día a día en el centro educativo, como la figura del tutor, los procedimientos e instrumentos de recogida de información, la importancia del Departamento de Orientación. Todo ello acompañado del estudio y análisis del Programa de Acción Tutorial, documento de referencia en los centros.

Por último, el cuarto bloque se dedica a la atención a la diversidad, tan necesaria en los centros de hoy en día y que poco a poco hemos ido descubriendo y poniendo en práctica. Este bloque me ha hecho darme cuenta de las diferentes realidades que puedo encontrarme como docente en un aula y de la necesidad de atender a todos y cada uno de los alumnos respondiendo a sus necesidades particulares.

Sociedad, Familia y Educación

La asignatura está dividida en dos bloques impartidos por una misma profesora. El primero de ellos nos permite conocer la transversalidad en el aula al tratar temas como los Derechos Humanos o los estereotipos de género y etnia. Promover la igualdad y la no discriminación son objetivos, también, de la función docente en la formación de personas, de ciudadanos. Por otra parte, en el segundo bloque se aborda la relación familia-centro en el estudio de los mecanismos de participación y colaboración de las familias en el centro educativo y de los beneficios que todo ello conlleva. Los contenidos teóricos, expuestos de manera amena, se han puesto en práctica a través de

trabajos escritos y de exposición oral, de los cuales los segundos me han resultado personalmente muy enriquecedores.

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Esta asignatura, de corta duración, cobra su importancia a la hora de desarrollar la función como docentes. El uso de las TIC es verdaderamente un apoyo audiovisual efectivo en el desarrollo de las clases, permitiendo al alumnado una mejor comprensión y asentamiento de los conocimientos a la vez que rompemos con la dinámica habitual del aula. Con esta asignatura, eminentemente práctica, hemos descubierto el amplio abanico de posibilidades de las que disponemos y que nos ayudarán a hacer nuestras clases más dinámicas, amenas y motivadoras.

2. Valoración de la formación práctica

El período de prácticas es, sin duda, lo que no olvidaremos nunca de este Máster. En ellas, por fin, pudimos experimentar la profesión a la que nos queremos dedicar el resto de nuestra vida, la profesión docente. Ha sido un golpe de realidad, tanto de lo bueno como de lo no tan bueno, o mejor dicho complicado, de los centros hoy en día. Pudimos comprobar lo que han cambiado los institutos desde que los abandonamos como alumnos y, esta vez llegamos y hemos visto la otra cara de la moneda, nos hemos colocado en el otro lado. Sin duda, el período de prácticas ha sido el verdadero aprendizaje.

Durante este tiempo, más corto de lo habitual debido a la COVID-19, tuve la oportunidad de impartir clase en un grupo de segundo de la ESO y alguna sesión en tercero de la ESO. Sin duda, para mí ha sido muy gratificante, puesto que a pesar de los miedos e inseguridades iniciales, me permitió asegurarme de que esta es la profesión a la que me quiero dedicar y ha hecho que me sienta aún más motivada para alcanzar mi objetivo. La experiencia de ponerse delante de una clase de 25 alumnos, lograr que te atiendan, sentir que tienen curiosidad por entender todo lo que explicas y sus caras al ver que el esfuerzo merece la pena, es lo mejor que me llevo de esta experiencia.

Para finalizar, me gustaría comentar algunas propuestas de mejora como la prolongación del período de prácticas o la posibilidad de dar clases sin la presencia de la tutora en el aula, puesto que esto puede afectar de manera indirecta al comportamiento

del alumnado. También creo que sería muy beneficioso tener la posibilidad de trabajar con, al menos, dos tutores diferentes del centro, para así poder observar diferentes metodologías y/o comportamientos. Igualmente, creo que se debería dar más relevancia al Departamento de Orientación, pues el día de mañana como docentes este departamento puede ser de gran ayuda para solucionar los problemas individuales de cada alumno de la manera más adecuada gracias a su asesoramiento.

III. PROGRAMACIÓN DOCENTE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La programación docente es un elemento necesario para llevar a cabo el proceso de enseñanza correctamente. Supone la unión entre lo que debe ser la educación y lo que verdaderamente puede llegar a ser, siendo imprescindible para la puesta en marcha de las diferentes propuestas educativas. A través de la programación asumimos la responsabilidad de tomar las decisiones más acordes a las características y peculiaridades del grupo al que están dirigidas, suponiendo un proceso reflexivo sobre la propia práctica docente. De esto depende la posibilidad de adoptar las medidas adecuadas en cada situación, así como realizar propuestas variadas, creativas y enriquecedoras; puesto que todo esto influye directamente en la calidad de la enseñanza.

La programación docente que se presenta está diseñada para la asignatura de **Física de 2º de Bachillerato**, y en ella se plantea el proceso de concreción curricular desde la Administración hasta el centro y grupo de referencia. Las bases normativas de la concreción curricular son tres: a nivel estatal, el *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*; a nivel autonómico, el *Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias*; y a nivel de centro cada uno haciendo uso de su autonomía y capacidad de decisión, realiza una concreción del currículo que se adapta al contexto del mismo.

En el artículo 24 del *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, se dispone lo siguiente: “*El Bachillerato tiene como finalidad proporcionar al alumnado formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia. Asimismo, capacitará al alumnado para acceder a la educación superior.*” Es decir, el alumnado debe aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser a lo largo de esta etapa. Estos son los principios sobre los que debe basarse toda programación docente.

Si concretamos, la programación de Física de 2º de Bachillerato que se presenta en este Trabajo Fin de Máster parte de la necesidad de contribuir a que nuestro

alumnado desarrolle el pensamiento abstracto, utilice el lenguaje para expresarse con rigor, conozca el trabajo de investigación y reconozca las aplicaciones de la ciencia y, concretamente de la Física, en la actualidad así como sus repercusiones sociales.

2. CONTEXTO

2.1 Marco legislativo

Esta programación se encuadra en el marco educativo conformado por la Constitución Española aprobada el 6 de diciembre de 1978. El artículo 27 de la Constitución establece los aspectos básicos de la educación en nuestro país y sobre ellos se sustenta la legislación educativa actual.

Además, se tienen en cuenta para la elaboración de esta programación, las siguientes normas:

A nivel estatal:

- *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación* (modificada por la LOMCE).
- *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa* (LOMCE).
- *Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.*
- *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.*
- *Orden PCM/139/2020, de 17 de febrero, por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, y las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas en el curso 2019-2020.*

A nivel autonómico:

- *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.*
- *Resolución de 26 de mayo de 2016, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se regula el proceso de evaluación del aprendizaje del alumnado de bachillerato y*

se establecen el procedimiento para asegurar la evaluación objetiva y los modelos de los documentos oficiales de evaluación.

- **Resolución de 1 de abril de 2019**, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueba el calendario escolar para el curso 2019-2020.
- **Circular** por la que se dictan **instrucciones** para el curso escolar 2019-2020 para los centros docentes públicos.

2.2 Grupo de referencia

Esta programación se diseña para desarrollarse en un grupo de 2º de Bachillerato en un instituto del centro urbano de la ciudad de Oviedo en el que contamos con un aula-laboratorio multimedia donde se desarrollan las clases. El grupo es heterogéneo y está formado por 12 alumnos (6 chicas y 6 chicos) de entre 17 y 18 años que cursan el segundo curso de bachillerato. Además, es dinámico y muestra interés por aprender Física. No destaca la presencia de ningún alumno con dificultades de aprendizaje relevantes, más allá de las habituales asociadas al proceso de aprendizaje, que surgen puntualmente. Sin embargo, sí contamos con tres alumnos que muestran una mayor inclinación por esta materia y siempre quieren ir un poco más allá en los conocimientos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos de la etapa

Los objetivos de la etapa en que nos encontramos, Bachillerato, vienen fijados en el artículo 25 de *Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, y en el artículo 5 del *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*. El Bachillerato contribuirá que el alumnado desarrolle las capacidades necesarias para ser capaz de:

- 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, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.*
- 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, confianza en uno mismo 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.*
- ñ) *Conocer, valorar y respetar el patrimonio natural, cultural, histórico, lingüístico y artístico del Principado de Asturias para participar de forma cooperativa y solidaria en su desarrollo y mejora.*
- o) *Fomentar hábitos orientados a la consecución de una vida saludable.*

3.2 Objetivos generales de la asignatura de Física

Los objetivos que se espera que el alumnado consiga a través del proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Física son los siguientes:

- Adquirir conocimientos que suponen una continuación a la Física estudiada en cursos anteriores, sobretudo en 1º de Bachillerato.
- Adquirir herramientas de análisis y reconocimiento aplicables a distintos ámbitos de conocimiento.

- Desarrollar nuevas aptitudes para abordar la siguiente etapa de formación, con independencia de la relación que esta pueda tener con la Física.
- Consolidar el pensamiento abstracto.
- Adquirir y utilizar con autonomía conocimientos básicos de la Física, así como las estrategias empleadas en su construcción.
- Comprender los principales conceptos, leyes y teorías, así como su vinculación y articulación en la resolución de problemas de de interés.
- Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos, utilizando el instrumental básico de laboratorio, de acuerdo con las normas de seguridad del laboratorio.
- Expresar mensajes científicos orales y escritos con rigor, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas.
- Utilizar de manera habitual las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la realización de simulaciones, tratamiento de datos y búsqueda de información en diferentes fuentes, evaluando críticamente su contenido.
- Aplicar los conocimientos físicos a la resolución de problemas de la vida cotidiana.
- Conocer y valorar las posibles aplicaciones de la Física en diferentes campos como la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.
- Contribuir a la superación de estereotipos, prejuicios y discriminaciones que han dificultado el acceso al conocimiento científico, especialmente a las mujeres, a lo largo de la historia.
- Comprender que los avances de la Física suponen un proceso complejo, dinámico y continuo.
- Reconocer los principales retos actuales a los que se enfrenta la investigación en la actualidad.

4. CONTRIBUCIÓN DE LA ASGINATURA AL LOGRO DE LAS COMPETENCIAS CLAVE

La asignatura de Física de 2º de Bachillerato, contribuye a la adquisición de las competencias clave estipuladas en el **artículo 2.2 del Real Decreto 1105/2014** y, de acuerdo con el **artículo 10 del Decreto 42/2015**, debemos diseñar actividades de aprendizaje integradas con la finalidad de que el alumnado pueda adquirir eficazmente

dichas competencias. Esta asignatura contribuye a la adquisición de las competencias clave en los términos que se expone a continuación:

4.1 Competencia en comunicación lingüística (CCL)

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de 2º de Bachillerato se plantean numerosos conceptos nuevos para el alumnado, vocabulario y resultados experimentales que se deberán interpretar. Además, a lo largo de esta asignatura los estudiantes llevarán a cabo diferentes prácticas de laboratorio cuyos resultados deberán exponer tanto por escrito (elaboración de informes) como de manera oral (exposiciones) utilizando de manera rigurosa el lenguaje científico así como la corrección léxica y gramatical. Esto mismo ocurrirá con los trabajos de investigación que se proponen también a lo largo del curso. A todo esto se suma la selección de textos sobre los que se trabajará en el aula estableciendo un Programa de Lectura y Escritura (PLEI) y que también contribuirán al desarrollo de la CCL.

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

Esta asignatura, fomenta en gran medida el desarrollo de la **competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología**. Indudablemente, la asignatura de Física y Química tiene una estrecha relación con las matemáticas, no podríamos estudiar esta materia obviando la matemática subyacente. La deducción formal de ecuaciones, los procesos de cálculo numérico, la realización e interpretación de gráficas, tablas y expresiones matemáticas... Todo ello es más que necesario para el correcto aprendizaje de esta materia. Igualmente, podemos decir que las competencias básicas en ciencia y tecnología se desarrollan de manera extensa puesto que la Física es ciencia y tanto su estudio teórico como práctico implican la puesta en marcha de estrategias propias de la actividad científica y tecnológica.

4.3 Competencia digital (CD)

El desarrollo de la **competencia digital** está a día de hoy cada vez más presente en la vida de nuestro alumnado y la asignatura de Física será un caso más que contribuya a la adquisición de dicha competencia. El alumnado utilizará simuladores para la realización de varias prácticas, realizará trabajos de investigación que requerirán la búsqueda y selección crítica de información en diferentes fuentes, llevará a cabo el

análisis de los datos experimentales y elaborará presentaciones e informes, todo ello haciendo uso de las TIC. En suma a todo esto, el correo electrónico y el campus virtual serán los medios de comunicación a distancia entre alumnado y profesora.

4.4 Competencia para aprender a aprender (CAA)

La Física de 2º de Bachillerato potencia el desarrollo de esquemas mentales de organización del conocimiento, el planteamiento de preguntas y con todo ello propicia el desarrollo de la CAA. El desarrollo constructivo de esta materia da lugar a la reflexión por parte del alumnado sobre qué, cómo y para qué sirve lo aprendido y qué falta por aprender. Igualmente, el alumnado se verá obligado a enfrentarse por sí mismos tanto al estudio como a la resolución de problemas de manera justificada, lo que contribuye también al desarrollo de esta competencia.

4.5 Competencias sociales y cívicas (CSC)

Las CSC se trabajan continuamente en esta asignatura a lo largo de todo el curso. Por un lado, en los pequeños debates que se propongan en las clases que nos permiten comprender que pueden existir diferentes opiniones o puntos de vista sobre un mismo tema, siendo válidos todos ellos, además de desarrollar el pensamiento crítico. También, en las prácticas de laboratorio el alumnado trabajará dividido en pequeños grupos, lo que les permitirá mejorar el respeto hacia los demás, aprender a valorar sus opiniones y aprender de ellas. Además, trabajar en un laboratorio implica cumplir una serie de normas, lo que contribuye a la adquisición de estas competencias.

4.6 Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)

Se llevarán a cabo diferentes prácticas de laboratorio en las que el alumnado trabaja de manera independiente y autónoma dividido en pequeños grupos de 2 o 3 personas, teniendo que transformar las ideas en actos para conseguir llevar a cabo las experiencias correctamente. A esto se suman también las destrezas que se ponen en práctica individualmente en la resolución de problemas.

4.7 Conciencia y expresiones culturales (CEC)

El desarrollo del espíritu crítico permite reconocer y valorar otras formas de expresión. Además, en el estudio de las diferentes aplicaciones de la Física nos encontraremos con la música, pues las notas musicales no son otra cosa que ondas

sonoras de diferentes frecuencias; con la fotografía, en la unidad de “Óptica geométrica”; o con la espectrometría que permite analizar piezas de interés cultural.

5. METODOLOGÍA DIDÁCTICA

5.1 Principios pedagógicos generales

De acuerdo con el artículo 2.1 g) del *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, se denomina metodología didáctica al “conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados”. Es decir, la metodología didáctica define la manera de llevar a cabo la práctica docente diariamente en el aula.

Por otra parte, se establece en el artículo 14 del *Decreto 42/2015* que “los centros docentes, en el ejercicio de su autonomía pedagógica, diseñarán y aplicarán sus propios métodos didácticos y pedagógicos” de acuerdo todo ello a la legislación educativa vigente. En el anexo I de este mismo Decreto, se presentan recomendaciones metodológicas para las diferentes asignaturas troncales del Bachillerato, entre las que se encuentra Física, conforme a lo dispuesto en el artículo 3.1 c), apartado 3º del *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, y en la *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero*. En dicho anexo, se dispone que la metodología didáctica de la Física debe dirigirse a:

- Contribuir a consolidar en el alumnado el pensamiento abstracto.
- Facilitar que el alumnado comprenda la complejidad de los problemas científicos actuales y el significado de las teorías y modelos que explican el Universo.
- Promover el interés por buscar respuestas científicas a problemas cotidianos, facilitando la puesta en práctica de diferentes formas de razonar y herramientas intelectuales para analizar situaciones de la vida desde un punto de vista científico.
- Contribuir a que el alumnado adquiera las competencias propias de la actividad científica y tecnológica.
- Plantear situaciones de aprendizaje en que apliquen diferentes estrategias para resolver problemas que incluyan tanto razonamiento como la utilización de herramientas matemáticas.

- Analizar fenómenos y problemas a través de hipótesis, diseño y realización de experimentos, análisis de datos, observaciones y resultados experimentales confrontando estos con los modelos teóricos.
- Prever situaciones en las que el alumnado deba comunicar resultados y conclusiones experimentales utilizando el lenguaje científico de manera rigurosa, fomentando la capacidad para expresar ideas tanto de manera oral como escrita.
- Evitar que domine el cálculo sobre el concepto o la realización de desarrollos matemáticos sobre los razonamientos.
- Hacer uso de las TIC como soporte audiovisual en las sesiones de clase facilitando así la comprensión de conceptos difíciles o la comprobación experimental de fenómenos estudiados.
- Dedicar suficiente tiempo en el aula al razonamiento, al análisis de problemas, a la planificación de problemas para su resolución y a la valoración de los resultados.
- Evidenciar las conexiones entre los conceptos abstractos y teorías estudiados con sus implicaciones en la vida actual y futura.
- Analizar los avances recientes que se produzcan en esta disciplina y las repercusiones en el campo de la técnica y la tecnología, a partir de la información publicada en los medios de comunicación; así como dialogar, debatir y argumentar sobre cuestiones referidas a la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente.
- Fomentar la búsqueda de información a través de internet desde una perspectiva crítica y la utilización de las TIC para su comunicación, promoviendo así el trabajo autónomo del alumnado.
- Favorecer el aprendizaje significativo.
- Utilizar metodologías activas y contextualizadas y facilitar la participación e implicación del alumnado.
- Promover la realización de trabajos en equipo, favoreciendo así la capacidad de los alumnos para expresar oralmente sus ideas y contrastarlas con las de las demás personas con respeto y para planificar y repartir tareas y adquirir responsabilidades.
- Desarrollar en el alumnado actitudes imprescindibles para la formación de ciudadanos y ciudadanas responsables y con la madurez necesaria para integrarse en una sociedad democrática.

- Contribuir a la percepción de la ciencia como un conocimiento riguroso que tiene sus límites y que, además, está condicionada por contextos sociales, económicos y éticos que le transmiten su valor cultural.
- Dar visibilidad a las aportaciones de las mujeres al conocimiento científico así como a las dificultades históricas que han superado para acceder al mundo científico y tecnológico.
- Contribuir a eliminar la percepción de la física como un ámbito lejano, extraño o exclusivo.
- Facilitar la atención a la diversidad en el grupo-clase seleccionando materiales y recursos variados.

Cabe destacar que la *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero* afirma que la contextualización de los aprendizajes; la participación activa del alumnado en la construcción de los mismos, así como en la adquisición de las competencias, y el aprendizaje cooperativo fomentan positivamente la motivación del alumnado. Por lo que debemos tener esto muy presente a la hora de plantear la programación.

Decir, por último, que la selección de los contenidos pretende permitir que todo el alumnado adquiera los conocimientos base sobre los que construir nuevas ideas, técnicas y métodos de trabajo en el futuro.

5.2 Estrategias y métodos de trabajo en el aula de 2º de Bachillerato

Teniendo en cuenta el apartado anterior, con esta programación se pretende conseguir un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, que adquieran una visión global de la Física y sepan relacionar unos conceptos con otros según van aprendiendo. Para ello se utilizarán estrategias variadas combinando las estrategias expositivas con actividades de aplicación directa de los contenidos y con estrategias de investigación, así como diferentes agrupamientos.

A continuación, se establece la metodología general a seguir a lo largo de cada Unidad Didáctica:

5.2.1 Introducción de la Unidad Didáctica

Con el objetivo de que el desarrollo de la asignatura de Física dé lugar a un aprendizaje constructivo, llegando a ideas complejas partiendo de las básicas conocidas

por los estudiantes, al comienzo de cada una de las unidades didácticas se destinará un tiempo a ubicar y relacionar lo que se va a aprender con lo que ya se sabe así como a justificar la importancia de lo que se va a aprender. Esto nos permitirá aumentar la motivación del alumnado hacia el estudio de la unidad, despertar su interés mostrándoles que lo que van a aprender es algo cercano a lo que ya conocen y que ellos mismos serán partícipes de la construcción de los aprendizajes.

En la primera sesión de cada unidad se planteará al menos una actividad inicial con intención motivadora, esta puede ser por ejemplo un problema sencillo a resolver a través de razonamientos sencillos con los conocimientos previos del alumnado y que pueda dar cabida a abrir un pequeño debate sobre qué necesitamos aprender para resolver de manera rigurosa el problema. Dependiendo de la Unidad Didáctica en que nos encontremos, pero siempre con el mismo objetivo de captar la atención del alumnado, esta actividad inicial puede venir acompañada de un vídeo ilustrativo, incluso de alguna experiencia de cátedra sencilla.

Además, el primer día en que se aborda cada unidad se facilita el material necesario para la unidad a través del campus virtual del centro.

5.2.2 Desarrollo de la Unidad Didáctica

- **Comienzo de la sesión:** enlace con la sesión anterior a través de un resumen, un esquema y/o actividades que nos permitan recordar los contenidos abordados en ella.
- **Exposición de contenidos teóricos:** la profesora aborda de manera expositiva los contenidos y las demostraciones oportunas, tratando de involucrar al alumnado en todo momento a través de pequeñas preguntas lanzadas al aire durante las explicaciones. Como apoyo, se utiliza un *PowerPoint* y la pizarra, y se contempla la posibilidad de intercalar simulaciones o vídeos ilustrativos para hacer esta parte más amena.
- **Resolución de problemas:** la profesora realizará en la pizarra las *actividades de aula* para consolidar los contenidos expuestos teóricamente, así como su puesta en práctica. La resolución de problemas, acompañada de explicaciones verbales, se intercalará con la exposición teórica e igualmente en todo momento se buscará la participación activa de los estudiantes y se les animará a salir voluntariamente a resolver ellos mismos algunas de las actividades propuestas. Además, siempre que sea posible se abordará

cada problema desde diferentes puntos de vista, facilitando así la comprensión por parte de todos.

