



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

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

**Propuesta basada en el constructivismo
para la enseñanza de la Física en 1º de
Bachillerato.**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Manuel Ignacio Pérez Rodríguez
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Física y Química
Director/a:	Alejandra Delgado Pérez
Fecha:	18 de mayo de 2022

Resumen

El presente trabajo fin de estudios aborda el desarrollo de una propuesta de intervención que se fundamenta sobre las bases del constructivismo para dar respuesta a la problemática existente en la enseñanza de la física de 1º de Bachillerato.

El trabajo parte de una revisión del contexto socioeducativo contemporáneo en el campo de las ciencias dando pie a la elaboración de un marco teórico que aborda minuciosamente tanto los estudios de la problemática documentada como las estrategias metodológicas empleadas para afrontar dicha problemática. Justificado por la pareja relevancia que mantienen, el trabajo desdobra el estudio en dos áreas, la del conocimiento científico y la de la destreza matemática.

En la fase de elaboración de la propuesta de intervención, partiendo de la base teórica del constructivismo, se diseñan una serie de actividades de relevancia metodológica destinadas a afrontar los problemas identificados en el estudio del marco teórico.

La propuesta se estructura sobre el empleo de un modelo de aula invertida ofreciendo un óptimo aprovechamiento del tiempo lectivo. Dentro del aula, se sirve del uso del conflicto cognitivo para trabajar sobre las concepciones alternativas, de las herramientas TIC para la construcción de la destreza matemática y del enfoque CTSA para la contextualización del conocimiento, materializándolo mediante el desarrollo de experiencias interpretativas y Ciencia basada en Proyectos (PBS).

Palabras clave: Constructivismo, Física, Matemáticas, Aula invertida, Conflicto cognitivo.

Abstract

This Master's thesis aims the development of an intervention proposal that is based on the foundations of constructivism to respond to the existing problems in the teaching of physics in the 1st year of Baccalaureate.

The work is based on a review of the contemporary socio-educational context in the field of science, leading to the development of a theoretical framework that thoroughly addresses both the studies of the documented difficulties and the methodological strategies used to confront those problems. Justified by the linked relevance that they maintain, the work unfolds the study in two areas, the scientific knowledge and the mathematical skill.

In the phase of preparing the intervention proposal, starting from the theoretical basis of constructivism, a series of activities of methodological relevance are designed to address the problems identified in the study of the theoretical framework.

The proposal is structured on the use of a flipped classroom model offering optimal use of face-to-face time. Within the classroom, the proposal includes the use of cognitive conflict to work on alternative conceptions, ICT tools for the construction of mathematical skills and the STSE approach for the contextualization of knowledge, materializing it through the development of interpretive experiences and Project-based Science (PBS).

Keywords: Constructivism, Physics, Mathematics, Flipped Classroom, Cognitive conflict.

Índice de contenidos

1.	Introducción.....	8
1.1.	Justificación	8
1.2.	Planteamiento del problema.....	9
1.3.	Objetivos	10
1.3.1.	Objetivo general.....	10
1.3.2.	Objetivos específicos.....	10
2.	Marco teórico	11
2.1.	Estudio detallado de la problemática.....	11
2.1.1.	Problemática relacionada con la enseñanza de las ciencias	11
2.1.2.	Ideas previas relacionadas con el concepto de energía	12
2.1.3.	Problemática relacionada con la enseñanza de las matemáticas	13
2.2.	Revisión del marco metodológico específico	14
2.2.1.	Revisión metodológica en el campo de la energía	14
2.2.2.	Revisión metodológica de la construcción del conocimiento matemático	15
2.2.3.	Revisión metodológica del uso de la tecnología en el campo del cálculo.....	17
2.3.	Estudio del marco metodológico actual.....	18
2.3.1.	Enfoque constructivista y aprendizaje significativo	18
2.3.2.	Enfoque CTSA y ciencia basada en proyectos (PBS).....	19
2.3.3.	Enseñanza por conflicto cognitivo.....	21
2.3.4.	Modelo de aula invertida	22
3.	Propuesta de intervención.....	24
3.1.	Presentación de la propuesta.....	24
3.2.	Contextualización de la propuesta	24
3.3.	Intervención en el aula.....	26

3.3.1.	Objetivos	26
3.3.2.	Competencias.....	27
3.3.3.	Contenidos	29
3.3.4.	Metodología.....	33
3.3.5.	Cronograma y secuenciación de actividades.....	34
3.3.6.	Recursos	47
3.3.7.	Evaluación	48
3.4.	Evaluación de la propuesta	51
4.	Conclusiones	54
5.	Limitaciones y prospectiva.....	55
	Referencias bibliográficas	56
Anexo A.	Objetivos de Etapa: Artículo 4 del Decreto 42/2015.....	61
Anexo B.	Extracto de la Metodología didáctica del Anexo I del Decreto 42/2015.....	62
Anexo C.	Anexo II de la Orden ECD/65/2015	64
Anexo D.	Anexo IV del Decreto 42/2015	67
Anexo E.	Cuestionario ideas previas Actividad 2.....	68
Anexo F.	Cuestionario ideas previas Actividad 4.....	68
Anexo G.	Rúbrica del portafolio del alumno.....	69
Anexo H.	Rúbrica PBS Actividad 7.....	70

Índice de figuras

Figura 1 Ejercicios de cálculo gráfico de la integral con GeoGebra.....	39
Figura 2 Ejemplo ilustrativo de banco de ensayos tribológicos.	42
Figura 3 Ejemplo ilustrativo de péndulo de Charpy.	44
Figura 4 Esquema de posible planteamiento de referencia para la actividad PBS	46

Índice de tablas

Tabla 1 Estadios de la Ciencia basada en proyectos	20
Tabla 2 Relación entre tipos de actividades, contenidos, objetivos y competencias.	32