- **Flipped classroom:** en algunas sesiones serán los alumnos los encargados de realizar repasos a lo estudiado en las anteriores a través de *flipped classroom*. Prepararán en sus domicilios algunos problemas seleccionados en la sesión anterior de las *actividades de domicilio* y los presentarán ante sus compañeros, de manera voluntaria.
- **Actitud de la profesora durante las sesiones de clase:** dispuesta para ser guía en la adquisición de conocimientos y para ayudar en las dificultades propias del proceso de aprendizaje. Se trata a los alumnos con cercanía, tratando de transmitir confianza, se valoran sus intervenciones mediante refuerzo positivo y se considera el error como una fuente de aprendizaje, nunca como algo negativo.

5.2.3 Conclusión de la Unidad Didáctica

Las últimas sesiones de cada unidad se dedicarán a las siguientes tareas:

- **Lectura/s** previamente seleccionadas por la profesora sobre la temática de la unidad que se esté tratando. Estas lecturas se plantean como un ejercicio de comprensión lectora por parejas y pueden dar lugar a un **debate** de búsqueda de soluciones, si se plantea algún problema; o de contrastación de las diferentes ideas que puedan surgir.
- **Prácticas de laboratorio:** durante una sesión se llevará a cabo la realización de la práctica de laboratorio correspondiente a la unidad. El alumnado dispondrá del guión de cada práctica y se realizará por parejas, al igual que el informe. Las prácticas están diseñadas para fomentar el trabajo cooperativo y aplicar el método científico.
- **Sesión de repaso:** se divide en dos partes: en la primera se hará *flipped classroom* de repaso de toda la unidad y, en la segunda, se realizarán problemas tipo EBAU. Además, se contempla la posibilidad de abrir un espacio para dudas al final de la clase o para la presentación de un esquema/resumen del tema.
- **Exposición de los resultados de la práctica de laboratorio:** en una de las sesiones restantes, cada grupo expondrá los resultados obtenidos en el laboratorio y con ello se podrán detectar y solventar los posibles fallos de cara a la entrega del informe.
- **Exposición del trabajo de investigación:** en la última sesión de clase antes del examen se dedica la primera parte a la exposición del trabajo de investigación, para la cual cada alumno tendría asignado un apartado. Esto permite que cada alumno, si es

necesario, pueda completar su trabajo con las aportaciones de sus compañeros, así como discutir sobre la información recopilada por cada uno de ellos.

Tanto en la sesión dedicada a la exposición de los resultados experimentales como del trabajo de investigación, se prevé que habrá tiempo suficiente para la realización de ejercicios pendientes o el abordaje de posibles dudas de “última hora”.

Cabe destacar que los apartados dedicados a las prácticas de laboratorio se suprimirán en el desarrollo de las unidades en las que no se lleva a cabo ninguna.

5.3 Actividades

Tipología

Las actividades se programan para cada una de las Unidades Didácticas respondiendo a una tipología variada dentro de las siguientes categorías:

- Actividad inicial con intención motivadora: al inicio de cada Unidad, se propone una actividad para despertar interés en el alumnado y abrir un pequeño debate en torno a su resolución partiendo de sus conocimientos iniciales. También es útil para comprobar cuál es el punto de partida.
- Actividades de aula: serán realizadas en la pizarra, por la profesora o por los estudiantes, durante las sesiones de clase para reforzar los conocimientos, reflexionar sobre los mismos y facilitar el aprendizaje de estrategias de resolución por parte del alumnado. Se plantean de acuerdo a la secuenciación de los contenidos y en orden creciente de dificultad. Cabe destacar que dentro de estas actividades habrá un apartado dedicado a problemas “tipo EBAU” cuyo objetivo es tratar de atenuar la preocupación de los alumnos hacia esta prueba.
- Actividades modelo: se proporcionan a los alumnos como actividades resultas por la profesora para que puedan ver más estrategias de resolución, complementando a las actividades de aula.
- Actividades de domicilio: pretenden servir de ayuda para afianzar los conocimientos por parte de cada alumno y de práctica para adquirir soltura en la resolución de actividades y problemas. Es decir, estas actividades son el entrenamiento que cada alumno llevará a cabo de manera independiente, pudiendo encontrarse con dificultades que podremos solucionar en el aula. Las realizarán individualmente en sus casas y, las que puedan ser más interesantes de acuerdo a la evolución del grupo, se resolverán a

través de *flipped classroom*. Los alumnos las entregarán todas resueltas en formato papel a la profesora para su evaluación.

- Actividades de refuerzo: estas actividades se plantean con objetivo de dar respuesta a la diversidad presente en el grupo-clase. Especialmente, están destinadas a aquellos alumnos que en su proceso de aprendizaje se encuentran con mayores dificultades a la hora de comprender conceptos o de afrontar la resolución de un problema, para que puedan consolidar los conocimientos básicos de la unidad.
- Actividades de ampliación: para aquellos estudiantes que tienen mayores inquietudes intelectuales y una gran motivación en el aprendizaje de la Física y con gran independencia a la hora de trabajar. Se propone esta serie de actividades cuyos enunciados y planteamientos suponen un razonamiento más complejo y abstracto.
- Actividades para fomentar la lectura y la expresión oral: para cada Unidad Didáctica se plantea la lectura de un texto de divulgación científica, un debate sobre el tema tratado y el planteamiento de posibles soluciones al problema, si procede.
- Prácticas de laboratorio e informes: la experiencia correspondiente a cada unidad es realizada por el alumnado dividido en pequeños grupos de trabajo de 2 o 3 personas y, de manera habitual, se realizará en una de las últimas sesiones de la Unidad Didáctica. El informe correspondiente también será realizado en grupos, fomentando la gestión del trabajo, la división de tareas y la adquisición de responsabilidades por parte del alumnado. Igualmente, cada grupo expondrá oralmente, y con apoyo audiovisual si lo considera necesario, sus resultados delante de la clase en otra de las sesiones.
- Trabajo de investigación: este tipo de actividad es individual y se plantea con objetivo de que el alumnado desarrolle estrategias de búsqueda, selección, organización y síntesis de la información en la realización de pequeños trabajos guiados de investigación. Es decir, con un guión proporcionado por la profesora. Este trabajo se expondrá de manera conjunta por el grupo en una sesión de clase y para ello se repartirán de manera consensuada los diferentes contenidos. Esto, además, servirá para que cada uno valore críticamente su trabajo en comparación al de los demás y pueda modificarlo, si fuese necesario, antes de entregárselo en formato papel a la profesora.

Criterios de selección

En relación a la selección de las diferentes actividades se utiliza tanto el libro de texto del alumnado como otros de los que dispone la profesora. En cuanto al tipo de

problemas, se procura que presenten enunciados claros e inequívocos y que planteen una situación cotidiana, que estén contextualizados, y que puedan resultar de interés para los estudiantes. Además, las series de problemas se plantean en orden creciente de dificultad, de acuerdo a la secuenciación de los contenidos de cada unidad y buscando que sean variadas y abarquen todos los contenidos.

5.4 Espacios y recursos

Espacios físicos

- **Aula-laboratorio multimedia** donde se desarrollan la mayoría de las sesiones de clase. Cuenta con una pizarra blanca para rotulador, un ordenador con acceso a internet conectado a un proyector y dos altavoces. El alumnado se agrupa por parejas y se disponen en dos filas (3 parejas en cada fila separadas por dos pasillos) facilitando tanto la interacción del alumnado entre sí como el acercamiento de la profesora.
- **Aula de ordenadores** con conexión a internet, pizarra blanca para rotulador, proyector y altavoces. Este espacio no será de uso frecuente, en ella se realizarán experiencias virtuales, búsquedas de información o lecturas en la red.

Materiales y recursos didácticos

Los alumnos contarán con:

- Libro de texto: Arsuaga, J.M., Fernández, A., Moreno, J., Vílchez, J.M., Villalobos, G. (2016). *Bachillerato. Física*. Madrid, editorial Grupo Anaya S.A.
- Calculadora.
- Materiales complementarios elaborados por la profesora: desarrollo teórico de algunas unidades didácticas, diferentes baterías de actividades (de aula, de domicilio, modelo, de refuerzo y de ampliación), guiones de prácticas de laboratorio y lecturas.

5.5 Organización del grupo

Cada actividad implica una organización diferente del grupo-clase:

- **Gran grupo:** para las sesiones de clase más habituales, exposición de contenidos, realización de actividades de aula, exposiciones por parte del alumnado, etc.
- **Pequeño grupo** (parejas o tríos): agrupamientos establecidos durante las prácticas de laboratorio, la elaboración de informes y las lecturas de textos de divulgación.

- **Individual:** el alumno debe trabajar de manera autónoma gestionando su propio aprendizaje tanto en la realización de las actividades de domicilio, que le facilitará la superación de las pruebas individuales escritas; como de los trabajos de investigación.

6. EVALUACIÓN

6.1 Evaluación del proceso de aprendizaje

El artículo 23 del *Decreto 42/2015* del Principado de Asturias establece, de acuerdo con el *Real Decreto 1105/014*, lo siguiente respecto a la evaluación del alumnado de Bachillerato:

1. 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.

2. 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 indicadores a ellos asociados en cada uno de los cursos así como los estándares de aprendizaje evaluables.

[...]

6. El profesorado de cada materia decidirá, al término del curso, si el alumno o alumna ha logrado los objetivos y ha alcanzado el adecuado grado de adquisición de las competencias correspondientes, de acuerdo con los referentes establecidos en el apartado 2.

Teniendo en cuenta todo esto se plantea la evaluación de la asignatura de Física, de manera que a lo largo de todo el curso sea **integradora**, se tiene en cuenta la consecución de objetivos de la etapa; **diferenciada**, se evalúa de acuerdo a los criterios de evaluación y los indicadores de logro correspondientes; **continua**, se intentan detectar las dificultades tan pronto como se producen para buscar soluciones; y **formativa**, es un instrumento para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Elementos evaluables

- Actividades de domicilio.
- Informes de las prácticas de laboratorio.
- Trabajos de investigación.
- Pruebas individuales escritas (de unidad, de bloque y final).
- Interés y actitud hacia la asignatura.

- Intervenciones en las clases.
- Exposiciones orales.

Instrumentos de evaluación

- **Observación sistemática (OS):** anotaciones en el cuaderno de la profesora sobre la observación directa de la actividad en el aula: interés, actitud hacia la asignatura, trabajo diario, control de las tareas que se propongan para casa, exposición en la pizarra de un problema e intervenciones y exposiciones orales.
- **Pruebas individuales escritas (PIE):** se plantean de manera que los diferentes ejercicios o problemas estén relacionados con los diferentes estándares evaluables, así como para que puedan ser realizadas en una sesión de 55 minutos. Se tendrá en cuenta la corrección léxica y gramatical, el dominio de la terminología apropiada, el planteamiento de los problemas, el rigor en la contestación de preguntas teóricas y la justificación de la resolución de los problemas, la valoración de resultados coherentes y la corrección en el uso de las unidades de las magnitudes implicadas. Se tendrá muy en cuenta el planteamiento a lo hora de resolver un problema, frente al desarrollo matemático y se valorará positivamente la reflexión sobre los posibles resultados incoherentes. Habrá tres tipos de PIE:
 - **PIE de unidad:** se realizarán al finalizar cada una de las unidades didácticas y sobre los contenidos de las mismas.
 - **PIE de bloque:** se llevarán a cabo al finalizar cada uno de los bloques temáticos y sobre los contenidos de los mismos. En el caso de que un bloque se desarrolle únicamente en una Unidad Didáctica, la PIE de bloque coincidirá con la PIE de unidad. Por otra parte, si una evaluación termina antes de que se pueda concluir un bloque de varias unidades, se realizará una prueba conjunta de lo que se haya dado hasta el momento de ese bloque y se valorará también como una prueba de este tipo; aunque no es eliminatoria de la PIE de bloque completo que, además, podrá considerarse como recuperación del bloque correspondiente.
 - **PIE final tipo EBAU:** a final de curso se realizará una prueba escrita para todos los alumnos que abarcará todos los contenidos de la asignatura y será “tipo EBAU”, constando de dos alternativas (A y B), permitiendo que cada alumno elija

libremente entre ellas y estando planteadas con el mismo nivel de exigencia; y se dispondrá, de manera excepcional, de 90 minutos.

- **Actividades de domicilio (AD):** las actividades de domicilio se evaluarán al igual que las pruebas escritas y valorando, también, la fecha de entrega dentro del plazo.
- **Informes de las prácticas de laboratorio (IL):** el informe elaborado por parejas (o tríos). Se evaluará conjuntamente comprobando que conste de todos los apartados necesarios (identificación de los componentes del grupo, título, índice, objetivos, fundamento teórico, materiales, procedimiento experimental, análisis de resultados y conclusiones), que se responda a todas las cuestiones planteadas en el guión, la corrección léxica y gramatical y el rigor a lo largo de todo el documento.
- **Trabajos de investigación (TI):** la evaluación será individual y se tendrá en cuenta la fecha de entrega, la buena presentación, la claridad en la exposición, el hecho de que contenga todos los contenidos pautados, el uso riguroso de la terminología científica y la corrección léxica y gramatical a lo largo de todo el documento.

Criterios de calificación, evaluaciones parciales (trimestrales)

Los diferentes elementos evaluables influyen respectivamente en la calificación de cada evaluación parcial con el peso que se indica a continuación:

- **Observación sistemática:** la calificación media obtenida a través de la observación sistemática (CMOS), tendrá un peso del **10%** en la evaluación parcial.
- **Actividades de domicilio:** la media aritmética de las calificaciones obtenidas en la realización de las actividades de domicilio (CMAD) tendrá un peso del **10%**.
- **Informes de laboratorio y trabajos de investigación:** la media aritmética de las calificaciones de los informes y trabajos de investigación de la evaluación (CMIL/TI) tendrá un peso del **10%**. Si un alumno no asiste (por causa justificada) a una práctica de laboratorio, realizará igualmente el informe (los datos experimentales podrán ser proporcionados por uno de sus compañeros) y, en caso de no entregarlo o de que la causa no esté justificada, la calificación de ese informe será un cero.
- **Pruebas individuales escritas:** la media aritmética de las **PIE de bloque** realizadas a lo largo la evaluación (CMPIEB) tendrá un peso del **40%** y la media aritmética de las **PIE de unidad** (CMPIEU), de un **30%**.

Por tanto, teniendo en cuenta todo esto, la calificación total de cada evaluación parcial (CEP) se obtiene de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{CEP} = 0,10 \cdot \text{CMOS} + 0,10 \cdot \text{CMAD} + 0,10 \cdot \text{CMIL}/\text{TI} + 0,4 \cdot \text{CMPIEB} + 0,3 \cdot \text{CMPIEU}$$

La CEP, que será aquella que aparezca en el boletín de notas trimestral, no es más que un indicador de cómo ha ido el proceso de aprendizaje durante la evaluación correspondiente. Cabe destacar que, en cualquier caso, la calificación de cada evaluación parcial en el boletín de notas, aparecerá truncada a las unidades, puesto que en dicho documento no se permiten decimales y la puntuación será un número natural de 0 a 10. El motivo del truncamiento es el de no dar falsas esperanzas al alumnado y tratando de ser realistas. Al final de cada evaluación todo el alumnado conocerá igualmente su calificación exacta. Además, la evaluación final se realizará, como se explica más adelante, a través de una evaluación por bloques, por lo que no se realizarán recuperaciones de evaluaciones parciales.

Como se comentó previamente las PIE de bloque pueden hacer la función de recuperación del bloque correspondiente. Es decir, aquellos alumnos que no superen alguna PIE de unidad deberán realizar las actividades de recuperación de la misma, lo que les servirá de apoyo para la realización de la PIE de bloque, reforzando los conocimientos.

La **calificación de cada bloque (CB)**, referente a las calificaciones medias de sus unidades, será:

$$\text{CB} = 0,1 \cdot \text{CMOBS} + 0,1 \cdot \text{CMAD} + 0,1 \cdot \text{CMIL}/\text{TI} + 0,3 \cdot \text{CMPIEU} + 0,4 \cdot \text{CPIEB}$$

En este caso, el alumno habrá superado el bloque correspondiente si CB es mayor o igual que cinco. También debemos tener en cuenta que, si la CPIEB es mayor o igual a cinco pero el cálculo de CB no lo es, la calificación definitiva será de cinco al haber demostrado el alumno haber alcanzado los objetivos mínimos del bloque.

En el caso de que un bloque solo tenga una Unidad Didáctica y, consecuentemente, la PIE de bloque coincide con la PIE de unidad, se podrá realizar una prueba de recuperación de bloque para aquellos alumnos cuya CB sea menor que 5. La calificación final del bloque (CB') se obtendrá, entonces, teniendo en cuenta la calificación media de las actividades de recuperación (CAR), de la prueba escrita (CPRB) y del bloque (CB) de la siguiente manera: $\text{CB}' = 0,4 \cdot \text{CB} + 0,3 \cdot \text{CAR} + 0,3 \cdot \text{CPRB}$

Debemos tener en cuenta que, si la CPRB es mayor o igual a cinco pero el cálculo de CB' no lo es, la calificación definitiva será de cinco al haber demostrado el alumno haber alcanzado los objetivos mínimos del bloque.

Criterios de calificación, evaluación final de la asignatura

La calificación final de la asignatura (CF) se obtendrá aplicando los siguientes porcentajes:

- La media ponderada de la evaluación por bloques (CMEB) de toda la asignatura tendrá un peso del **90%** y se tendrán en cuenta las calificaciones de bloque corregidas por las pertinentes recuperaciones comentadas previamente. Es importante destacar que los bloques 2, 3 y 4, corresponden, aproximadamente al 70% de los contenidos del curso (**Física clásica**), mientras que el bloque 5 corresponde, aproximadamente al 30% de los contenidos (**Física moderna**), por tanto la CMEB se obtendrá:

$$CMEB=0,7 \cdot (CB2+CB3+CB4)/3+0,3 \cdot CB5$$

- La calificación de la **PIE final** tipo EBAU (CPIEF) tendrá un peso del **10%**.

$$CF=0,9 \cdot CMEB+0,1 \cdot CMPIEF$$

Respecto al boletín de notas, solo se redondea a la alza en esta evaluación final y únicamente en el caso de que el primer decimal de la calificación (CF) obtenida sea mayor o igual que cinco. Igualmente, se obtendrá un aprobado cuando la calificación tras dicho redondeo sea mayor o igual a cinco.

Evaluación extraordinaria

Aquellos alumnos que en la evaluación final ordinaria no superen la asignatura concurrirán a la prueba extraordinaria (PEX) de junio en la que podrán recuperar los grandes bloques cuya calificación de gran bloque (CGB, media aritmética de los bloques componentes) sea menor que cinco.

$$CGB \text{ (Física clásica)}=(CB2+CB3+CB4)/3 \text{ ; } CGB \text{ (Física moderna)}=CB5$$

La PEX abarcará contenidos de toda la materia con el fin de poder obtener un amplio abanico de problemas y será evaluado conforme a los criterios de evaluación establecidos. La calificación extraordinaria de cada gran bloque (CGBEX) será:

$$CGBEX=0,3 \cdot CB+0,7 \cdot PEX$$

Finalmente, la **calificación final extraordinaria** de cada alumno (CFEX) será la media ponderada de las calificaciones de gran bloque finales, es decir CGB para los grandes bloques superados a lo largo del curso y CGBEX para los grandes bloques de los que se ha tenido que evaluar extraordinariamente. La ponderación será de 70% para el gran bloque de Física clásica y de 30% para el gran bloque de Física moderna.

Se considera que se ha superado la materia si la calificación obtenida, CFEX, redondeada a las unidades es de al menos cinco puntos sobre diez.

Evaluación y calificación del alumnado al que no se le puede aplicar la evaluación continua

Este apartado se dedica a aquellos alumnos que no pueden ser sometidos a evaluación continua debido a su significativo grado de absentismo debido a una enfermedad o cualquier otra causa debidamente justificada. Durante el tiempo que dure su ausencia, la profesora continuará en contacto a través de correo electrónico con el alumno que se encuentre en dicha situación proporcionándole todos los materiales necesarios para poder continuar con los estudios, incluidos aquellos materiales adicionales que le puedan facilitar el aprendizaje y la realización de pruebas específicas adaptadas a la situación individual. Una vez que este alumno se reincorporase, se realizaría un apoyo individualizado a través de explicaciones y ejercicios complementarios y una evaluación adaptada a sus circunstancias particulares.

6.2 Evaluación del proceso de enseñanza

Esta evaluación tiene como objetivo determinar la eficacia de la planificación y del propio proceso, valorar las dificultades encontradas y proponer mejoras de cara a próximas unidades o cursos escolares. Esta evaluación la llevará a cabo al terminar cada una de las unidades didácticas la profesora a través del siguiente cuestionario:

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA					
Profesora..... Curso..... Fecha.....					
Escala de valoración: 1: nunca; 2: a veces; 3: casi siempre; 4: siempre.					
		1	2	3	4
PLAN	La secuenciación de los contenidos ha sido adecuada.				
	Se ha cumplido la temporalización prevista para las unidades.				
	Se han podido desarrollar todas las actividades programadas.				
	Se ha informado a los alumnos de la planificación a seguir.				
Propuestas de mejora:					

METODOLOGÍA	He presentado cada unidad con actividades motivadoras.				
	He enlazado cada sesión con la anterior.				
	Se han abordado los problemas desde diferentes puntos de vista.				
	Se han resuelto suficientes problemas en el aula.				
	He fomentado la participación activa del alumnado.				
	Los agrupamientos han sido adecuados.				
	He utilizado las TIC como soporte audiovisual.				
	He valorado a través de refuerzo positivo.				
	He resuelto las dudas de los alumnos y ayudado a superar las dificultades.				
	Se ha realizado un repaso global de la unidad.				
	Se han puesto en marcha medidas de atención a la diversidad, necesarias.				
Propuestas de mejora:					
ACTIVIDADES	Han sido suficientes.				
	Han sido fructíferas a lo largo del proceso de aprendizaje.				
	El planteamiento ha sido adecuado.				
	Todo el alumnado ha podido realizarlas				
	Han dado lugar a dificultades relevantes.				
Propuestas de mejora:					
EVOLUCIÓN DEL GRUPO	El grupo se ha mostrado motivado.				
	El alumnado ha realizado las tareas encomendadas.				
	Han aparecido dificultades importantes.				
	Se han superado las dificultades.				
	El grupo interacciona adecuadamente desde el respeto.				
	Los resultados reflejan positivamente el trabajo realizado en la unidad.				
Propuestas de mejora:					

7. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

El artículo 17 del *Decreto 42/2015*, define la 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*”. Con las medidas de atención a la diversidad, se pretende facilitar que todos y cada uno de los alumnos alcancen los objetivos y competencias establecidos en el Bachillerato a la vez que desarrollan todo su potencial. Partiendo de esto podemos plantear dos tipos de medidas:

7.1 Medidas ordinarias

Estas medidas, que están dirigidas a todo el grupo-clase, se destinan principalmente a la superación de las dificultades que puedan surgir en el aprendizaje de la materia y en cada una de las unidades. Es decir, se trata de actividades de refuerzo, para aquellos alumnos que en su proceso de aprendizaje dentro de una unidad se encuentran con mayores dificultades; o recuperación, en el caso de que algún alumno no la supere satisfactoriamente. Por lo general, es un tipo de alumnado con menor interés por la asignatura o menor nivel.

El alumno llevará a cabo estas actividades de manera individual y teniendo a su disposición a la profesora para aquellas dudas que puedan surgir. Con estas actividades el alumno consolidará los conocimientos básicos necesarios para aprobar la materia. A la hora de plantearlas nos debemos asegurar que estas cubren todos los estándares de aprendizaje de la unidad que se esté trabajando.

Puesto que la evaluación final se realiza por bloques, las recuperaciones se realizan de acuerdo a los bloques, como se ha explicado previamente en el apartado dedicado a la evaluación, y estas actividades sirven de apoyo ayudando a reforzar los conocimientos.

Igualmente, en la práctica docente diaria esta programación permite adaptarse a los intereses y dificultades del alumnado en cada momento, pudiendo adaptar la metodología, repetir explicaciones que no hayan quedado claras, plantea diferentes enfoques a la hora de resolver un problema y utilizar las herramientas TIC como ayuda visual a la hora de afrontar las dificultades.

7.2 Medidas extraordinarias

En Bachillerato las medidas extraordinarias son aquellas que están dirigidas a los estudiantes de mayor nivel e interés, se trata de un enriquecimiento curricular. Este alumnado presenta grandes inquietudes intelectuales y una gran motivación en el aprendizaje de la Física. A ellos están dirigidas las *actividades de ampliación*, serie de actividades cuyos enunciados y planteamientos suponen un razonamiento más complejo y se asume que van dirigidas a un alumnado con un importante grado de independencia a la hora de trabajar. Igualmente, la profesora estará a su disposición en todo momento.

8. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS Y EXTRAESCOLARES

Recreos y jornada final para la divulgación científica

Estas sesiones se encuentran detalladas en la **propuesta de innovación**.

Olimpiada de Física

Con el objetivo de fomentar el interés y potencial la excelencia de los estudiantes se plantea esta actividad al alumnado como objetivo, sobre todo para aquellos con enriquecimiento curricular, puesto que las actividades que realizarán a lo largo del curso les sirven de preparación de las mismas. Igualmente, esta actividad es voluntaria y todo el alumnado podrá interesarse por ella y entrenarse para ello con ayuda de la profesora. De manera voluntaria por parte del alumnado, podrá establecerse una hora semanal de clase preparatoria para la olimpiada fuera del horario lectivo.

Preparación de la EBAU

Durante el período de tiempo entre la evaluación ordinaria de 2º de Bachillerato y la EBAU se desarrollarán clases de preparación para dicha prueba en el mismo horario seguido durante el curso para la materia. Se actuará de igual manera en el caso de la evaluación extraordinaria.

9. ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

Los contenidos establecidos en el currículo de Física de 2º de Bachillerato se han distribuido en 10 unidades didácticas agrupadas en cinco bloques temáticos que coinciden con los bloques 2, 3, 4, 5 y 6 del currículo. **El bloque 1 se aborda de manera transversal a lo largo de todo el curso.**

La materia cuenta con 4 horas semanales de clase (de lunes a jueves), comenzando el lunes 16 de septiembre de 2019 y finalizando el 13 de mayo de 2020. Consultando la *Resolución de 1 de abril de 2019, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se aprueba el Calendario Escolar para el curso 2019-2020*, se programan 120 sesiones de clase en el aula.



Figura 1. Calendario escolar 2019-2020. Recuadrados los días de clase de Física y en rojo, los días de evaluación.

Las dos sesiones previas a la PIE final (penúltima sesión del curso) se reservan para un repaso general de todas las unidades y la última sesión del curso, para la revisión de dicha prueba y una evaluación conjunta del curso (este conjunto de 4 sesiones conforman el final de curso).

Se considera, además, que las tres evaluaciones se encuentran repartidas uniformemente a lo largo del curso, en los días 26 de noviembre, 9 de febrero y 13 de mayo. Esta distribución implica realizar una PIE de bloque incompleto (unidades 2 y 3) para el bloque 2.

La secuenciación de las 10 unidades didácticas y las correspondientes pruebas escritas es la siguiente:

BLOQUE	UNIDAD DIDÁCTICA	SESIONES
2 Interacción gravitatoria	1. Interacción gravitatoria.	15
	PIE: UD1.	1
3 Interacción electromagnética	2. El campo eléctrico.	9
	PIE: UD2.	1
	3. El campo magnético.	8
	PIE: UD3.	1
	PIE bloque (UD2 y UD3)	1
	4. Inducción electromagnética.	9
	PIE: UD4.	1
PIE: Bloque 3 (UD2, UD3 y UD4)	1	
4 Ondas	5. Ondas y fenómenos ondulatorios. El sonido.	18
	PIE: UD5.	1
	6. Ondas electromagnéticas. Óptica Física.	9
	PIE: UD6.	1

	PIE: Bloque 4.	1
5	7. Óptica geométrica.	9
Óptica geométrica	PIE: UD6.	1
6	8. Física relativista.	6
	9. Física Cuántica.	9
	PIE: UD8 y UD9.	1
	10. Física nuclear y de partículas elementales. Historia del Universo.	12
	PIE: Bloque 6.	1
Todos los bloques	Repaso todas las unidades.	2
	PIE fina: todas las unidades.	1
	Sesión final – evaluación del curso.	1
TOTAL		120

10.DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

BLOQUE 1: LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA – TRANSVERSAL A TODO EL CURSO				
Contenidos				
<p>El método científico. Etapas. Estrategias propias de la actividad científica.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ecuaciones matemáticas asociadas a leyes y principios. Demostraciones de problemas. Magnitudes escalares y vectoriales. Ecuación de dimensiones. 	<p>El trabajo en el laboratorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades (SI). Informe de laboratorio. Programas de cálculo y tratamiento de datos. Representaciones gráficas y tablas de valores. 	<p>Tecnologías de la Información y la Comunicación. Proyecto de investigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Artículos científicos y noticias. Comunicación y difusión de resultados. 		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
<p>B1-1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantear y resolver ejercicios, y describir, de palabra o por escrito, los diferentes pasos de una demostración o de la resolución de un problema. Representar fenómenos físicos gráficamente con claridad, utilizando diagramas o esquemas. Extraer conclusiones simples a partir de leyes físicas. Emplear el análisis dimensional y valorar su utilidad para establecer relaciones entre magnitudes. Emitir hipótesis, diseñar y realizar trabajos prácticos siguiendo las normas de seguridad en los laboratorios, organizar los datos en tablas o gráficas y analizar los resultados estimando el error cometido. Trabajar en equipo de forma cooperativa valorando las aportaciones individuales y manifestar actitudes democráticas, tolerantes y favorables a la resolución pacífica de los conflictos. 		<p>B1-1.1 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.</p> <p>B1-1.2 Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico.</p> <p>B1-1.3 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.</p> <p>B1-1.4 Elabora e interpreta representaciones gráficas y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y los principios subyacentes.</p>	OS AD PIE IL	CCL CMCT CSC
<p>B1-2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos.</p> <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. 		<p>B1-2.1 Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos físicos de difícil implantación en el laboratorio.</p> <p>B1-2.2 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.</p> <p>B1-2.3 Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en Internet y otros medios digitales.</p> <p>B1-2.4 Selecciona, comprende e interpreta información</p>	OS IL TI	CCL CMCT CD CAA SIE CSC

<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	relévate en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.		
--	--	--	--

UNIDAD 1: INTERACCIÓN GRAVITATORIA				
Contenidos				
<p>Interacción gravitatoria.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ley de la Gravitación Universal (LGU). <p>Campo gravitatorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carácter conservativo del campo gravitatorio. • Intensidad del campo gravitatorio y su relación con la aceleración de la gravedad. <p>Energía del campo gravitatorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza gravitatoria: central y conservativa. • Potencial gravitatorio y energía potencial gravitatoria. • Variaciones de energía potencial. Carácter arbitrario del origen de energía potencial gravitatoria. Situación del cero en el infinito. • Signo de la variación de energía potencial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento espontáneo o no de las masas. • Modelo del pozo gravitatorio. • Gráficas potencial-distancia. • Conservación de la energía mecánica. • Trabajo realizado por el campo. • Velocidad de escape. <p>Representación gráfica del campo gravitatorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líneas de campo y superficies equipotenciales del campo gravitatorio. <p>Movimiento orbital y satélites artificiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relación entre energía y movimiento orbital. • Aplicación del principio de conservación de la energía mecánica al lanzamiento de cohetes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Órbita estable para un satélite. • Velocidad orbital. Relación con el radio de la órbita, la masa del cuerpo y el período de rotación. • Satélites artificiales de comunicaciones, GPS y meteorológicos. • Estudio interactivo de satélites de órbita media, baja y geoestacionarios. • Concepto de vida útil de un satélite. Existencia del cementerio satelital. <p>Caos determinista. Teorías e ideas actuales sobre el origen del Universo. Existencia de materia oscura y agujeros negros.</p>		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
<p>B2-1. Asociar el campo gravitatorio a la existencia de masa y caracterizarlo por la intensidad del campo y el potencial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las masas como origen del campo gravitatorio. • Distinguir e identificar los conceptos que describen la interacción gravitatoria. • Caracterizar el campo gravitatorio por las magnitudes intensidad de campo y potencial, representándolo e identificándolo por 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 y relacionarlo con la aceleración de la gravedad. • Determinar la intensidad de campo gravitatorio en un punto creado por una distribución de masas puntuales de geometría sencilla utilizando el cálculo vectorial. 		<p>B2-1.1 Diferencia entre los conceptos de fuerza y campo, estableciendo una relación entre intensidad del campo gravitatorio y la aceleración de la gravedad.</p> <p>B2-1.2 Representa el campo gravitatorio mediante las líneas de campo y las superficies de energía potencial.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CMCT</p>
<p>B2-2. Reconocer el carácter conservativo del campo gravitatorio por su relación con una fuerza</p>		<p>B2-2.1 Explica el carácter</p>	<p>PIE</p>	<p>CMCT</p>

<p>central y asociarle un potencial gravitatorio.</p> <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. 	<p>conservativo del campo gravitatorio y determina el trabajo realizado por el campo a partir de las variaciones de energía potencial.</p>	<p>AD</p>	
<p>B2-3. Interpretar las variaciones de energía potencial y el signo de la misma en función del origen de coordenadas energéticas elegido.</p> <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, su energía mecánica de en función del radio de su órbita y la velocidad de escape para un astro o planeta cualquiera. 	<p>B2-3.1 Calcula la velocidad de escape de un cuerpo aplicando el principio de conservación de la energía mecánica.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CMCT</p>
<p>B2-4. Justificar las variaciones energéticas de un cuerpo en movimiento en el seno de campos gravitatorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar cálculos energéticos de sistemas en órbita y en lanzamientos de cohetes. 	<p>B2-4.1 Aplica la ley de conservación de la energía al movimiento orbital de diferentes cuerpos como satélites, planetas y galaxias.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CMCT</p>
<p>B2-5. Relacionar el movimiento orbital de un cuerpo con el radio de la órbita y la masa generadora del campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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 oscura a partir de datos como los espejismos gravitacionales o la rotación de galaxias. 	<p>B2-5.1 Deducir a partir de la ley fundamental de la dinámica la velocidad orbital de un cuerpo, y la relaciona con el radio de la órbita y la masa del cuerpo.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CMCT</p>
	<p>B2-5.2 Identifica la hipótesis de la existencia de materia oscura a partir de los datos de rotación de galaxias y la masa del agujero negro central.</p>	<p>OS TI</p>	<p>CCL CMCT CD CAA</p>
<p>B2-6. Conocer la importancia de los satélites artificiales de comunicaciones, GPS y meteorológicos y las características de sus órbitas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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, etc. 	<p>B2-6.1 Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para el estudio de satélites de órbita media (MEO), órbita bajo (LEO) y de órbita geoestacionaria (GEO) extrayendo conclusiones.</p>	<p>IL</p>	<p>CCL CMCT CD CAA CSC</p>

B2-7. Interpretar el caos determinista en el contexto de la interacción gravitatoria. <ul style="list-style-type: none"> • Describir las ideas básicas de la teoría del caos determinista aplicada a la gravitación. • 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 herramientas matemáticas para su resolución. 	B2-7.1 Describe la dificultad de resolver el movimiento de tres cuerpos sometidos a la interacción gravitatoria mutua utilizando el concepto de caos.	PIE	CMCT CCL
PL: Estudio interactivo de satélites de órbita baja, media y geoestacionarios a través de la web http://stuffin.space/ .			
TI: Teorías actuales sobre la evolución del Universo.			
Lectura: Órbitas y cementerio de satélites (Mc Graw Hill – 2016, 84).			
Recursos TIC:			
<ul style="list-style-type: none"> • http://phys23p.sl.psu.edu/phys_anim/mech/cavendish1.avi vídeo ilustrativo de la balanza de torsión de Cavendish. 			
<ul style="list-style-type: none"> • https://www.youtube.com/watch?v=HKAsF18z6Hc vídeo explicativo de las ondas gravitacionales. 			
<ul style="list-style-type: none"> • https://www.youtube.com/watch?v=cBBwmsFYn1g vídeo sobre la primera onda gravitacional detectada. 			

UNIDAD 2: EL CAMPO ELÉCTRICO				
Contenidos				
La carga eléctrica. El Coulomb. Interacción electrostática. Ley de Coulomb. <ul style="list-style-type: none"> • La constante K de la ley de Coulomb. Campo eléctrico. <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza eléctrica central y conservativa. • Carácter conservativo del campo eléctrico. • Intensidad de campo eléctrico. • Líneas de campo para el campo creado por una carga y por dos cargas puntuales de igual o diferente signo y/o magnitud. 	Flujo de campo eléctrico. Ley de Gauss. Aplicaciones. Energía del campo eléctrico. <ul style="list-style-type: none"> • Energía potencial eléctrica. • Potencial eléctrico. Situación arbitraria del origen en el infinito. Diferencias de potencial. • Trabajo necesario para trasladar una carga entre dos puntos de un campo eléctrico. • Estudio de la trayectoria de una carga en el seno de un campo eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficies equipotenciales del campo creado por una o dos cargas puntuales de igual o diferente signo y/o magnitud; en el interior de un condensador y alrededor de un hilo cargado e indefinido. Principio de equilibrio electrostático. <ul style="list-style-type: none"> • Conductores. Ausencia de campo eléctrico en su interior. • La jaula de Faraday. Situaciones de la vida cotidiana. Analogías y diferencias entre los campos eléctrico y gravitatorio.		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
B3-1. Asociar el campo eléctrico a la existencia de carga y caracterizarlo por la intensidad de campo y el potencial. <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las cargas como origen del campo eléctrico. • Distinguir e identificar los conceptos que describen la interacción eléctrica. • Calcular la intensidad del campo y el potencial eléctrico creados en un punto del campo por una carga o varias cargas puntuales aplicando el principio de superposición. 		B3-1.1 Relaciona los conceptos de fuerza y campo, estableciendo la relación entre la intensidad del campo eléctrico y carga eléctrica. B3-1.2 Utiliza el principio de superposición para el cálculo de campos y potenciales eléctricos creados por una distribución de cargas puntuales.	PIE AD	CMCT
B3-2. Reconocer el carácter conservativo del campo eléctrico por su relación con una fuerza central y asociarle en consecuencia un potencial eléctrico.		B3-2.1 Representa gráficamente el campo creado por una carga puntual, incluyendo	PIE AD	CMCT

<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el campo eléctrico como campo conservativo, asociándole energía potencial eléctrica y potencial eléctrico. • Reconocer el convenio de dibujo de las líneas de campo eléctrico y aplicarlo al caso 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 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. 	<p>las líneas de campo y las superficies de energía equipotenciales.</p> <p>B3-2.2 Compara los campos eléctrico y gravitatorio estableciendo analogías y diferencias entre ellos.</p>		
<p>B3-3. Caracterizar el potencial eléctrico en diferentes puntos de un campo generado por una distribución de cargas puntuales y describir el movimiento de una carga cuando se deja libre en él.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el movimiento espontáneo 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>B3-3.1 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>	PIE AD	CMCT
<p>B3-4. Interpretar las variaciones de energía potencial de una carga en movimiento en el seno de campos electrostáticos según el origen de energía potencial elegido.</p> <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>B3-4.1 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>B3-4.2 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>	PIE AD OS	CMCT
<p>B3-5. 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.</p> <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>B3-5.1 Calcula el flujo del campo eléctrico a partir de la carga que lo crea y la superficie que atraviesan las líneas de campo.</p>	PIE AD	CMCT
<p>B3-6. Valorar el teorema de Gauss como método de cálculo de campos electrostáticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la utilidad del teorema de Gauss para calcular el campo eléctrico creado por distribuciones de carga uniformes, y aplicarlo para calcular el campo eléctrico creado por distribuciones simétricas de carga. 	<p>B3-6.1 Determina el campo eléctrico creado por una esfera cargada aplicando el teorema de Gauss.</p>	PIE AD	CMCT

<p>B3-7. Aplicar el principio de equilibrio electrostático para explicar la ausencia de campo eléctrico en el interior de conductores y asociarlo a casos cotidianos.</p> <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 móviles en ciertos edificios o efecto de los rayos eléctricos en aviones). 	<p>B3-7.1 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>	<p>OS IL TI</p>	<p>CCL CMCT CAA SIE CD</p>
<p>PL: Estudio del campo eléctrico en el interior de un conductor hueco. TI: La Jaula de Faraday: situaciones de la vida cotidiana.</p>			
<p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es un acelerador lineal de partículas y cómo funciona? (Oxford – 2016, 110). • Flashes. (Santillana – 2016, 80). <p>Recursos TIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_es.html applet de las líneas de campo eléctrico creado por cargas puntuales. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/100-cable-infinito-e cálculo del campo eléctrico creado por un hilo infinito. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/98-hilo-infinito-en-3d campo eléctrico creado por un hilo infinito en 3D. 			

UNIDAD 3: EL CAMPO MAGNÉTICO				
Contenidos				
<p>El fenómeno del magnetismo. La experiencia de Oersted. El campo magnético.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carácter no conservativo del campo magnético. • Intensidad de campo magnético. • Líneas de campo magnético. • Campo magnético terrestre. <p>Efecto de los campos magnéticos sobre las cargas en movimiento. Ley de Lorentz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de la trayectoria de una partícula cargada al penetrar en un campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia del radio de la trayectoria circular con la relación carga/masa. • Estudio de las condiciones necesarias para que una carga describa un MRU en presencia de campo eléctrico y magnético. • Funcionamiento de los espectrómetros de masas y de los aceleradores de partículas. • Funcionamiento del selector de velocidades. <p>Campo magnético creado por: hilo/s, espira y solenoide.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Biot y Savart. <p>Fuerzas de acción-reacción entre dos conductores paralelos por los que circula corriente. El Amperio. Ley de Ampère.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campo creado por un solenoide. <p>Estudio interactivo del funcionamiento de un ciclotrón. Cálculo de la frecuencia propia de la carga cuando se mueve en su interior.</p> <p>Comparación de los campos eléctrico y magnético.</p>		
<p>Criterios de evaluación e indicadores de logro</p>		<p>Estándares de aprendizaje evaluables</p>	<p>IE</p>	<p>CC</p>
<p>B3-8. Conocer el movimiento de una partícula cargada en el seno de un campo magnético.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir la interacción que el campo magnético ejerce sobre una partícula cargada en función de su estado de reposo o movimiento y de la orientación del campo. 	<p>B3-8.1 Describe el movimiento que realiza una carga cuando penetra en una región donde existe un campo magnético y analiza</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CCL CMCT</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	casos prácticos concretos como los espectrómetros de masas y los aceleradores de partículas.		
<p>B3-9. Comprender y comprobar que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el experimento de Oersted y comprobarlo experimentalmente. • 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. 	B3-9.1 Relaciona las cargas en movimiento con la creación de campos magnéticos y describe las líneas de campo magnético que crea una corriente eléctrica rectilínea.	PIE AD OS	CCL CMCT CAA
<p>B3-10. Reconocer la fuerza de Lorentz como la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en una región del espacio donde actúan un campo eléctrico y un campo magnético.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la ley de Lorentz para determinar las fuerzas que ejercen los campos magnéticos sobre las cargas y otras magnitudes relacionadas. • Definir la magnitud intensidad de campo magnético y su unidad en el Sistema Internacional. • Analizar el funcionamiento de un ciclotrón empleando aplicaciones virtuales interactivas y calcular la frecuencia ciclotrón. • Explicar el fundamento de un selector de velocidades y de un espectrógrafo de masas. 	B3-10.1 Calcula el radio de la órbita que describe una partícula cargada cuando penetra con una velocidad determinada en un campo magnético conocido aplicando la fuerza de Lorentz.	PIE AD	CMCT
	B3-10.2 Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para comprender el funcionamiento de un ciclotrón y calcula la frecuencia propia de la carga cuando se mueve en él.	OS IL	CCL CMCT CD
	B3-10.3 Establece la relación que debe existir entre el campo magnético y el campo eléctrico para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme aplicando la ley fundamental de la dinámica y la ley de Lorentz.	PIE AD	CMCT
<p>B3-11. Interpretar el campo magnético como no conservativo y la imposibilidad de asociarle energía potencial.</p> <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 potencial y energía potencial al campo magnético por ser no conservativo. 	B3-11.1 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.	PIE AD	CMCT
<p>B3-12. Describir el campo magnético originado por una corriente rectilínea, por una espira de corriente o por un solenoide en un punto determinado.</p> <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 	<p>B3-12.1 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>B3-12.2 Caracteriza el campo magnético</p>	PIE AD	CMCT

<p>intensidad, el sentido de la corriente eléctrica que circula por él y con la distancia a él.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	creado por una espira y por un conjunto de espiras.		
<p>B3-13. Identificar y justificar la fuerza de interacción entre dos conductores rectilíneos y paralelos.</p> <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. 	B3-13.1 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.	PIE AD	CMCT
<p>B3-14. Conocer que el amperio es una unidad fundamental del SI.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir Amperio y explicar su significado en base a las interacciones magnéticas entre corrientes rectilíneas. 	B3-14.1 Justifica la definición de amperio a partir de la fuerza que se establece entre dos conductores rectilíneos y paralelos.	PIE AD	CMCT
<p>B3-15. Valorar la ley de Ampère como método de cálculo de campos magnéticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enunciar la ley de Ampere y utilizarla para obtener la expresión del campo magnético debida a una corriente rectilínea. 	B3-15.1 Determina el campo que crea una corriente rectilínea de carga aplicando la ley de Ampère y lo expresa en unidades del Sistema Internacional.	PIE AD	CMCT
<p>PL: Estudio interactivo del ciclotrón a través del simulador de la web http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/movimiento/ciclotron/ciclo.html</p> <p>TI: El campo magnético terrestre.</p>			
<p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La física y... el efecto hall clásico (SM – 2016, 129). • Un mundo de electroimanes (SM – 2009, 259). <p>Recursos TIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/magnet-and-compass applet para visualizar el campo magnético terrestre. • https://www.youtube.com/watch?v=eawtABJG-y8 vídeo sobre la experiencia de Oersted. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/72-regla-de-la-mano-derecha campo magnético creado por un hilo infinito en 3D. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/663-espectrometro-de-masas applet para visualizar el funcionamiento de un espectrómetro de masas. 			

UNIDAD 4: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Contenidos

Inducción electromagnética. Experiencias de Faraday. Experiencia de Henry. Flujo magnético. Su unidad en el SI.	Leyes de Faraday-Henry y Lenz. Fuerza electromotriz (fem). Gráficas fem-tiempo. Síntesis electromagnética de Maxwell.	La corriente alterna. Su carácter periódico. El alternador. Partes y funcionamiento. Funcionamiento del generador de corriente alterna. Funcionamiento de un transformador.		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
B3-16. Relacionar las variaciones de flujo magnético con la creación de corrientes eléctricas y determinar su sentido. <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. 		B3-16.1 Establecer 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. B3-16.2 Calcula la fuerza electromotriz inducida en un circuito y estima la dirección de la corriente eléctrica aplicando las leyes de Faraday y Lenz.	PIE AD	CMCT
B3-17. Conocer las experiencias de Faraday y de Henry que llevaron a las leyes de Faraday y Lenz. <ul style="list-style-type: none"> Describir y comprobar experimentalmente y/o mediante aplicaciones virtuales interactivas las experiencias de Faraday, Henry y Lenz. Relacionar la aparición de corriente inducida con la variación del flujo a través de una espira. 		B3-17.1 Emplea aplicaciones virtuales interactivas para reproducir las experiencias de Faraday y Henry y deduce experimentalmente las leyes de Faraday y Lenz.	OS IL	CCL CMCT CD CAA CSC SIE
B3-18. Identificar los elementos fundamentales de que consta un generador de corriente alterna y su función. <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 fem frente al tiempo. Describir los elementos de un alternador y explicar su funcionamiento. Explicar algunos fenómenos basados en la inducción electromagnética. Reconocer la inducción electromagnética como medio de transformar la energía mecánica en eléctrica e identificar la presencia de alternadores en casi todos los sistemas de producción de energía eléctrica. 		B3-18.1 Demuestra el carácter periódico de la corriente alterna en un alternador a partir de la representación gráfica de la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo. B3-18.2 Infiere la producción de corriente alterna en un alternador teniendo en cuenta las leyes de la inducción.	OS PIE AD TI	CCL CMCT CAA CD
PL: Experiencias de Faraday y Henry. TI: Estudio del funcionamiento del alternador, el generador de corriente alterna y el transformador.				
Lecturas: <ul style="list-style-type: none"> Al final de los cables... Siempre hay una bobina girando en un campo magnético (Oxford – 2016, 164). Aceleradores y colisionadores de partículas (Mc Graw Hill – 2016, 166). Recursos TIC: <ul style="list-style-type: none"> https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday simulación de la experiencia de Faraday. http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/varilla/varilla.htm simulación de la experiencia de Henry. 				

UNIDAD 5: ONDAS Y FENÓMENOS ONDULATORIOS. EL SONIDO

Contenidos

<p><u>Ondas.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Definición de onda. Clasificación y magnitudes. Diferencia entre el movimiento de los puntos del medio alcanzados por una onda y el de la onda. Velocidad de propagación de una onda. Velocidad de vibración de las partículas del medio por el que se propaga la onda. <p>Movimiento ondulatorio. Pulso y tren de ondas. Asociación del movimiento ondulatorio con el MAS.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ecuación de las ondas armónicas. Doble periodicidad de una onda (respecto al tiempo y a la posición). Energía e intensidad del movimiento ondulatorio. Relación entre la energía transferida por una onda y su frecuencia y amplitud. Balances de energía en un medio isótropo y homogéneo. 	<p>Tipos de ondas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Según del tipo de energía que propagan: mecánicas o materiales y electromagnéticas. En función de la relación entre la dirección de propagación de la perturbación y el movimiento de las partículas del medio: longitudinales y transversales. Atendiendo a la propagación: unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales. <p>Ondas mecánicas en la vida cotidiana.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ondas transversales en una cuerda. <p>Atenuación y absorción de una onda.</p> <p>Fenómenos ondulatorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> Conceptos: foco emisor y frente de onda. Ondas esféricas y ondas planas. Principio de Huygens. Interferencia y difracción. Reflexión y refracción. Polarización. 	<p>Ley de Snell.</p> <ul style="list-style-type: none"> Índice de refracción. Ángulo límite y reflexión total interna. La fibra óptica. <p>Efecto Doppler. Situaciones de la vida cotidiana en las que se manifiesta.</p> <p>El sonido.</p> <ul style="list-style-type: none"> Tono de un sonido. Relación con la frecuencia. Velocidad de propagación del sonido en relación a las características del medio. Energía e intensidad de las ondas sonoras. Relación logarítmica entre nivel de intensidad sonora e intensidad del sonido. Contaminación acústica. Atenuación y absorción del sonido. Aplicaciones tecnológicas del sonido. <p>Concepto de resonancia. Efectos en la vida cotidiana.</p>
---	---	---

Criterios de evaluación e indicadores de logro	Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
<p>B4-1. Asociar el movimiento ondulatorio con el movimiento armónico simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconocer y explicar que una onda es una perturbación que se propaga. Diferenciar entre el movimiento de los puntos del medio que son alcanzados por una onda y el movimiento de la 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. 	<p>B4-1.1 Determina la velocidad de propagación de una onda y la de vibración de las partículas que la forman, interpretando ambos resultados.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CMCT</p>
<p>B4-2. Identificar en experiencias cotidianas o conocidas los principales tipos de ondas y sus características.</p> <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 diferentes ondas mecánicas clasificándolas como longitudinales o transversales. Realizar e interpretar experiencias con cuerdas vibrantes. 	<p>B4-2.1 Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación y de la propagación.</p> <p>B4-2.2 Reconoce ejemplos de ondas mecánicas en la vida cotidiana.</p>	<p>OS PIE AD IL</p>	<p>CCL CMCT CAA SIE</p>
<p>B4-3. Expresar la ecuación de una onda en una cuerda indicando el significado físico de sus</p>	<p>B4-3.1 Obtiene las magnitudes características</p>	<p>PIE</p>	<p>CMCT</p>

<p>parámetros característicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir las magnitudes propias 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. 	<p>de una onda a partir de su expresión matemática.</p> <p>B4-3.2 Escribe e interpreta la expresión matemática de una onda armónica transversal dadas sus magnitudes características.</p>	AD	
<p>B4-4. Interpretar la doble periodicidad de una onda a partir de su frecuencia y su número de onda.</p> <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. 	<p>B4-4.1 Dada la expresión matemática de una onda, justifica la doble periodicidad con respecto a la posición del tiempo.</p>	PIE AD	CMCT
<p>B4-5. Valorar las ondas como un medio de transporte de energía pero no de masa.</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconocer que una de las características más importantes y útiles de las ondas es que transportan energía de un punto a otro sin que exista transporte de masa. Deducir la relación de la energía transferida por una onda con su frecuencia y amplitud. Deducir la dependencia de la intensidad de una onda en un punto con la distancia al foco emisor para ondas esféricas realizando balances de energía en un medio isótropo y homogéneo y aplicarla a la resolución de ejercicios. Discutir si los resultados obtenidos para ondas esféricas son aplicables a ondas planas y relacionarlo con el comportamiento observado en el láser. 	<p>B4-5.1 Relaciona la energía mecánica de una onda con su amplitud.</p> <p>B4-5.2 Calcula la intensidad de una onda a cierta distancia del foco emisor, empleando la ecuación que relaciona ambas magnitudes.</p>	PIE AD	CMCT
<p>B4-6. Utilizar el Principio de Huygens para comprender e interpretar la propagación de las ondas y los fenómenos ondulatorios.</p> <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. 	<p>B4-6.1 Explica la propagación de las ondas utilizando el Principio de Huygens.</p>	PIE AD OS	CMCT
<p>B4-7. Reconocer la difracción y las interferencias como fenómenos propios del movimiento ondulatorio.</p> <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. 	<p>B4-7.1 Interpreta los fenómenos de interferencia y difracción a partir del Principio de Huygens.</p>	PIE AD OS	CMCT
<p>B4-10. Explicar y reconocer el efecto Doppler en sonidos.</p> <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. 	<p>B4-10.1 Reconoce situaciones cotidianas en las que se produce el efecto Doppler justificándolas de forma cualitativa.</p>	PIE OS TI	CCL CMCT CAA SIE
<p>B4-11. Conocer la escala de medición de la intensidad sonora y su unidad.</p> <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. 	<p>B4-11.1 Identifica la relación logarítmica entre el nivel de intensidad sonora en decibelios y la intensidad del sonido, aplicándola a casos sencillos.</p>	PIE AD	CMCT

<p>B4-12. Identificar los efectos de la resonancia en la vida cotidiana: ruido, vibraciones, etc.</p> <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 y con las características del medio. • Identificar el ruido como una forma de contaminación, describir sus efectos en la salud relacionándolos con su intensidad y cómo paliarlos. 	<p>B4-12.1 Relaciona la velocidad de propagación del sonido con las características del medio en el que se propaga. B4-12.2 Analiza la intensidad de las fuentes de sonido de la vida cotidiana y las clasifica como contaminantes y no contaminantes.</p>	<p>PIE OS IL</p>	<p>CCL CMCT CAA SIE</p>
<p>B4-13. Reconocer determinadas aplicaciones tecnológicas del sonido como las ecografías, radares, sonar, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer y explicar algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras, como las ecografías, radares, sonar, etc. 	<p>B4-13.1 Conoce y explica algunas aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras, como las ecografías, radares, sonar, etc.</p>	<p>PIE OS</p>	<p>CCL CMCT</p>
<p>PL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ondas estacionarias en una cuerda. • Análisis de los niveles de ruido en el centro escolar. <p>TI: Efecto Doppler.</p>			
<p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El oído humano. Contaminación acústica (Anaya – 2009, 141). • El universo y las ondas. (Anaya – 2009, 171). <p>Recursos TIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • http://fisicacongeogebra.blogspot.com/search/label/ONDAS%20I%3A%20Conceptos%20fundamentales web con simulaciones de ayuda al estudio de las ondas. • https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_es.html applet de ayuda al estudio de las ondas y los fenómenos ondulatorios. • http://fisicacongeogebra.blogspot.com/search/label/ONDAS%20II%3A%20Interferencia applet que permite observar gráficamente el fenómeno de interferencia. • http://www.educaplus.org/game/superposicion-de-ondas simulador que permite observar la superposición de ondas. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/814-timbre-de-instrumentos-musicales vídeo ilustrativo sobre el timbre de los instrumentos musicales. 			

UNIDAD 6: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. ÓPTICA FÍSICA

Contenidos

<p>Ondas electromagnéticas (EM).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas. • Relación entre la energía de una onda EM y su frecuencia, su longitud de onda y la velocidad de la luz en el vacío. 	<p>La luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repaso histórico sobre la naturaleza de la luz. • Relación entre la velocidad de la luz y las constantes eléctrica y magnética. • Dispersión. El color. Energía luminosa. • Fenómenos cotidianos como efectos de la reflexión, 	<ul style="list-style-type: none"> • Características de una onda EM polarizada. <p>Espectro no visible. Aplicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cómo se generan las ondas de la radiofrecuencia. <p>Efectos de las radiaciones sobre la vida en la Tierra.</p> <p>Diseño de un circuito generador de ondas electromagnéticas. Funcionamiento.</p>
---	---	---

• El espectro electromagnético.	difracción e interferencia. Polarización. Materiales polarizadores.	Dispositivos de almacenamiento y transmisión de la información.		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
B4-8. Emplear las leyes de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción. <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 consecuencia de la modificación en la velocidad de propagación de la luz. • Aplicar las leyes de la reflexión y de la refracción en diferentes situaciones y para resolver ejercicios numéricos, incluido el cálculo del ángulo límite. • Reconocer la dependencia del índice de refracción con la frecuencia y justificar el fenómeno de la dispersión. 		B4-8.1 Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción.	PIE AD IL	CCL CMCT CAA
B4-9. Relacionar los índices de refracción de dos materiales con el caso concreto de reflexión total. <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. 		B4-9.1 Obtiene el coeficiente de refracción de un medio a partir del ángulo formado por la onda reflejada y refractada. B4-9.2 Considera el fenómeno de reflexión total como el principio físico subyacente a la propagación de la luz en las fibras ópticas y su relevancia en las telecomunicaciones.	PIE AD IL	CMCT CAA CSC
B4-14. Establecer las propiedades de la radiación electromagnética como consecuencia de la unificación de la electricidad, el magnetismo y la óptica en una única teoría. <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las ondas electromagnéticas como la propagación de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares. • Reconocer las características de una onda EM polarizada y explicar gráficamente el mecanismo de actuación de los materiales polarizadores. • Relacionar la velocidad de la luz con las constantes eléctrica y magnética. 		B4-14.1 Representa esquemáticamente la propagación de una onda electromagnética incluyendo los vectores del campo eléctrico y magnético. B4-14.2 Interpreta una representación gráfica de la propagación de una onda electromagnética en términos de los campos eléctrico y magnético y de su polarización.	PIE AD	CMCT
B4-15. Comprender las características y propiedades de las ondas electromagnéticas, como su longitud de onda, polarización o energía, en fenómenos cotidianos. <ul style="list-style-type: none"> • Determinar experimentalmente la polarización de las ondas electromagnéticas a partir de experiencias sencillas. • Identificar las ondas electromagnéticas que nos rodean y valorar sus efectos en función de su longitud de onda y energía. 		B4-15.1 Determina experimentalmente la polarización de las ondas electromagnéticas a partir de experiencias sencillas utilizando objetos empleados en la vida cotidiana. B4-15.2 Clasifica casos concretos de ondas electromagnéticas presentes en la vida cotidiana en función de su longitud de onda y su energía.	OS	CMCT CAA
B4-16. Identificar el color de los cuerpos como la interacción de la luz con ellos. <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar la visión de colores con la frecuencia. 		B4-16.1 Justifica el color de un objeto en función de la luz absorbida y reflejada.	PIE AD	CMCT

<ul style="list-style-type: none"> • Explicar por qué y cómo se perciben los colores de los objetos. 			
<p>B4-17. Reconocer los fenómenos ondulatorios estudiados en fenómenos relacionados con la luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el debate histórico sobre la naturaleza de la luz y el triunfo del modelo ondulatorio e indicar razones a favor y en contra del modelo corpuscular. • Explicar fenómenos cotidianos como efectos de la reflexión, difracción e interferencia. 	<p>B4-17.1 Analiza los efectos de refracción, difracción e interferencia en casos prácticos sencillos.</p>	<p>PIE OS AD</p>	<p>CMCT CAA</p>
<p>B4-18. Determinar las principales características de la radiación a partir de su situación en el espectro electromagnético.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el espectro electromagnético, ordenando los rangos según de la frecuencia, concretamente el infrarrojo, el visible y el ultravioleta, identificando el rango de longitudes de onda del visible. • Evaluar la relación entre la energía transferida por una onda y su situación en el espectro electromagnético. 	<p>B4-18.1 Establece la naturaleza y características de una onda electromagnética dada su situación en el espectro.</p> <p>B4-18.2 Relaciona la energía de una onda electromagnética con su frecuencia, longitud de onda y la velocidad de la luz en el vacío.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CMCT</p>
<p>B4-19. Conocer las aplicaciones de las ondas electromagnéticas del espectro no visible.</p> <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. • Explicar cómo se generan las ondas de la radiofrecuencia. 	<p>B4-19.1 Reconoce aplicaciones tecnológicas de diferentes tipos de radiaciones, principalmente infrarroja, ultravioleta y microondas.</p>	<p>PIE OS</p>	<p>CMCT CAA</p>
	<p>B4-19.2 Analiza el efecto de los diferentes tipos de radiación sobre la biosfera en general, y sobre la vida humana en particular.</p>	<p>TI OS</p>	<p>CCL CMCT CSC</p>
	<p>B4-19.3 Diseña un circuito eléctrico sencillo capaz de generar ondas electromagnéticas, formado por un generador, una bobina y un condensador y describe su funcionamiento.</p>	<p>OS PIE</p>	<p>CMCT CAA</p>
<p>B4-20. Reconocer que la información se transmite mediante ondas, a través de diferentes soportes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la importancia de las ondas EM en las telecomunicaciones. • Identificar distintos soportes o medios de transmisión y explicar de forma esquemática su funcionamiento. 	<p>B4-20.1 Explica esquemáticamente el funcionamiento de dispositivos de almacenamiento y transmisión de la información.</p>	<p>OS</p>	<p>CCL CMCT CAA</p>
<p>PL: Índice de refracción de un semicilindro de vidrio. TI: Efecto de los tipos de radiación sobre la biosfera.</p>			
<p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imágenes en tres dimensiones: la holografía (Oxford – 2016, 248). • Algunos aspectos del arcoíris y ¿Por qué el cielo es de color azul? (Everest – 2009, 288). 			
<p>Recursos TIC:</p>			

- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/222-onda-electromagnetica> simulación gráfica de una onda EM.
- https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_es.html simulación de la reflexión y refracción de la luz.
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/37-filtro-polarizador> simulación de filtros polarizadores.
- https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html applet sobre la visión de los colores.

UNIDAD 7: ÓPTICA GEOMÉTRICA				
Contenidos				
<p>Concepto de Rayo. Aproximación paraxial. Formación de imágenes en el dioptrio plano y esférico. Diagrama de rayos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos: objeto, imagen real y virtual, focos, aumento lateral, tamaño, posición. 	<p>Leyes de la óptica geométrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Justificación de fenómenos como la diferencia entre la profundidad real y aparente. <p>Propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas.</p> <p>El ojo humano. Defectos visuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Miopía, hipermetropía, presbicia, astigmatismo. • Corrección de los defectos mediante lentes. <p>Estudio del funcionamiento de instrumentos ópticos mediante diagrama de rayos: lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica.</p> <p>Aplicaciones tecnológicas.</p>		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
<p>B5-1. Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir 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 esférico. • Aplicar la ecuación del dioptrio plano para justificar fenómenos como la diferencia entre profundidad real y aparente y efectuar cálculos numéricos. 		<p>B5-1.1 Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CM CT CAA</p>
<p>B5-2. Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir los conceptos asociados a la óptica geométrica: objeto, imagen focos, aumento lateral, potencia de una lente. • Explicar la formación de imágenes en espejos y lentes delgadas trazando el esquema de rayos correspondiente e indicando las características de las imágenes obtenidas. • Obtener resultados cuantitativos utilizando ecuaciones o relaciones geométricas. • Demostrar experimentalmente la propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas. 		<p>B5-2.1 Demuestra experimental y gráficamente la propagación de la luz mediante un juego de prismas que conduzcan un haz de luz desde el emisor hasta la pantalla.</p>	<p>OS</p>	<p>CM CT CAA</p>
		<p>B5-2.2 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.</p>	<p>PIE AD</p>	<p>CM CT CAA</p>

<p>B5-3. Conocer el funcionamiento óptico del ojo humano y sus defectos y comprender el efecto de las lentes en la corrección de estos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el funcionamiento óptico del ojo humano. • Explicar los defectos más relevantes de la visión utilizando diagramas de rayos y justificar el modo de corregirlos. 	<p>B5-3.1 Justifica los principales defectos ópticos del ojo humano: miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo, empleando para ello un diagrama de rayos.</p>	<p>PIE OS TI</p>	<p>CCL CM CT CAA CD</p>
<p>B5-4. Aplicar las leyes de las lentes delgadas y espejos planos al estudio de los instrumentos ópticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar el funcionamiento de algunos instrumentos ópticos (lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica) utilizando los diagramas de rayos para obtener gráficamente las imágenes. 	<p>B5-4.1 Establece el tipo y disposición de los elementos empleados en los principales instrumentos ópticos: lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica, realizando el correspondiente trazado de rayos.</p> <p>B5-4.2 Analiza las aplicaciones de la lupa, microscopio, telescopio y cámara fotográfica considerando las variaciones que experimenta la imagen respecto al objeto.</p>	<p>PIE AD OS</p>	<p>CCL CM CT CEC</p>
<p>PL: Estudio de una lente convergente. TI: El ojo humano y la visión.</p>			
<p>Lectura: Objetivos fotográficos (Santillana – 2016, 246). Recursos TIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/362-espejo-concavo trazado de rayos de espejos cóncavos. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/367-espejo-convexo trazado de rayos de espejos convexos. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/601-lente-convergente-2 trazado de rayos de lentes convergentes. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/766-lente-divergente-2 trazado de rayos de lentes divergentes. 			

UNIDAD 8: FÍSICA RELATIVISTA				
Contenidos				
<p>Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carácter relativo del espacio y el tiempo. • El principio de relatividad de Galileo. <p>Experimento de Michelson-Morley.</p> <p>Postulados de la relatividad especial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformaciones de Lorentz. • Dilatación temporal y contracción espacial. • Momento lineal de un cuerpo. 	<p>Ecuaciones de Maxwell.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invariabilidad de la velocidad de la luz en los sistemas inerciales. • Imposibilidad de alcanzar la velocidad de la luz por un objeto con masa. <p>Energía relativista.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía total y energía en reposo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equivalencia masa-energía. <p>Física Clásica como aproximación de la Física relativista.</p> <p>Evidencias experimentales de la teoría de la relatividad.</p> <p>Paradojas de la Teoría Especial de la Relatividad.</p> <p>Teoría General de la Relatividad.</p>	<p>Criterios de evaluación e indicadores de logro</p>	<p>Estándares de aprendizaje evaluables</p>
<p>B6-1. Valorar la motivación que llevó a Michelson y Morley a realizar su experimento y discutir</p>	<p>B6-1.1 Explica el papel del éter en el</p>	<p>IE</p>	<p>CC</p>	<p>PIE</p>

<p>las implicaciones que de él se derivaron.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Considerar la invariabilidad de la velocidad de la luz en sistemas inerciales como 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 el experimento de Michelson-Morley y los resultados esperados. Exponer los resultados obtenidos y discutir las explicaciones posibles. 	<p>desarrollo de la Teoría Especial de la Relatividad.</p> <p>B6-1.2 Reproduce esquemáticamente el experimento de Michelson-Morley así como los cálculos asociados sobre la velocidad de la luz, analizando las consecuencias que se derivaron.</p>	OS	CMCT CAA
<p>B6-2. 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Justificar los resultados del experimento de Michelson-Morley con la interpretación de Lorentz-Fitzgerald. • Utilizar la transformación de Lorentz simplificada para resolver problemas relacionados con los intervalos de tiempo o de espacio en diferentes sistemas de referencia. 	<p>B6-2.1 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.</p> <p>B6-2.2 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.</p>	PIE AD	CMCT
<p>B6-3. Conocer y explicar los postulados y las aparentes paradojas de la Física relativista.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enunciar los postulados de Einstein de la teoría de la relatividad especial. • Reconocer que la invariabilidad de la velocidad de la luz entra en contradicción con el principio de relatividad de Galileo y que la consecuencia es el carácter relativo que adquieren el espacio y el tiempo. • Justificar los resultados del experimento de Michelson-Morley con los postulados de la teoría de Einstein. • Nombrar alguna evidencia experimental de la teoría de la relatividad. • 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. 	<p>B6-3.1 Discute los postulados y las aparentes paradojas asociadas a la Teoría Especial de la Relatividad y su evidencia experimental.</p>	PIE OS TI	CCL CMCT CAA
<p>B6-4. Establecer la equivalencia entre masa y energía, y sus consecuencias en la energía nuclear.</p> <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. 	<p>B6-4.1 Expresa la relación entre la masa en reposo de un cuerpo y su velocidad con la energía del mismo a partir de la masa relativista.</p>	PIE AD	CMCT

<p>TI: Evidencias experimentales de la teoría de la Relatividad.</p> <p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacia un universo deformable (Edebé – 2009, 294). • El navegador GPS y la relatividad (Oxford – 2016, 324). <p>Recurso TIC:</p> <p>http://galileoandstein.phys.virginia.edu/mo-re_stuff/Applets/MichelsonMorley/michelsonmorley.html simulador del experimento de Michelson y Morley.</p>

UNIDAD 9: FÍSICA CUÁNTICA			
Contenidos			
<p>El surgimiento de la Física Cuántica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia de la Física Clásica. • Problemas precursores: radiación de cuerpo negro, efecto fotoeléctrico, espectros discontinuos. • Ley de Stefan-Boltzmann. • Ley del desplazamiento de Wien. • La catástrofe ultravioleta. • Hipótesis de Planck. Constante de Planck. <p>Efecto fotoeléctrico y efecto Compton.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de extracción. • Energía cinética de los fotoelectrones. <p>Dualidad onda-corpúsculo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hipótesis de De Broglie. • Comportamiento dual de los electrones. <p>Carácter discontinuo de la energía. El fotón.</p> <p>Radiación emitida/absorbida por un átomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda y frecuencia. • Energía de los niveles atómicos involucrados. • Relación entre la energía y la frecuencia o longitud de onda de la radiación. 	<p>Interpretación probabilística de la Física Cuántica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principio de incertidumbre de Heisenberg. • Estudio de los espectros atómicos. • Necesidad del modelo atómico de Bohr. Representación del átomo. • Estructura atómica. Concepto de orbital. <p>Aplicaciones de la Física Cuántica.</p> <p>El láser. Funcionamiento, tipos y aplicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiación láser. Comparación con la térmica. <p>Efectos cuánticos a escalas macroscópicas.</p>	
Criterios de evaluación e indicadores de logro	Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
<p>B6-5. Analizar las fronteras de la Física a finales del siglo XIX y principios del XX y poner de manifiesto la incapacidad de la Física clásica para explicar determinados procesos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir algunos hechos experimentales 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. 	<p>B6-5.1 Explica las limitaciones de la física clásica al enfrentarse a determinados hechos físicos, como la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico o los espectros atómicos.</p>	<p>PIE OS</p>	<p>CCL CMCT CAA</p>
<p>B6-6. Conocer la hipótesis de Planck y relacionar la energía de un fotón con su frecuencia o longitud de onda.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enunciar la hipótesis de Planck y reconocer la necesidad de introducir el concepto de cuanto para explicar teóricamente la radiación del cuerpo negro. • Calcular la relación entre la energía de un cuanto y la frecuencia (o la longitud de onda) de la radiación emitida o absorbida. • Reflexionar sobre el valor de la constante de Planck y valorar la dificultad de apreciar el carácter 	<p>B6-6.1 Relaciona la longitud de onda o frecuencia de la radiación absorbida o emitida por un átomo con la energía de los niveles atómicos involucrados.</p>	<p>PIE AD IL</p>	<p>CMCT CAA</p>

discontinuo de la energía.			
B6-7. Valorar la hipótesis de Planck en el marco del efecto fotoeléctrico. <ul style="list-style-type: none"> • Distinguir las características del efecto fotoeléctrico que están de acuerdo con las predicciones clásicas 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 numéricamente. • Reconocer que el concepto de fotón supone dotar a la luz de una naturaleza dual. 	B6-7.1 Compara la predicción clásica del efecto fotoeléctrico con la explicación cuántica postulada por Einstein y realiza cálculos relacionados con el trabajo de extracción y la energía cinética de los fotoelectrones.	PIE AD IL	CCL CMCT CAA
B6-8. Aplicar la cuantización de la energía al estudio de los espectros atómicos e inferir la necesidad del modelo atómico de Bohr. <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar las rayas del espectro de emisión del átomo de hidrógeno con los saltos de electrones de las órbitas superiores a las órbitas más próximas al núcleo, emitiendo el exceso de energía en forma de fotones de una determinada frecuencia. • Representar el átomo según el modelo de Bohr. • Discutir los aspectos del modelo de Bohr que contradicen leyes de la Física clásica. 	B6-8.1 Interpreta espectros sencillos, relacionándolos con la composición de la materia.	PIE AD IL	CCL CMCT CAA
B6-9. Presentar la dualidad onda-corpúsculo como una de las grandes paradojas de la Física cuántica. <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 conocimiento que permite explicar el comportamiento dual de fotones y electrones. 	B6-9.1 Determina las longitudes de onda asociadas a partículas en movimiento a diferentes escalas, extrayendo conclusiones acerca de los efectos cuánticos a escalas macroscópicas.	PIE AD	CMCT
B6-10. Reconocer el carácter probabilístico de la mecánica cuántica en contraposición con el carácter determinista de la mecánica clásica. <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar las relaciones de incertidumbre y describir sus consecuencias. • Aplicar la Física cuántica al estudio de la estructura atómica identificando el concepto de orbital como consecuencia del principio de incertidumbre y del carácter dual del electrón. 	B6-10.1 Formula de manera sencilla el principio de incertidumbre de Heisenberg y lo aplica a casos concretos como los orbitales atómicos.	PIE AD OS	CCL CMCT CAA
B6-11. Describir las características fundamentales de la radiación láser, los principales tipos de láseres existentes, su funcionamiento básico y sus principales aplicaciones. <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 térmica 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. 	B6-11.1 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. B6-11.2 Describe las principales características de la radiación láser comparándola con la radiación térmica.	PIE TI	CCL CMCT CD CAA
PL: <ul style="list-style-type: none"> • Espectroscopía. 			

<ul style="list-style-type: none"> • Observación experimental de un diagrama de difracción (Bruño – 2016, 306). <p>TI: Aplicaciones e importancia de la radiación láser en la actualidad.</p> <p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CD, DVD y Blu-ray (Santillana – 2016,302). • La nanotecnología (Vicens Vives – 2009, 289). <p>Recursos TIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://phet.colorado.edu/es/simulation/blackbody-spectrum applet sobre la radiación de cuerpo negro. • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/photoelectric applet sobre el efecto fotoeléctrico. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/661-espectro-de-emision-y-absorcion espectros de emisión y absorción de los diferentes elementos. • https://www.youtube.com/watch?v=y3v61_hkIF8 vídeo sobre el principio de incertidumbre. • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/bound-states applet de las funciones de onda y las funciones densidad de probabilidad de los estados ligados cuánticos. • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/lasers applet sobre el funcionamiento de los láseres. • https://www.youtube.com/watch?v=Px0LHe1074c vídeo sobre el efecto túnel.
--

UNIDAD 10: FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS ELEMENTALES. HISTORIA DEL UNIVERSO

Contenidos

<p>Radiactividad. Radiactividad natural y artificial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de radiaciones. Efectos en el ser humano. <p>El núcleo atómico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leyes de la desintegración radiactiva. • Conceptos: energía de enlace, energía de enlace por nucleón, estabilidad nuclear, período de semidesintegración, vida media, actividad. <p>Fusión y fisión nucleares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas, desventajas y limitaciones. • Leyes de conservación del número atómico y másico y de la conservación de la energía. • Reacciones nucleares de fisión y fusión. • Concepto de masa crítica. • Bomba atómica y reactor nuclear. Diferencias. <p>Reacción en cadena.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencia de procesos y energía liberada. <p>Fusión nuclear como origen de la energía de las estrellas.</p> <p>Aplicaciones de las reacciones nucleares y la radiactividad: producción de energía, medicina nuclear y radioterapia y datación de restos arqueológicos.</p> <p>Interacciones fundamentales de la naturaleza y partículas fundamentales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las cuatro interacciones fundamentales.. • Clasificación y comparación de las cuatro interacciones fundamentales en función de las energías involucradas. • Teorías actuales de unificación de las cuatro interacciones fundamentales. 	<p>El modelo estándar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partículas elementales. Clasificación según la interacción a la que son sensibles y a su papel como constituyentes de la materia. • Los gravitones. • Partículas fundamentales constitutivas del átomo: electrones y quarks. <p>Historia y composición del Universo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La materia y la antimateria. • Teoría del Big Bang. • Radiación de fondo y el efecto Doppler. • Importancia de las investigaciones del CERN en Física nuclear y de partículas elementales. • Propiedades del neutrino y del bosón de Higgs. • Fronteras de la Física del siglo XXI. 		
Criterios de evaluación e indicadores de logro		Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
<p>B6-12. Distinguir los distintos tipos de radiaciones y su efecto sobre los seres vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir los fenómenos de radiactividad natural y artificial. 		<p>B6-12.1 Describe los principales tipos de radiactividad incidiendo en sus efectos sobre el ser humano, así como</p>	<p>PIE OS</p>	<p>CCL CMCT</p>

<ul style="list-style-type: none"> Diferenciar los tipos de radiación, reconocer su naturaleza y clasificarlos según sus efectos sobre los seres vivos. Comentar las aplicaciones médicas de las radiaciones y las precauciones. 	sus aplicaciones médicas.		CAA CSC
<p>B6-13. Establecer la relación entre la composición nuclear y la masa nuclear con los procesos nucleares de desintegración.</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir energía de enlace, calcular la energía de enlace por nucleón y relacionar ese valor con la estabilidad del núcleo. Definir los conceptos de periodo de semidesintegración, vida media y actividad y las unidades en que se miden. Reconocer y aplicar la ley del decaimiento de una sustancia radiactiva. 	<p>B6-13.1 Obtiene la actividad de una muestra radiactiva aplicando la ley de desintegración y valora la utilidad de los datos obtenidos.</p> <p>B6-13.2 Realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas.</p>	PIE AD	CMCT CAA CEC
<p>B6-14. Valorar las aplicaciones de la energía nuclear en la producción de energía eléctrica, radioterapia, datación arqueológica y fabricación de armas nucleares.</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilizar y aplicar las leyes de conservación del número atómico y másico y de la conservación de la energía a las reacciones nucleares y a la radiactividad. Justificar las características y aplicaciones de las reacciones nucleares y la radiactividad. Definir el concepto de masa crítica y utilizarlo para explicar la diferencia entre una bomba atómica y un reactor nuclear. 	<p>B6-14.1 Explica la secuencia de procesos de una reacción en cadena, extrayendo conclusiones acerca de la energía liberada.</p> <p>B6-14.2 Conoce aplicaciones de la energía nuclear como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina.</p>	PIE OS	CMCT CAA
<p>B6-15. Justificar las ventajas, desventajas y limitaciones de la fisión y la fusión nuclear.</p> <ul style="list-style-type: none"> Diferenciar los procesos de fusión y fisión nuclear e identificar los tipos de isótopos que se emplean en cada una. Analizar las ventajas e inconvenientes de la fisión nuclear como fuente de energía, reflexionando sobre episodios reales. Identificar la fusión nuclear como origen de la energía de las estrellas y reconocer las limitaciones tecnológicas para utilizarla como fuente de energía. 	<p>B6-15.1 Analiza las ventajas e inconvenientes de la fisión y la fusión nuclear justificando la conveniencia de su uso.</p>	PIE OS	CCL CMCT CAA CSC
<p>B6-16. Distinguir las cuatro interacciones fundamentales y los principales procesos en los que intervienen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Describir las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza, su alcance y efecto. 	<p>B6-16.1 Compara las principales características de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza a partir de los procesos en los que estas se manifiestan.</p>	PIE	CCL CMCT
<p>B6-17. Reconocer la necesidad de hallar un formalismo único que describa todos los procesos naturales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Clasificar y comparar las cuatro interacciones fundamentales en función de las energías involucradas. 	<p>B6-17.1 Establece una comparación cuantitativa entre las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza en función de las energías involucradas.</p>	PIE	CCL CMCT
<p>B6-18. Conocer las teorías más relevantes sobre la unificación de las interacciones fundamentales de la naturaleza.</p> <ul style="list-style-type: none"> Describir el modelo estándar de partículas y la unificación de fuerzas que propone. 	<p>B6-18.1 Compara las principales teorías de unificación estableciendo sus limitaciones y el estado en que se encuentran actualmente.</p>	PIE	CCL CMCT CAA

<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	B6-18.2 Justifica la necesidad de la existencia de nuevas partículas elementales en el marco de la unificación		
<p>B6-19. Utilizar el vocabulario básico de la Física de partículas y conocer las partículas elementales que constituyen la materia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de partículas elementales existentes según el modelo estándar 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. 	<p>B6-19.1 Describe la estructura atómica y nuclear a partir de su composición en quarks y electrones, empleando el vocabulario específico.</p> <p>B6-19.2 Caracteriza algunas partículas fundamentales de especial interés, como los neutrinos y el bosón de Higgs, a partir de los procesos en los que se presentan.</p>	PIE OS	CCL CMCT
<p>B6-20. Describir la composición del universo a lo largo de su historia en términos de las partículas que lo constituyen y establecer una cronología del mismo a partir del Big Bang.</p> <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>B6-20.1 Relaciona las propiedades de la materia y antimateria con la teoría del Big Bang.</p> <p>B6-20.2 Explica la teoría del Big Bang y discute las evidencias experimentales en las que se apoya, como son la radiación de fondo y el efecto Doppler relativista.</p> <p>B6-20.3 Presenta una cronología del universo en función de la temperatura y de las partículas que lo formaban en cada período, discutiendo la asimetría entre materia y antimateria.</p>	PIE OS	CCL CMCT CAA
<p>B6-21. Analizar los interrogantes a los que se enfrentan los físicos hoy en día.</p> <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. 	B6-21.1 Realiza y defiende un estudio sobre las fronteras de la física del siglo XXI.	TI	CCL CMCT CAA CD
TI: Estudio sobre las fronteras de la Física del siglo XXI.			
<p>Lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los residuos radiactivos (Anaya – 2016, 367). • ¿Partículas elementales o partículas fundamentales? (Everest – 2009, 359). <p>Recursos TIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/alpha-decay simulación de la radiación alfa. • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/beta-decay simulación de la desintegración beta. • https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/nuclear-fission simulación de la fisión nuclear. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/588-fusion-nuclear simulación de la fusión nuclear. • https://www.edumedia-sciences.com/es/media/731-iter simulación del proyecto ITER. • http://www.cernland.net/ parque temático virtual del CERN. • https://www.youtube.com/watch?v=XybbXsE-3jI vídeo sobre los neutrinos. • https://www.youtube.com/watch?v=HHJFhssdxZU vídeo sobre el descubrimiento del Boson de Higgs. 			

IV. UNIDAD DIDÁCTICA 1: INTERACCIÓN GRAVITATORIA

1. JUSTIFICACIÓN

Esta Unidad Didáctica cumple la legislación del Principado de Asturias, el *Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias*. Además, se plantea de acuerdo con la *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*.

Con estas dos premisas, se elabora la unidad “Interacción gravitatoria”. Esta supone una ampliación a los conocimientos adquiridos en cursos anteriores acerca del Universo, como puede ser la evolución de la concepción del Universo, las leyes de Kepler o la Ley de la Gravitación Universal. Además, permite al alumno comprender no solo el mundo en el que vive, sino también el Universo.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se presentan, a continuación, los objetivos que se pretenden conseguir específicamente a lo largo de esta Unidad Didáctica.

- Familiarizarse con el concepto de campo físico.
- Diferenciar entre los conceptos de fuerza y campo.
- Relacionar la intensidad del campo gravitatorio con la aceleración de la gravedad.
- Representar el campo gravitatorio mediante las líneas de campo y las superficies equipotenciales.
- Explicar el carácter conservativo del campo gravitatorio y determinar el trabajo realizado por el campo a partir de las variaciones de energía potencial.
- Calcular la velocidad de escape de un cuerpo aplicando el principio de conservación de la energía mecánica.
- Aplicar la ley de conservación de la energía mecánica al movimiento orbital de diferentes cuerpos.
- Deducir a partir de la segunda ley de Newton la velocidad orbital de un cuerpo y relacionarla con el radio de la órbita y la masa del cuerpo.

- Identificar la hipótesis de la existencia de materia oscura a partir de los datos de rotación de galaxias y la masa del agujero negro central.
- Utilizar aplicaciones virtuales interactivas para el estudio de satélites de órbita media (MEO), órbita baja (LEO) y geostacionarios (GEO).
- Describir la dificultad de resolver el problema de tres cuerpos sometidos a la interacción gravitatoria mutua utilizando el concepto de caos.

3. SECUENCIACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LA UNIDAD

Interacción gravitatoria.

- Ley de la Gravitación Universal (LGU).

Campo gravitatorio.

- Campos de fuerzas conservativos. Carácter conservativo del campo gravitatorio.
- Intensidad del campo gravitatorio y su relación con la aceleración de la gravedad.

Energía del campo gravitatorio.

- Fuerza gravitatoria: central y conservativa.
- Potencial gravitatorio y energía potencial gravitatoria.
- Variaciones de energía potencial. Carácter arbitrario del origen de energía potencial gravitatoria. Situación del cero en el infinito.
- Signo de la variación de energía potencial en relación con el movimiento espontáneo o no de las masas.
- Modelo del pozo gravitatorio.
- Gráficas potencial-distancia.
- Principio de conservación de la energía mecánica.
- Trabajo realizado por el campo a partir de las variaciones de energía potencial.
- Velocidad de escape.

Representación gráfica del campo gravitatorio.

- Líneas de campo y superficies equipotenciales del campo gravitatorio.

Movimiento orbital y satélites artificiales.

- Relación entre energía y movimiento orbital.

- Aplicación del principio de conservación de la energía mecánica al movimiento orbital de diferentes cuerpos y al lanzamiento de cohetes.
- Órbita estable para un satélite (natural o artificial).
- Fuerza gravitatoria (centrípeta). Aceleración normal.
- Velocidad orbital de un cuerpo y su relación con el radio de la órbita, la masa del cuerpo y el período de rotación.
- Los satélites artificiales de comunicaciones, GPS y meteorológicos.
- Satélites geosíncronos y geoestacionarios.
- Estudio interactivo de satélites de órbita media (MEO), baja (LEO) y geoestacionarios (GEO).
- Concepto de vida útil de un satélite artificial. Existencia del cementerio satelital.

Caos determinista.

Teorías e ideas actuales sobre el origen del Universo. Existencia de materia oscura y agujeros negros.

4. METODOLOGÍA

Siguiendo las recomendaciones de la *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*, se plantea seguir una metodología que no se base únicamente en una enseñanza directa.

Inevitablemente un gran número de sesiones se desarrollarán de esta manera pero siempre utilizando estrategias variadas que permitan establecer a su vez un ambiente que favorezca la participación activa del alumnado (por ejemplo, a lo largo de las explicaciones se introducen pequeñas preguntas lanzadas al aire, lo que permite comprobar la atención y comprensión por parte del alumnado). Además, se buscará en todo momento ejemplificar los diferentes contenidos teóricos expuestos. Se hará también un esfuerzo por enlazar cada sesión de clase con la anterior para que la continuidad a lo largo de la unidad sea una realidad y a lo largo de cada sesión se realizarán pequeñas pausas para atender las posibles dudas que vayan surgiendo. En resumen, la profesora intervendrá en la explicación de aquellos conceptos que sean

nuevos para el alumnado y, por otro lado, procurará llevar a cabo orientaciones didácticas que guíen al alumno para realizar las actividades propuestas.

De igual manera, se dejarán, siempre que sea necesario, los últimos 5 minutos de cada clase para posibles dudas que les surjan a los alumnos en la realización de las actividades de domicilio que posteriormente entregarán a la profesora para su corrección.

Por otra parte, el alumnado desarrollará un trabajo individual en casa, con ello conseguimos que el alumno trabaje por sí mismo, de manera independiente. Este trabajo le servirá como entrenamiento para llevar a cabo la corrección en la pizarra de algunas tareas o resolver actividades planteadas durante las sesiones de clase. Con todo esto podremos detectar las posibles carencias de cada uno e intentar que todos alcancen el máximo de sus posibilidades.

Finalmente, se llevará a cabo a través de trabajo cooperativo (parejas o tríos) la práctica de laboratorio correspondiente a la unidad, junto con la lectura de un texto relacionado con el tema.

4.1 Interés de la Unidad

Esta Unidad, “Interacción gravitatoria”, se plantea de manera que partiendo de los conocimientos previos que posee, el alumno va construyendo su aprendizaje guiado por la profesora. No se trata de un tema desconocido, pues en cursos anteriores se han visto ya contenidos correlacionados con los que se desarrollan a lo largo de esta unidad.

El principal interés de esta unidad es el hecho de que aporta un conocimiento más amplio sobre el mundo en que vivimos y sobre el Universo y, para todo alumno que tenga interés por la Física, este será un conocimiento básico a la vez que realmente interesante. Se profundizará también en el estudio de los satélites artificiales que con sus distintas aplicaciones tienen un impacto directo en nuestra vida en la Tierra, y se espera que esto despierte curiosidad en el alumnado. Añadido a esto, debemos tener en cuenta que en esta Unidad se presenta por primera vez el concepto de campo físico aplicado al campo gravitatorio y la comprensión de este facilitará el estudio, en futuras unidades, de los campos eléctrico y magnético. Podemos decir que se trata de un pilar fundamental para el desarrollo del curso de 2º de Bachillerato, pero también para el futuro de los estudiantes.

4.2 Introducción motivadora. Actividad con función motivadora

Al comenzar la unidad se propone una actividad inicial con intención motivadora. Con ella, se pretende recordar lo aprendido en 1º de Bachillerato y hacer una reflexión inicial sobre lo que vamos a aprender sobre la interacción gravitatoria en este curso. Esta actividad pretende abrir un pequeño debate en torno a la posible resolución de la misma y despertar así en el alumnado el interés sobre el tema de la unidad.

Se presenta a continuación la actividad propuesta con este fin:

1) La sonda Gaia se lanzó al espacio en 2013 para estudiar miles de estrellas de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Se situó en un punto del espacio conocido como punto de Lagrange L2, situado en la recta que une la Tierra y el Sol, más allá de la posición ocupada por la Tierra, a 1,5 millones de kilómetros de nuestro planeta. Al estar en ese punto, la sonda rota de manera sincronizada con la Tierra, por lo que parece permanecer quieta en el mismo punto del cielo.

¿Se anula la fuerza gravitatoria ejercida por el Sol y la Tierra en L2?

¿Y en algún punto situado en la línea que une el Sol y la Tierra?

¿Entonces, por qué permanecerá estacionaria la sonda Gaia en L2?

4.3 Conceptos previos que conectan con los contenidos de la Unidad

A lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria, en 2º y 4º de ESO concretamente, así como en 1º de Bachillerato, se aborda la interacción gravitatoria con el estudio de la fuerza gravitatoria, la gravedad, el peso de un cuerpo... Incluso, en 1º de Bachillerato se hace una pequeña introducción al campo gravitatorio. Partiendo de estos conocimientos previos iremos construyendo el aprendizaje de esta unidad, tratando de que este sea un aprendizaje significativo. Comenzaremos repasando la Ley de la Gravitación Universal y este estudio nos llevará al concepto de campo, a partir del cual continuaremos construyendo el resto de la unidad.

A continuación, se presenta un mapa conceptual en el que se presentan los contenidos de la Unidad Didáctica conectados con los preconceptos que hemos mencionado:

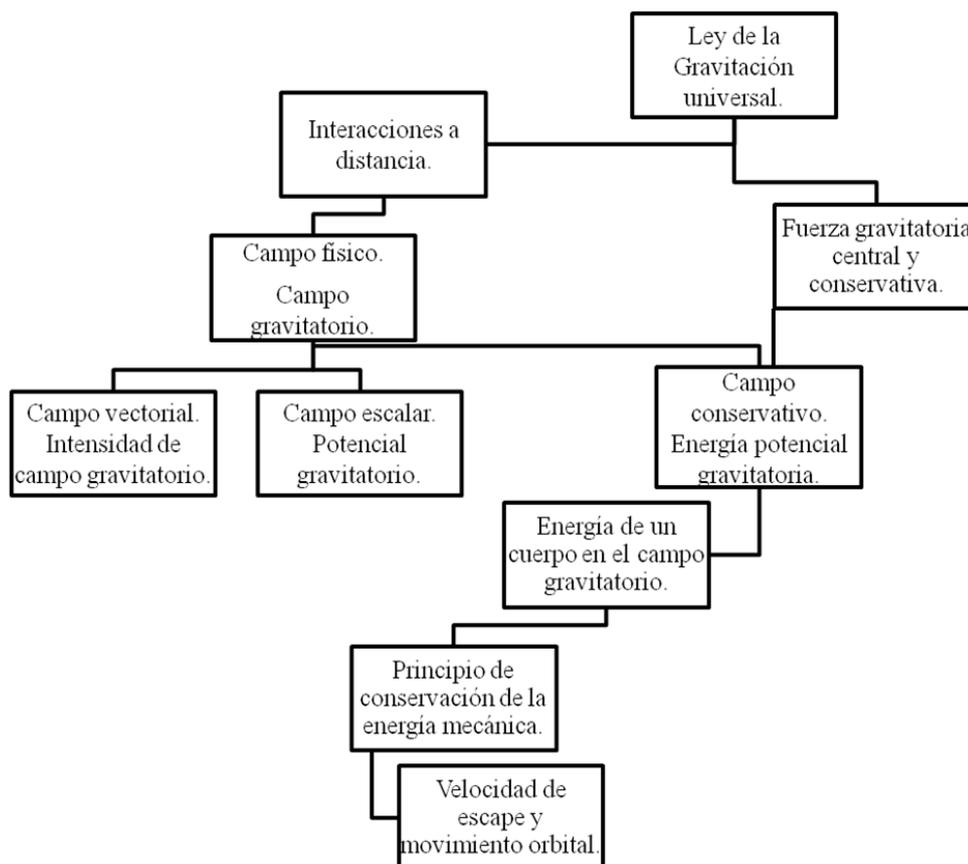


Figura 2. Mapa conceptual.

Este esquema se proporcionará a los alumnos con el fin de que tengan una visión global de los diferentes contenidos que se van a tratar en la unidad.

4.4 Actividades de enseñanza/aprendizaje y estrategias de aprendizaje

Se proponen para esta unidad cinco tipos diferentes de actividades:

Por un lado tenemos las actividades de aula, aquellas que serán realizadas en la pizarra, por la profesora o por los estudiantes, durante las sesiones de clase para reforzar los conocimientos y que además sirven para aprender estrategias de resolución por parte del alumnado para poder realizar posteriormente actividades de manera independiente. Se trata de una serie de 34 actividades que se irán intercalando durante las sesiones de clase con la exposición teórica de los contenidos para asentar los conocimientos, aplicarlos y reflexionar sobre los mismos para la consecución de un aprendizaje real. Se plantean de acuerdo a la secuenciación de los contenidos de la unidad y en orden creciente de dificultad.

Las actividades modelo se proporcionan a los alumnos como actividades resultas por la profesora para que puedan ver más estrategias de resolución (serie de 18 actividades), complementando a las actividades de aula.

El tercer tipo de actividades son las actividades de domicilio. Estas actividades son el entrenamiento que cada alumno llevará a cabo de manera independiente, pudiendo así darse cuenta de sus propias dificultades. Las 32 actividades de esta serie serán realizadas por los alumnos de manera individual en sus casas y según avancemos en la unidad la mayoría serán para entregar, pero algunas, las que puedan ser más interesantes de acuerdo a la evolución del grupo, se resolverán en el aula por parte del alumnado tras el estudio individual previo de las mismas.

Las actividades de refuerzo están dirigidas a todo el grupo-clase, se destinan principalmente a la superación de las dificultades que puedan surgir en el aprendizaje de la materia. Es decir, se trata de actividades de refuerzo, sobre todo para aquellos alumnos que en su proceso de aprendizaje se encuentran con mayores dificultades o que no superen satisfactoriamente la unidad. Con esta serie de 20 actividades se consolidarán los conocimientos básicos necesarios para aprobar la materia puesto que su planteamiento permite que cubran todos los estándares de aprendizaje evaluables.

Por último, en esta unidad se plantea una serie de 22 actividades de ampliación cuyos enunciados y planteamientos suponen un razonamiento más complejo y abstracto, para aquellos alumnos que quieren ir un paso más allá en el conocimiento de la interacción gravitatoria y que presentan un buen grado de independencia a la hora de trabajar. Igualmente, la profesora estará a su disposición para ayudarles en todo momento.

4.5 Otros recursos

Además de las actividades comentadas anteriormente, para abordar los contenidos de la Unidad correspondientes a los satélites artificiales se plantean dos actividades a desarrollar durante una sesión en un aula de ordenadores:

- Lectura de un texto sobre los satélites de órbita media (MEO), baja (LEO) y geoestacionarios (GEO) y sobre la existencia del cementerio satelital: *Órbitas y cementerio de satélites* (Mc Graw Hill – 2016, 84).

- Recursos TIC que permitirán introducir en las clases momentos de distensión y hacer las exposiciones teóricas más amenas:
 - Presentación *PowerPoint* de la Unidad, elaborada por la profesora.
 - http://phys23p.sl.psu.edu/phys_anim/mech/cavendish1.avi vídeo ilustrativo de la balanza de torsión de Cavendish.
 - <https://www.youtube.com/watch?v=HKAsFl8z6Hc> vídeo explicativo de las ondas gravitacionales.
 - <https://www.youtube.com/watch?v=cBBwmsFYn1g> vídeo sobre la primera onda gravitacional detectada.
- Práctica de laboratorio: estudio interactivo de satélites de órbita media (MEO), baja (LEO) y geostacionarios (GEO) a través de la web <http://stuffin.space/>.

Finalmente, se propone un trabajo de investigación a realizar individualmente por el alumnado a partir de un guión facilitado por la profesora, de manera que se completan así los contenidos de esta unidad:

- Trabajo de investigación sobre de las teorías actuales sobre el origen y evolución del Universo.

4.6 Temporalización de la Unidad Didáctica

Esta Unidad Didáctica se programa para llevarse a cabo a lo largo de 15 sesiones de clase y, por último, una sesión dedicada a la prueba escrita de la misma. Se presenta, a continuación, un breve resumen de cada sesión:

SESIÓN 1: Introducción al tema.

Puesto que previsiblemente será la primera sesión del curso de Física de 2º de Bachillerato, se dedicarán los primeros minutos a las presentaciones y comentarios sobre lo que se espera del curso, la programación, las dudas que puedan tener los alumnos y, sobretodo se tratará de establecer una buena relación cordial con ellos, buscando su confianza e intentado tranquilizarles sobre lo que más les preocupa, la EBAU. Esto será fundamental para que afronten el curso con energía y muchas ganas, pero siempre desde una perspectiva realista y sin miedos.

Tras esta introducción al curso daría comienzo la primera Unidad Didáctica, “La interacción gravitatoria”.

Esta unidad comienza con una cita de Stephen W. Hawking que nos hace reflexionar sobre qué sabemos del universo:

“¿Qué sabemos del universo, y cómo hemos llegado a saberlo?

¿De dónde surgió el universo, y a dónde va?

Algún día las respuestas a estas preguntas podrán parecernos tan obvias como el que la Tierra gire alrededor del Sol, o, quizás, tan ridículas como que una torre de tortugas sujete el mundo.”

A continuación comenzamos adentrándonos en lo que los alumnos saben ya de la interacción gravitatoria con un breve coloquio sobre lo que recuerdan de cursos anteriores y esto se acompaña con la actividad inicial propuesta en el apartado 6.2 de este documento, para resolver conjuntamente.

Finalmente, se propone al alumnado que aprovechen la tarde para rescatar de su memoria la Ley de la Gravitación Universal (LGU), puesto que será crucial para comenzar con el estudio de esta unidad.

SESIÓN 2: De la Ley de la Gravitación Universal al campo gravitatorio.

Comenzamos la sesión contextualizando a la fuerza gravitatoria entre una de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza, destacando el hecho de que estas son interacciones a distancia.

A continuación hacemos un breve repaso de la LGU, la magnitud de la fuerza gravitatoria y la constante de gravitación G . Para llamar la atención del alumnado se utiliza una animación del experimento de la balanza de torsión que utilizó Cavendish para medir esta constante.

Finalmente, como colofón de este apartado del tema se plantean las dificultades conceptuales que plantea la LGU.

Es en este momento en el que se introduce el concepto de campo físico como mecanismo de actuación de las fuerzas a distancia, acercándoles este concepto a través

de la idea de campo de Einstein. A partir de este concepto estamos en situación de introducir el concepto de campo gravitatorio.

Con objetivo de despertar el interés del alumnado, en este punto en que la clase ha sido hasta ahora bastante teórica y aprovechando la mención a Einstein, se proyecta un vídeo explicativo sobre las ondas gravitacionales, tema que está a la orden del día y que seguramente despierte su interés, permitiéndonos además un momento de distensión.

Finalmente, se cierra la clase con la definición de campo gravitatorio, punto de partida de la siguiente sesión.

SESIÓN 3: El campo gravitatorio.

Partimos de donde lo dejamos en la sesión anterior, la definición del campo gravitatorio y continuamos con la definición de la intensidad de campo gravitatorio (magnitud que da al campo gravitatorio la condición de campo vectorial) y el principio de superposición para hallar el campo gravitatorio en un punto del campo creado por varias masas.

Del análisis dimensional de la intensidad de campo gravitatorio llegaremos a la conclusión de la estrecha relación con la aceleración de la gravedad.

A continuación, la profesora realiza en la pizarra, buscando la participación del alumnado, dos actividades para asentar los conocimientos adquiridos en esta sesión.

Seguidamente, se estudia el campo gravitatorio terrestre de manera detallada y se demuestra por qué se considera constante la aceleración de la gravedad en puntos cercanos a la superficie terrestre (cosa que los alumnos recordarán del estudio de la caída libre). Finalmente se repasa el concepto de peso de un cuerpo y la caída libre, de lo que se realiza también un ejercicio sencillo.

Para cerrar la clase se plantea una cuestión para reflexionar:

¿Por qué es algo menor la intensidad del campo gravitatorio en el ecuador que en los polos?

La próxima sesión comenzará con un repaso de lo visto hacia el momento, para ello se pide a los alumnos que se preparen un par de ejercicios de la batería de

actividades de domicilio que se utilizarán para dicho repaso, a través de *flipped classroom*.

SESIÓN 4: Energía del campo gravitatorio.

Comenzamos la sesión con *flipped classroom*, alumnos voluntarios realizan en la pizarra los ejercicios de la tarea del día anterior de manera justificada y explicándolos a sus compañeros lo más detalladamente posible. Son ellos los encargados, así, de realizar el repaso de lo que llevamos visto de esta unidad.

Finalizado el repaso, continuamos en este caso con el apartado dedicado a la energía del campo gravitatorio. En este caso se tratan los temas: fuerza gravitatoria central y conservativa, la definición de trabajo, la energía potencial gravitatoria, el teorema de la energía potencial, el origen arbitrario de la energía potencial, el significado del signo de las variaciones de energía potencial y el movimiento espontáneo de las masas en el campo gravitatorio, y la energía potencial de un sistema múltiple de masas.

SESIÓN 5: Energía del campo gravitatorio.

La sesión comienza con tres actividades de aplicación de todos los nuevos conceptos introducidos en la clase anterior, que la profesora realiza en la pizarra con la colaboración del alumnado, y cuyo objetivo es asentar dichos conocimientos.

A continuación, continuamos con el estudio de la energía potencial gravitatoria terrestre y la expresión aproximada de esta en puntos cercanos a la superficie.

Una vez definida la energía potencial gravitatoria, se define el potencial gravitatorio (magnitud que da al campo gravitatorio la condición de campo escalar). Igualmente se estudia el carácter arbitrario del origen del potencial gravitatorio y las variaciones de potencial, junto con el movimiento espontáneo de las masas.

La profesora realiza en la pizarra un ejercicio sencillo a modo de ejemplo de cálculo del potencial y continuamos.

Finalmente, puesto que la próxima sesión comenzará con un repaso de lo visto sobre la energía del campo gravitatorio, se pide a los alumnos que preparen un par de ejercicios de la batería de actividades de domicilio que se utilizarán para dicho repaso, a través de *flipped classroom*.

SESIÓN 6: Conservación de la energía mecánica y velocidad de escape.

Comenzamos la sesión con *flipped classroom*, alumnos voluntarios realizan en la pizarra los ejercicios de la tarea del día anterior de manera justificada y explicándolos a sus compañeros lo más detalladamente posible. Son ellos los encargados, así, de realizar el repaso sobre la energía del campo gravitatorio.

Continuamos con la unidad exponiendo el principio de conservación de la energía mecánica en el campo gravitatorio a partir de los teoremas de la energía potencial y de las fuerzas vivas. Seguidamente, se define la velocidad de escape y se deduce su expresión partiendo del principio de conservación de la energía mecánica, que acabamos de ver. Se presentan finalmente las posibles trayectorias de un cuerpo que adquiere una velocidad mayor o igual a la velocidad de escape (trayectoria hiperbólica o parabólica).

Finalmente, se realizan en la pizarra dos actividades para revisar los conocimientos que se han ido adquiriendo en este apartado de la unidad. Además, se pide a los alumnos que se preparen un par de ejercicios de la batería de actividades de domicilio que, como es habitual, se utilizarán en la próxima sesión como repaso de lo dado, a través de *flipped classroom*.

SESIÓN 7: Campo gravitatorio. Campo escalar y vectorial.

Retomamos donde lo dejamos el día anterior y continuamos con ejercicios que permiten reforzar los conceptos de energía potencial gravitatoria, potencial gravitatorio, energía cinética, energía mecánica y velocidad de escape, y reflexionar sobre ellos.

En este punto, en que ya se ha explicado el carácter escalar y vectorial del campo gravitatorio, se explica la representación gráfica del campo gravitatorio creado por una y dos masas mediante las líneas de campo y las superficies equipotenciales.

Finalmente, terminamos la sesión con *flipped classroom* para repasar lo dado hasta ahora y para tratar las posibles dudas que vayan surgiendo. Si sobrase tiempo se lanzarán preguntas al aire para comprobar el nivel de comprensión del tema por parte del grupo.

SESIÓN 8: Movimiento orbital y satélites artificiales.

Comenzamos definiendo las magnitudes del movimiento orbital: velocidad orbital y período orbital y su relación con el radio orbital y la masa creadora de campo. Una vez hecho esto, la profesora realiza un ejercicio sobre ello en la pizarra para asegurarse de que estos conocimientos son entendidos por parte del alumnado, se les va haciendo preguntas mientras tanto.

A continuación, pasamos al estudio energético del movimiento orbital: energía mecánica, energía cinética y energía potencial de los cuerpos que orbitan alrededor de otros. E, igualmente, se realiza una actividad para facilitar el entendimiento.

Una vez hecho esto, continuamos con el estudio de los satélites artificiales: definición, puesta en órbita a partir del principio de conservación de la energía (energía cinética de lanzamiento y trabajo de puesta en órbita). Una vez más se realiza una actividad como refuerzo de los contenidos explicados.

Finalmente, se pide a los alumnos que se preparen un par de ejercicios de la batería de actividades de domicilio que se utilizarán, una vez más, en la próxima sesión como repaso de lo dado sobre el movimiento orbital, a través de *flipped classroom*.

SESIÓN 9: Movimiento orbital y satélites artificiales.

Comenzamos la sesión con *flipped classroom*, alumnos voluntarios realizan en la pizarra los ejercicios de la tarea del día anterior de manera justificada y explicándolos a sus compañeros lo más detalladamente posible. Son ellos los encargados, así, de realizar el repaso sobre lo visto del movimiento orbital en la sesión anterior.

Continuamos con el estudio del movimiento orbital, en este caso del trabajo necesario para el cambio de órbita de un satélite y hacemos una actividad sobre ello.

Para cerrar esta parte concreta del movimiento orbital de los satélites realizamos una actividad que nos sirve para repasar todos los conceptos, junto con las dos reflexiones que se presentan a continuación:

Dos satélites siguen órbitas circulares en torno a la Tierra en un mismo plano con $R_1 < R_2$ ¿Pueden girar ambos con el mismo período?

Es posible poner en órbita alrededor de la Luna un satélite que se mueva a una velocidad de 2 km/s?

SESIÓN 10: MEO, LEO y GEO.

Comenzamos la clase con la clasificación en función de su órbita de los distintos satélites artificiales de órbita baja (LEO), órbita media (MEO) y los geoestacionarios. Profundizando un poco más sobre los satélites geoestacionarios.

A continuación, se dedica un tiempo para explicar en qué consistirá la siguiente sesión, puesto que no queremos “perder” tiempo en ella y se espera que los alumnos trabajen de manera independiente divididos en pequeños grupos (2 o 3 personas) en un aula de informática, estando siempre la profesora a su disposición para las posibles dificultades. Durante la explicación la profesora proyectará la web que se utilizará para la práctica de laboratorio y hará un ejemplo de lo que se pide.

Finalmente, se propone el trabajo de investigación que deberán llevar a cabo los alumnos de manera independiente sobre las teorías actuales sobre el origen y evolución del Universo. Además, a cada uno se le asignará una pequeña parte del mismo por sorteo para que, en la penúltima clase antes del examen se haga una exposición conjunta y coloquio.

SESIÓN 11: MEO, LEO y GEO.

Esta sesión se desarrolla en un aula con ordenadores y consiste en dos partes: la primera se dedica a la lectura de un texto de divulgación sobre los satélites artificiales y el cementerio satelital, sobre la cual se plantean unas cuestiones y se pretende abrir un pequeño debate; la segunda parte consiste en el desarrollo de la práctica de laboratorio del estudio interactivo de satélites de órbita media (MEO), baja (LEO) y geoestacionarios (GEO).

Se recuerda a los alumnos antes de finalizar que, en la última clase antes del examen, cada grupo deberá exponer sus resultados para toda la clase y el día del examen entregar su informe.

SESIÓN 12: CAOS.

La primera parte de esta sesión se dedica a exponer los contenidos que nos quedan de la unidad, el sistema de tres cuerpos y el caos determinista.

A continuación, se deja un tiempo para las posibles dudas que les hayan podido surgir a los alumnos sobre la unidad, sobre el trabajo de investigación o sobre la práctica realizada el día anterior, puesto que deben preparar un informe.

Finalmente, contamos con los 12 ejercicios que han aparecido hasta la fecha en los exámenes de la EBAU sobre interacción gravitatoria, el alumnado se dispondrá a realizar estos ejercicios que se irán comentando en la pizarra junto con la profesora. Esto favorece que vayan perdiendo ese “miedo” que puedan tener a esta prueba.

Para cerrar la clase se proponen varios ejercicios de las actividades de domicilio para que los alumnos preparen para la siguiente sesión en la que haremos *flipped classroom* para repasar toda la unidad.

SESIÓN 13: Repaso.

Esta sesión se divide en dos partes: en la primera se hará *flipped classroom* con los ejercicios que han preparado los alumnos, y en la segunda, se continuará con los problemas tipo EBAU en la pizarra, que se empezaron en la sesión anterior. Con esto se espera que cualquier duda quede solventada, pero por si a caso se contempla la posibilidad de abrir un espacio para dudas al final de la clase.

SESIÓN 14: Exposición de los resultados de la práctica de laboratorio.

Esta sesión se dedica a la exposición de los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio por cada grupo, así como para detectar los posibles fallos, de manera que se puedan solventar de cara a entregar el informe.

Si sobrase tiempo, se dedicará a dudas, a la resolución de algún ejercicio más por hacer o alguna reflexión sobre la que debatir.

SESIÓN 15: Teorías actuales sobre el origen y evolución del Universo. Materia oscura y agujeros negros.

Esta sesión se dedica a la exposición conjunta y coloquio sobre de la investigación sobre las teorías actuales sobre el origen y evolución del Universo y la corrección del ejercicio sobre el radio de Schwarzschild planteado en el guión del trabajo de investigación. Esto permite que cada alumno, si es necesario, pueda completar su trabajo con las diferentes aportaciones de sus compañeros, así como discutir sobre la información recopilada por cada uno de ellos.

Puesto que esta es la última sesión antes del examen, el final de la clase será para las “dudas de última hora”.

Se recuerda además a los alumnos que los ejercicios de las actividades de domicilio que no se han ido realizando en las clases *flipped classroom*, tendrán que entregarse resueltos a la profesora el día del examen, junto con el trabajo de investigación y el informe, si no se han entregado ya.

SESIÓN 16: Prueba escrita (PIE de Unidad que coincide con la PIE de bloque).

5. EVALUACIÓN

La evaluación a lo largo de la Unidad Didáctica, al igual que a lo largo de todo el curso, es **integradora, diferenciada, continua y formativa**.

Para llevar a cabo la evaluación a lo largo de esta Unidad Didáctica, se tienen en cuenta los estándares de aprendizaje evaluables, siguiendo los diferentes criterios de evaluación y de acuerdo a los respectivos indicadores de logro, de la misma y que podemos encontrar en el apartado **III.10** de la **programación docente** que se recoge en este mismo documento. Además, en dicho apartado se detallan los instrumentos de evaluación de cada estándar así como las competencias clave que contribuye a adquirir. Sin embargo, sí que es relevante detallar cómo se evalúa el bloque 1 a través de esta Unidad Didáctica, y esto se hace en el siguiente apartado.

5.1 Transversalidad del bloque 1

Este apartado se dedica a la ejemplificación de la evaluación transversal del bloque 1, concretamente en esta primera unidad, Interacción Gravitatoria:

Criterios de evaluación	Indicadores de logro	Estándares de aprendizaje evaluables	IE	CC
B1-1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar habilidades propias de la investigación científica para llevar a cabo la experiencia interactiva de estudio de los satélites artificiales. • Emplear el análisis dimensional para establecer relaciones entre magnitudes en las ecuaciones asociadas a la ley de la gravitación universal, al campo gravitatorio y al movimiento 	B1-1.1 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.	PIE OS AD IL	CCL CMCT CAA CSC

Crterios de evaluaci3n	Indicadores de logro	Est3ndares de aprendizaje evaluables	IE	CC
	de planetas y sat3lites. • Plantear y resolver ejercicios, de manera justificada, aplicando las ecuaciones asociadas a la ley de la gravitaci3n universal, al campo gravitatorio y a los movimientos en el Universo. • Representar gr3ficamente el campo gravitatorio y la relaci3n potencial-distancia. • Trabajar en equipo de forma cooperativa valorando las aportaciones de los dem3s.	B1-1.2 Efectúa el an3lisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso f3sico.	PIE AD OS	CMCT
		B1-1.3 Resuelve ejercicios en los que la informaci3n debe deducirse a partir de los datos proporcionados y de las ecuaciones que rigen el fen3meno y contextualiza los resultados.	PIE AD OS	CCL CMCT CAA
		B1-1.4 Elabora e interpreta representaciones gr3ficas y las relaciona con las ecuaciones matem3ticas que representan las leyes y los principios subyacentes.	PIE AD	CMCT
B1-2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnolog3as de la Informaci3n y la Comunicaci3n en el estudio de los fen3menos f3sicos.	• Utilizar aplicaciones virtuales interactivas para estudiar los sat3lites de 3rbita baja (LEO), media (MEO) y geoestacionarios (GEO). • Realizar un informe final de la pr3ctica donde se expongan los resultados y conclusiones, analizando la validez de los resultados obtenidos. • Buscar informaci3n en internet y seleccionarla de forma cr3tica, analizando su objetividad y fiabilidad para la realizaci3n el trabajo de investigaci3n sobre las teor3as actuales del origen del Universo.	B1-2.1 Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos f3sicos de dif3cil implantaci3n en el laboratorio.	OS IL	CMCT CD CAA SIE
		B1-2.2 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.	OS IL	CCL CMCT CD CAA
		B1-2.3 Identifica las principales caracter3sticas ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de informaci3n cient3fica existente en Internet y otros medios digitales.	OS TI	CCL CMCT CAA
		B1-2.4 Selecciona, comprende e interpreta informaci3n rel3vante en un texto de divulgaci3n cient3fica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.	OS TI	CCL CMCT CAA

5.2 Instrumentos de evaluaci3n

- Observaci3n sistem3tica: anotaciones en el **cuaderno de la profesora** sobre la observaci3n directa de la actividad en el aula: inter3s, actitud hacia la asignatura, trabajo diario, *flipped classroom*, intervenciones orales y exposiciones.
- Pruebas individuales escritas, planteadas de manera que los diferentes ejercicios o problemas y sus subapartados est3n relacionados con los diferentes est3ndares evaluables de la unidad. Cabe destacar que se tendr3 muy en cuenta el planteamiento a lo hora de resolver un problema, frente al desarrollo matem3tico e igualmente, se valorar3 positivamente la reflexi3n sobre posibles resultados incoherentes.

- Actividades de domicilio: el alumnado deberá entregar a la profesora esta serie de actividades para su evaluación.
- Informe de la práctica de laboratorio: se evaluará conjuntamente comprobando que consta de todos los apartados necesarios, que se responde a todas las cuestiones planteadas y la corrección y el rigor a lo largo de todo el documento.
- Trabajo de investigación: en su evaluación se tendrá en cuenta la fecha de entrega, la estética de la presentación, la claridad en la exposición, que contenga todos los contenidos pautados en el guión, el uso riguroso de la terminología y la corrección léxica y gramatical.

5.3 Criterios de calificación

Cabe destacar que la unidad en la que nos encontramos es la única del bloque 2, por lo que la PIE de unidad coincide con la de bloque. Por todo ello, la calificación de dicho bloque se obtendrá de acuerdo a los siguientes criterios de calificación:

- Observación sistemática: 10%.
- Actividades de domicilio: 10%.
- Informe de laboratorio y trabajo de investigación: 10%.
- Prueba individual escrita de unidad: 70%.

V. PROPUESTA DE INNOVACIÓN

1. DIAGNÓSTICO INICIAL

1.1 Detección de los ámbitos de mejora

Esta propuesta de innovación surge como medida de actuación ante dos realidades presentes en los institutos hoy en día:

- Por un lado, es habitual encontrarlos con que el grupo de Física de 2º de Bachillerato no sea muy numeroso. Esto es debido a la importante falta de motivación de un elevado porcentaje del alumnado. La asignatura de Física y Química suele causar la impresión de ser una asignatura dura, difícil, demasiado abstracta, incluso aburrida al no encontrarle muchas veces conexión con la realidad.
- Por otro lado, nos encontramos con que los alumnos que deciden cursar la asignatura de Física, aunque no sea un grupo muy numeroso, sí suelen estar motivados para el estudio de esta ciencia. Sin embargo, en muchos casos se nota cierta intranquilidad o, mejor dicho, cierta necesidad de saber más, de saber para qué sirve verdaderamente lo que están estudiando, para qué les servirá a la hora de estudiar el grado que elijan (sea universitario o de formación profesional), qué aplicaciones tiene la Física en la actualidad y qué puertas puede abrir en el futuro, en qué se está investigando hoy en día, qué avances se producen, etcétera. Nos encontramos, generalmente, con un alumnado más que dispuesto a adentrarse en el mundo de la ciencia y, como profesores de Física, estamos en la obligación de dar respuesta a todas sus preguntas, así como de llevar a cabo acciones que les impulsen a continuar su carrera en la ciencia y concretamente a que su interés por la Física sea cada vez mayor. Para ello, ayudarles a encontrar la conexión entre lo que estudian en las aulas con la realidad fuera de ellas resulta ser, indudablemente, una gran motivación.

Intentar superar estas dos realidades será el objetivo principal de esta propuesta.

1.2 Contexto

Esta propuesta está diseñada para ser llevada a cabo en un Instituto de Educación Secundaria situado en un entorno urbano de la ciudad de Oviedo en el que encontramos un alumnado muy heterogéneo, procedente tanto del entorno urbano como del rural, y

entre los que encontramos un pequeño, pero importante, porcentaje de alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo.

Para poner en marcha la propuesta de innovación se trabajará principalmente con el alumnado del grupo de Física de 2º de Bachillerato, se trata de 12 alumnos que muestran gran motivación y que además son quienes tendrán un papel fundamental y protagonista en todo el desarrollo. También se verá involucrado en esta propuesta el alumnado de los cursos de 2º, 3º y 4º de ESO y de 1º de Bachillerato que curse la asignatura de Física y Química, ellos serán los últimos receptores de la propuesta.

La propuesta se desarrollará en dos espacios físicos. La primera parte, que se desarrolla durante todo el curso con el grupo de 2º de Bachillerato, tendrá lugar en el aula-laboratorio multimedia donde se desarrollan de manera habitual las clases de Física. La segunda y última parte, que se desarrollará a final de curso y en la que se verán involucrados de una u otra manera todos los grupos mencionados, se llevará a cabo en el salón de actos del centro. Este es de tamaño medio y cuenta con ordenador, proyector, pantalla y equipo de sonido, por lo que es un espacio idóneo.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN

Hoy en día, todo el profesorado de Física y Química tenemos en común un objetivo, la motivación del alumnado. Esta motivación no es solo respecto a nuestra asignatura, sino para el estudio y el conocimiento de la ciencia en general. La idea, tan presente en nuestra sociedad, de que la ciencia es solo para algunos privilegiados, debido a la consideración de que su estudio es de gran complejidad y alto nivel de abstracción, hace que se crea que la ciencia es difícil por definición y esta idea aparece también en las mentes de nuestros desembocando en desmotivación e incluso frustración frente a las materias científicas. El profesorado es el encargado de romper estas ideas y demostrar que la ciencia es accesible para todos y que, además, tiene una gran conexión con nuestras vidas. Debemos enseñar ciencia en conexión con la vida, estudiar ciencia no es estudiar conceptos y fórmulas aislados de la realidad, y comprobar que lo que se estudia tiene verdaderas aplicaciones es un gran instrumento de motivación. Al igual que cuando hablamos de ciencia en general, todo esto ocurre igualmente en torno a la asignatura de Física y Química, o Física en particular.

Con esta propuesta se hace frente a dos realidades muy diferentes que encontramos en los institutos: por un lado tenemos al grupo de estudiantes de Física de 2º de Bachillerato, que tienen ya un gran conocimiento de esta materia, el cual van a continuar ampliando a lo largo de este curso con gran motivación personal, y que ya están próximos a finalizar su etapa en el instituto; y por otra parte tenemos al alumnado de ESO y 1º de Bachillerato que, o bien están cursando Física y Química porque así viene estipulado en el currículo (2º y 3º de ESO), o la han elegido para cursarla este curso (4º ESO y 1º de Bachillerato). En cuanto a este alumnado, nos encontramos a su vez con cuatro situaciones bastante diferentes:

- El alumnado de 2º y 3º de ESO no ha elegido cursar Física y Química, si no que se les ha impuesto, y además esta materia puede tener carácter terminal ya que en 4º de ESO será su decisión si continuar cursándola o no.
- En 4º de la ESO encontramos un alumnado más cercano a las ciencias y que en este curso adquirirá capacidades específicas asociadas a nuestra disciplina. Sin embargo, debemos tener en cuenta que este tipo de alumnado continuará tomando decisiones sobre las materias que cursar en el los siguientes cursos de su formación y no necesariamente elegirá Física y Química o, concretamente, Física.
- En 1º de Bachillerato encontramos un tipo de alumnado que, por lo general, quiere encaminar su futuro hacia el ámbito científico; pero a pesar de que el número de alumnos que cursa Física y Química en 1º de Bachillerato suele ser elevado, nos preocupa el pequeño porcentaje que finalmente elige cursar Física en 2º.

Estas son las razones por las que estos alumnos serán los destinatarios últimos de esta propuesta de innovación, cuyo principal objetivo es la motivación del alumnado al estudio de las ciencias y, concretamente, de la Física.

Como se ha dicho unas líneas más arriba, con este proyecto trabajamos con dos realidades diferentes, comencemos centrándonos en los primeros receptores de la propuesta, los alumnos de Física de 2º de Bachillerato. Estos alumnos se encuentran en un momento de sus vidas en que quieren saber cómo será su futuro, qué consecuencias tendrá elegir una u otra carrera, necesitan ver aplicaciones de los conocimientos adquiridos, saber que servirán para algo más que para superar la EBAU. Por ello, los profesores somos los encargados de darles esa información que tanto les hace falta,

tranquilizarles, transmitirles conocimiento y, sobretodo, mostrarles diferentes aplicaciones de la Física en nuestra vida para que comprueben que realmente merece la pena haber elegido esta materia.

En el otro lado encontramos los alumnos que cursan Física y Química en los cursos anteriores a 2º de Bachillerato y el motivo para mezclar estas dos realidades es, por un lado el haber observado que el aprendizaje entre iguales tiene resultados favorables en las dos partes implicadas: quien enseña ve reforzado su aprendizaje y quien aprende lo hace de un igual siendo la cercanía el elemento clave para que el aprendizaje sea real; y, por otro, el hecho de que ver en un igual a quien puedes ser tú en el futuro te anima a luchar por llegar a serlo, y nadie mejor para convencerte que alguien en quien puedas verte reflejado.

Con estas dos realidades en mente, nace la innovación que se propone y que está diseñada para romper con esos miedos o desmotivaciones hacia el estudio de la ciencia y, concretamente, de la Física.

Esta propuesta de innovación está diseñada de manera que consta de dos partes o etapas:

- I. La primera parte de la innovación se desarrolla a lo largo de todo el curso, durante aproximadamente 2 recreos al mes se trabajará con los alumnos de Física de 2º de Bachillerato alrededor de esas preocupaciones que les inquietan, mediante vídeos divulgativos o debates relacionados con los contenidos de la unidad que se esté trabajando en ese momento en las clases, pequeñas charlas sobre los diferentes campos de aplicación de la Física fuera de las aulas o las diferentes salidas profesionales a las que te puede conducir el estudio de la misma. La idea es proporcionar al alumnado de información tratando de cubrir sus inquietudes propias del momento vital en que se encuentran.
- II. La segunda parte consistirá en unas jornadas a final de curso en las que los alumnos de 2º de Bachillerato expondrán a los cursos de 2º, 3º y 4º de ESO y 1º de Bachillerato los diferentes conocimientos que han ido adquiriendo en estas pequeñas sesiones con objetivo de motivar a sus sucesores tanto a continuar con la asignatura de Física y Química, como también a elegir Física en 2º de Bachillerato.

En cuanto a los **objetivos** que se persiguen con esta propuesta de innovación podemos decir que el **objetivo general** será aumentar la motivación del alumnado hacia el estudio de las ciencias y la Física en particular, y los **objetivos específicos** son:

- Romper con los miedos y desmotivaciones hacia el estudio de asignaturas científicas.
- Favorecer la predisposición del alumnado para la elección de la asignatura de Física y Química en los diferentes cursos en que esta aparece y, en último lugar de Física en 2º de Bachillerato.
- Acercar la Física al alumnado como una materia accesible y útil.
- Mostrar la verdadera aplicación de la Física fuera de las aulas.
- Promover la comunicación oral y la divulgación científica entre el alumnado.
- Abrir camino a los estudiantes próximos a finalizar la etapa del instituto a continuar con su formación en ciencia.
- Aumentar el número de alumnos matriculados en Física en cursos posteriores.

3. MARCO TEÓRICO

Se entiende innovación educativa como un conjunto de ideas, estrategias y procesos, a través de los cuales se intenta producir cambios en las prácticas educativas, mejorando o transformando los procedimientos de enseñanza aprendizaje (de León, 2005). La innovación surge como respuesta a una necesidad detectada en el ámbito educativo y las características del contexto determinan la oportunidad para su aplicación. Debe existir coherencia entre la mejora que se quiere proporcionar y el estado anterior y, además, debe ser replicable.

Por tanto, toda innovación educativa debe tener como fin dar respuesta a una necesidad detectada y, en nuestro caso, es principalmente la falta de motivación hacia el estudio de la Física por parte del alumnado.

La Física en el Bachillerato debe contribuir a que nuestro alumnado comprenda los problemas científicos actuales y el significado de las teorías y modelos fundamentales para tratar de explicar el Universo. El estudio de esta materia tiene que promover el interés por buscar respuestas científicas y contribuir a que el alumnado adquiera competencias propias de la actividad científica. Además, uno de los objetivos a conseguir por el alumnado es el de expresar mensajes científicos orales y escritos con

propiedad, lo que influye directamente en el desarrollo de la competencia lingüística. Todo esto justifica la necesidad de que puedan responder a todas aquellas preguntas que les surjan sobre nuestro Universo y sobre la ciencia en la actualidad y que ellos mismos sean capaces de transmitir esas ideas trabajando la comunicación científica.

Por su parte, la Física y Química de 2º y 3º de ESO, puesto que puede que estos sean los únicos cursos en los que se curse esta asignatura, tiene el objetivo principal de contribuir a la cimentación de una cultura científica básica; mientras que en 4º de la ESO adquiere un carácter más formal dirigido a desarrollar capacidades específicas de la Física y la Química. Es conveniente, en cualquier caso, ampliar el conocimiento adquirido en las aulas con aplicaciones actuales de estas ciencias, realmente interesantes, de manera que el alumnado sienta una mayor motivación hacia el estudio. En 1º de Bachillerato, la materia de Física y Química debe prestar atención a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente; es decir, debe dotar a los alumnos de cultura científica para que así sean capaces de buscar soluciones a problemas actuales y que permitan avanzar hacia un futuro sostenible.

No podemos dejar de pensar en nuestra sociedad, la escuela ha cambiado pero la sociedad en la que vivimos también, siendo las aulas un reflejo del entorno (Gavidia, 2005). Por un lado, la extensión de la enseñanza obligatoria ha supuesto para muchos estudiantes tener que estar en un lugar que no desean y que aprender algo que no les interesa (Gavidia, 2005). Sobre esto, existe una clara evidencia de una disminución del interés por el estudio de las ciencias a medida que transcurren los cursos y un descenso en el número de alumnos que deciden estudiar una carrera científica en la universidad (Matthews, 1991). Por otra parte, nos encontramos metodologías magistrales que conducen a aprendizajes poco significativos y, consecuentemente, poco funcionales a la hora de solucionar problemas que surgen en contextos vivenciales (Cañal, 2004).

Ante la extensión de la enseñanza obligatoria, la propuesta didáctica es la alfabetización científica, convirtiendo a la educación científica en parte de una educación general (Gavidia, 2005). Además, la educación científica debe tener un carácter transversal siendo un importante instrumento motivacional el tratamiento de problemas actuales sentidos como propios por nuestro alumnado.

Finalmente, podemos decir que la utilización de contextos no formales en la enseñanza de las ciencias es más que posible gracias a las Tecnologías de la Información y la Comunicación y contribuye positivamente a la alfabetización científica. Si además, son los alumnos los que se convierten en divulgadores científicos les ofrecemos la posibilidad de mejorar el conocimiento científico, tanto suyo como de los oyentes, incorporándolo junto con los contenidos presentes en el currículo y a la vez que se divierten y reflexionan sobre la información recibida y transmitida, lo que favorece el pensamiento científico (y crítico) (Gavidia, 2005).

4. DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

4.1 Plan de actividades

La propuesta de innovación se desarrolla durante todo el curso con el alumnado de Física de 2º de Bachillerato, mientras que el resto del alumnado que cursa Física y Química en los diferentes niveles se verá involucrado únicamente en una jornada de divulgación que pondrá el broche final a este proyecto y que se llevará a cabo a final de curso. Esta propuesta consta de dos etapas que se detallan a continuación:

4.1.1 Primera parte. Recreos para la divulgación científica

Esta primera parte se desarrolla a lo largo de todo el curso, durante aproximadamente 2 recreos al mes (mínimo dos para cada bloque de contenidos, pero se intentará poder realizarlos para cada unidad) en los que se trabajará con los alumnos de Física de 2º de Bachillerato alrededor de las diferentes preguntas que se plantean acerca de su futuro y ante la necesidad de ver una aplicación real de la Física que les permita comprobar que lo que están estudiando va más allá que superar la EBAU. Mediante vídeos divulgativos o debates relacionados con los contenidos de la unidad que se esté trabajando en ese momento en las sesiones de clase ordinarias, pequeñas charlas sobre los diferentes campos de aplicación de la Física fuera de las aulas o las diferentes salidas profesionales a las que se puede conducir su estudio, trataremos de responder a todas esas preguntas e inquietudes de nuestros alumnos, tan habituales en a lo largo de este último curso de la etapa de instituto.

Estas pequeñas sesiones de 25 minutos de duración se utilizarán, además de para transmitir información a los alumnos de una manera más dinámica y menos formal, para

preparar lo que será el colofón final de este proyecto, una jornada de divulgación científica en la que se convertirán ellos mismos en divulgadores científicos por un día, exponiendo ante sus compañeros de los diferentes niveles lo que han aprendido en estas pequeñas sesiones tratando de hacerles llegar a ellos esta manera de conocer la Física fuera del contexto formal de las aulas.

Para ello, en la primera sesión se dividirá al grupo de Física de 12 alumnos (suponiendo total disposición para participar en la propuesta) en 4 grupos de trabajo. Estos pequeños grupos trabajarán en una misma dirección para finalmente exponer sus trabajos divulgativos a los cuatro niveles seleccionados. Cada nivel corresponderá a uno de estos pequeños grupos (por sorteo).

Los recreos se organizan por pares de manera que a partir de la información recibida en la primera sesión de cada dos (desarrollada en el aula-laboratorio), los grupos de trabajo dispondrán de la segunda (desarrollada en una sala de informática) para trabajar sobre lo visto en la anterior hacia la jornada final de ponencias convertidos en divulgadores científicos.

Es importante señalar que se han elegido los recreos para llevar a cabo este proyecto debido al poco tiempo del que se dispone en 2º de Bachillerato para abarcar todo el currículo y a la anticipada finalización del curso académico de este nivel. Igualmente se intentará que todo el trabajo de cara a la jornada final se pueda llevar a cabo en el centro sin necesidad de que los alumnos tengan que dedicarle tiempo en casa.

También debemos destacar que aunque se elijan actividades o temas específicos a tratar para los diferentes recreos, los estudiantes podrán realizar sugerencias tanto de actividades como de temas, por lo que la programación de estos será flexible y abierta al desarrollo del curso escolar y a la evolución del grupo.

A continuación, se recogen los posibles temas a tratar (a propuesta de la profesora) en los recreos para la divulgación científica de los que son receptores los alumnos de Física, según la Unidad Didáctica que se esté desarrollando en el aula:

RECREOS PARA LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	
UNIDAD 1: Interacción gravitatoria. <ul style="list-style-type: none"> • Ondas gravitacionales. • Basura espacial. 	UNIDAD 2: Campo eléctrico. <ul style="list-style-type: none"> • Conductores y superconductores. • Electrificación natural. Auroras polares y tormentas.

<p><u>UNIDAD 3: Campo magnético.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Levitación magnética. • Resonancia magnética. • Confinamiento magnético. 	<p><u>UNIDAD 4: Inducción electromagnética.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Producción de la energía eléctrica. • Placas de cocina de inducción. • La guitarra eléctrica.
<p><u>UNIDAD 5: Ondas mecánicas y fenómenos ondulatorios. El sonido.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La física detrás de la música. • Máquina de movimiento perpetuo. • Tsunamis. • Fenómeno de resonancia. 	<p><u>UNIDAD 6: Ondas electromagnéticas. Óptica física.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Las gafas de sol polarizadas. • Transmisión de información. • Física Médica. • La radiación en nuestras vidas.
<p><u>UNIDAD 7: Óptica geométrica.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Imágenes virtuales. El mirascopeo. • Espejismos en el desierto. • El telescopio espacial Hubble. 	<p><u>UNIDAD 8: Física relativista.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Relojes atómicos • Efectos relativistas en los aceleradores de partículas.
<p><u>UNIDAD 9: Física cuántica.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Espectrometría. • Microscopía de efecto túnel. • Nanotecnología. 	<p><u>UNIDAD 10: Física nuclear y de partículas elementales. Historia del Universo.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiodiagnóstico y radiofármacos. • Radiación cósmica y detectores. • Proyecto ITER.

Se muestran como ejemplo dos vídeos divulgativos que podrían utilizarse en un recreo o varios dedicados a la primera unidad del curso:

A través de charlas cortas (de 10 minutos) llenas de ciencia y un poco de humor, los divulgadores Miguel Santander con *Si no lo veo no lo creo* y Ángel Gómez con *El chatarrero espacial* explican de manera clara y cercana para qué sirven las ondas gravitacionales y la existencia de la basura espacial respectivamente.

Con estas dos pequeñas intervenciones (que se podrían utilizar conjuntamente en un recreo o, preferiblemente en dos diferentes) se pretende dar lugar a un pequeño debate entre los estudiantes y reflexión alrededor de estos temas de actualidad.



Figura 3. *Si no lo veo no lo creo*, Miguel Santander. Naukas Bilbao 2019.



Figura 4. *El chatarrero espacial*, Ángel Gómez. Naukas Bilbao 2019.

Se trata de dos de las charlas del congreso Naukas Bilbao 2019, que ahora se encuentran disponibles online en la plataforma eitb.tv.

Es importante destacar que, aunque este ejemplo de recreos sea mediante vídeos divulgativos las actividades podrán ser variadas, pudiendo darse charlas por parte de la profesora, por parte de alguna persona invitada al centro; llevar a cabo debates de confrontación de ideas, etcétera.

4.1.2 Segunda parte. Jornada de divulgación científica

La segunda parte consistirá en una jornada a final de curso en las que los pequeños grupos de trabajo de 2º de Bachillerato expondrán a los alumnos de Física y Química de 2º, 3º y 4º de ESO y 1º de Bachillerato los diferentes conocimientos adquiridos los recreos para la divulgación científica. El objetivo es trasladar la cultura científica adquirida a sus compañeros, a la vez que les acercan la Física de 2º de Bachillerato y desarrollan ellos mismos su competencia en comunicación científica.

Esta jornada se desarrollará uno de los últimos días del curso a lo largo de toda la mañana en el salón de actos del centro, se destinará 1 hora y cuarto a cada nivel, y en ella el grupo correspondiente de 2º de Bachillerato llevará a cabo su exposición durante 45-50 minutos, a los que le seguirán 15-20 minutos de preguntas y finalmente se respetarán 10-15 minutos para la transición de niveles y ponentes. Las diferentes sesiones destinadas a los cuatro grupos seleccionados se desarrollan una detrás de la otra y los alumnos de Física asistirán a todas ellas, independientemente de que sean o no los ponentes, en apoyo a sus compañeros y puesto que sus intervenciones pueden ser igualmente enriquecedoras.

4.2 Agentes implicados

Para el correcto desarrollo de esta propuesta de innovación se requiere de diferentes agentes del centro educativo que deberán trabajar de manera coordinada:

- **Profesora de Física:** encargada principal de elaborar y poner en marcha la propuesta tras haber diagnosticado previamente la necesidad de esta en el centro. Tras su elaboración, la propuesta debe ser presentada por la profesora ante el Departamento de Física y Química y, también, ante el Departamento de Actividades Complementarias y Extraescolares. Además, la profesora planificará y coordinará todas las actividades a desarrollar a lo largo del proceso. Finalmente, diseñará los instrumentos de evaluación de la propuesta.
- **Departamento de Física y Química:** será conocedor de la existencia de esta innovación a lo largo del curso y su colaboración será fundamental para el correcto desarrollo de la jornada final, en la que todo el departamento trabajará conjuntamente para que esta se desarrolle de la mejor manera posible.
- **Alumnado de Física 2º de Bachillerato:** grupo de 12 alumnos con un alto grado de interés por la ciencia y la Física en particular. Serán los primeros receptores de esta propuesta, recibiendo información sobre distintos campos de aplicación de la Física, y finalmente se convertirán ellos mismos en divulgadores científicos por un día, encargándose de la jornada final de divulgación.
- **Alumnado de Física y Química de 2º, 3º y 4º de ESO y 1º de Bachillerato:** receptores finales de la propuesta, asistiendo como público a la jornada final de divulgación científica; se trata de los posibles futuros alumnos de Física y Química o Física, a los que también va dirigida esta innovación.
- **Responsable de nuevas tecnologías del centro:** este miembro de la comunidad educativa será esencial para poder llevar a cabo la jornada final. Su colaboración será necesaria en torno a todo aquello relativo a la presentación audiovisual de las diferentes intervenciones en la jornada de divulgación. Se requerirá de la proyección de imágenes y de dos micrófonos, uno para quien interviene como divulgador y otro para que el público pueda realizar preguntas al final de cada sesión. Igualmente, servirá como apoyo a lo largo del curso, durante la primera etapa de la propuesta.

4.3 Materiales y recursos

Durante la puesta en marcha de la innovación serán necesarios los siguientes materiales y recursos:

▪ **Medios audiovisuales:**

- Proyector: con el que proyectar el soporte visual necesario en cada momento.
- Ordenador con acceso a internet y conectado al proyector.
- Pantalla de proyección.
- Sistema de audio: altavoces para poder escuchar tanto a la persona que habla en cada momento como el audio de los posibles vídeos que se puedan proyectar.
- Micrófonos: serán necesarios 2 para la jornada final de divulgación.

▪ **Mobiliario:**

- Para la jornada final, dos sillas situadas sobre el escenario en un lateral para los dos alumnos de cada grupo que vayan a intervenir a lo largo de una de las sesiones, pero que no lo estén haciendo en un determinado momento.

▪ **TIC:**

- Presentaciones *PowerPoint* preparadas por los alumnos para la jornada final o aquellas que sean necesarias a lo largo del curso para los recreos.
- Diferentes vídeos ilustrativos.

4.4 Fases y distribución temporal

▪ **Elaboración de la propuesta de innovación (del 2 al 6 de septiembre de 2019):** esa propuesta se elabora con el fin de presentarla al Departamento de Física y Química y al de Actividades Extraescolares y complementarias para su aprobación antes de que comience el curso escolar.

▪ **Presentación de la propuesta de innovación al alumnado de 2º de Bachillerato (entre el 16 y el 20 de septiembre de 2019):** durante uno de los recreos de la primera semana de curso se reunirá al alumnado de Física para explicarles el proyecto que desarrollaremos conjuntamente a lo largo del curso y el objetivo final que será la jornada de divulgación científica. Será en ese momento en que se fije el número de

interesados en participar en la propuesta así como los subgrupos de trabajo y el nivel asignado a cada uno de cara a la jornada final.

- **Planificación, coordinación y puesta en marcha de las diferentes actividades a llevar a cabo a lo largo del curso:** esta fase conlleva desde principios de octubre de 2019 hasta finales de junio de 2020.
- **Ensayos previos a la jornada final:** durante la semana previa a la jornada de divulgación científica (del 15 al 19 de junio) se llevarán a cabo durante el horario de recreo o durante horas que pueda tener disponibles la profesora, los ensayos de las cuatro intervenciones de cada grupo para la jornada final.
- **Jornada de divulgación científica: 22 de junio de 2020 de 8:45 a 14:30 horas**

La sesión destinada a cada nivel será:

○ 8:45 horas: 2º ESO.

○ 11:45 horas: 4º ESO.

○ 10:15 horas: 3º ESO.

○ 13: 15 horas: 1º Bachillerato.

- **Evaluación de la propuesta de innovación:** tras la jornada de divulgación, tanto por parte del alumnado como de la profesora.

4.5 Evaluación y seguimiento de la propuesta

Para evaluar esta propuesta de innovación y poder formular posibles mejoras de cara a futuras aplicaciones de la misma, se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Cuaderno de la profesora:** la profesora irá anotando las percepciones sobre la acogida de la propuesta por parte del alumnado de 2º de Bachillerato a lo largo del curso, así como por el público de la jornada de innovación. Igualmente anotará los comentarios que le hagan sus compañeros al respecto a lo largo del curso y en la jornada final. Finalmente, durante el siguiente curso se podrá valorar el impacto que esta jornada haya tenido sobre el alumnado de los diferentes niveles, teniendo en cuenta posibles comentarios o actitudes que puedan tener hacia la jornada, la motivación de los alumnos día a día en el aula y los resultados académicos. Se tendrá muy en cuenta también el impacto concreto sobre el nuevo grupo de Física.
- **Cuestionarios:** concretamente serán dos cuestionarios, uno para los alumnos del público de la jornada de divulgación científica y otro para el alumnado de Física. Estos

se cumplimentarán a continuación de la sesión correspondiente el día de la jornada en el primer caso, y en los siguientes días a la misma, en el segundo. Se presentan a continuación:

DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y QUÍMICA – 23 de junio de 2020					
PÚBLICO DE LA JORNADA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA					
ALUMNADO DE					
Valora según tu experiencia los siguientes ítems (Escala de valoración: 1: muy en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: de acuerdo, 4: muy de acuerdo)	Escala de valoración	1	2	3	4
	Antes de estas jornadas pensaba que la asignatura de Física y Química es muy complicada.				
	Antes de estas jornadas pensaba que la asignatura de Física y Química es muy abstracta.				
	A lo largo de mi vida he escuchado comentarios negativos sobre la asignatura de Física y Química.				
	Creo que la asignatura de Física es demasiado compleja para mí.				
	No sabía que la Física tenía aplicaciones en la actualidad.				
	La asistencia a estas jornadas ha cambiado mi idea sobre la asignatura de Física y Química.				
	La asistencia a este acto a contribuido a eliminar mis miedos hacia la asignatura de Física y Química.				
	Actualmente no tengo miedo a estudiar Física.				
	Estas jornadas me han descubierto la relación entre la Física y la investigación en la actualidad.				
	Creo que la Física es muy útil y que merece la pena estudiarla.				
	Me ha sorprendido lo que puede llegar a gustarme la Física.				
	Mis compañeros de 2º de Bachillerato han sabido conectar conmigo y la charla me ha parecido muy interesante.				
	Esta charla me ha motivado a continuar estudiando Física y Química.				
Me gustaría que se organizaran más jornadas como esta en el centro.					
En una escala de 1 a 10, mi puntuación a estas jornadas es:					
Propuestas de mejora:					

DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y QUÍMICA – 23 de junio de 2020					
ALUMNADO DE FÍSICA DE 2º DE BACHILLERATO					
Valora según tu experiencia a lo largo de este curso los siguientes ítems (Escala de valoración: 1: muy en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: de acuerdo, 4: muy de acuerdo)	Escala de valoración				
	1	2	3	4	
	Los recreos para la divulgación científica han sido enriquecedores para mí.				
	Los recreos para la divulgación científica han respondido a preguntas importantes para mí.				
	Asistir a los recreos para la divulgación científica me ha parecido, en alguna ocasión, una pérdida de mi tiempo libre.				
	He trabajado muy a gusto con mis compañeros preparando la jornada final.				
	En algún momento he pensado en abandonar.				
	A lo largo del curso me he sufrido estrés debido a este proyecto.				
	Volver al instituto después de la EBAU me ha parecido una buena idea.				
	Me siento muy animado/a a estudiar una carrera científica.				
	Participar en un acto como la jornada de divulgación científica ha sido muy satisfactorio.				
	Me he sentido muy bien como divulgador científico.				
	Volvería a repetir esta experiencia.				
	Pienso que este tipo de propuesta puede desarrollarse desde otros Departamentos Didácticos.				
Me parece conveniente realizar este tipo de actividades en el Instituto.					
Recomendaría a los futuros alumnos de Física a participar en un proyecto como este.					
Esta propuesta ha alcanzado mis expectativas.					
En una escala de 1 a 10, mi puntuación a esta propuesta es:					
Propuestas de mejora:					

4.6 Atención a la diversidad

Teniendo en cuenta el contexto en que nos encontramos y la heterogeneidad presente en el alumnado del Instituto, debemos ser conscientes de los porcentajes de alumnos con discapacidad auditiva, por un lado, y con discapacidad visual, por otro, presentes en el centro. A pesar de que en el grupo de Física de 2º de Bachillerato no encontramos este tipo de alumnado, sí que participarán como público en la jornada final. Por este motivo, se llevarán a cabo las siguientes medidas:

- Proyección de imágenes subtítuladas durante las intervenciones orales.
- Descripción oral detallada de todos los contenidos abordados.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Tras poner en práctica esta innovación, sus resultados implicarán un gran paso adelante en la visión que los alumnos tienen sobre la Física y sobre la ciencia y, consecuentemente, esto se verá también reflejado en su entorno.

A continuación, se enumeran algunos de los resultados que cabe esperar con la implantación de esta propuesta de innovación:

- Aportación al alumnado de una visión general sobre las diferentes aplicaciones actuales de la Física.
- Superación de la visión de la asignatura de Física como una materia difícil y alejada de la actualidad y de la vida.
- Mayor motivación por parte del alumnado hacia el estudio de las ciencias y concretamente de la Física.
- Aumento el número de alumnos matriculados en Física en 2º de Bachillerato en los próximos cursos.
- Mejora de la comunicación oral y científica del alumnado de Física, así como la cultura científica de todo el alumnado involucrado en la propuesta.

VI. CONCLUSIONES

Gracias a la formación recibida a lo largo de este Máster he logrado desarrollar la programación docente que se presenta en esta memoria, así como la Unidad Didáctica. Además, del análisis de la experiencia vivida en el centro de prácticas he podido realizar una propuesta de innovación cuyo objetivo último es la motivación hacia el estudio de la Física.

Como futuros docentes de Física y Química debemos ser conocedores de las posibles situaciones que encontraremos en los centros en el futuro inmediato, las cuales no serán siempre fáciles, pero sí que deberemos afrontar a través de nuestros conocimientos. No cabe duda que hoy en día aún existe cierto rechazo o temor hacia el estudio de materias científicas y, como docentes de algunas de ellas, debemos esforzarnos para que esta concepción desaparezca, para acercar la ciencia al alumnado como algo accesible y verdaderamente interesante.

Por otra parte, del período de prácticas me llevo un aprendizaje que me parece realmente relevante y es que las interacciones en el aula con el alumnado deben propiciar procesos de enseñanza-aprendizaje eficaces. Para ello, no solo tienen que estar dispuestos los alumnos, sino también el docente quien debe mostrarse cercano y saber escuchar, entender y atender a todo su alumnado, siendo el respeto mutuo la base de un buen proceso de enseñanza-aprendizaje.

VII. REFERENCIAS

1. Bibliografía

- Alonso, J.D., Pérez, M., Puente, J., Romo, N. (2009). *Física*. Madrid: SM.
- Armero, J., Basarte, J.F., Catello, D.J., García, T., Martínez de Murguía, M.J. (2009). *Física Bachillerato*. Barcelona: Edebé.
- Arsuaga, J.M., Gálvez F., Moreno, J., Zubiaurre, S. (2009). *Bachillerato 2. Física*. Madrid: Grupo Anaya S.A.
- Arsuaga, J.M., Fernández, A., Moreno, J., Vílchez, J.M., Villalobos, G. (2016). *Bachillerato. Física* Madrid: Grupo Anaya S.A.
- Barrio, Jorge. (2016). *Inicia Dual Física 2º Bachillerato*. Madrid: Oxford educación.
- Fernández, M.R., Fidalgo, J.A. (2009). *Física. Bachillerato 2*. León: Everest.
- Gisbert, M., Hernández, J.L. (2016). *Bachillerato. Física*. Madrid: Bruño.
- Martínez, M.J. (2009). *Física*. Vicens Vives.
- Nacenta, P., Puente, J., Romo, M., Trueba, J.L. (2016). *Física*. Madrid: SM.
- García J.A., Peña, A. (2016). *Física. 2º Bachillerato*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Sánchez. D., Vidal, M.C. (2016). *Física. Serie investiga*. Madrid: Santillana.

2. Referencias bibliográficas

- Cañal, P. (2004). La enseñanza de la Biología ¿cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla? *Alambique*, (41), 27-41.
- Consejería del Principado de Asturias (2015). *Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias*.
- Consejería del Principado de Asturias (2015). *Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias*. Oviedo: C.E. (BOPA, 30/06/15).
- de León, P.C. (2005). *La innovación educativa*, (4). Ediciones AKAL.

- Gavidia, V. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (19), 91-102.
- Matthews, M.R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*. 11(12), 141-155.

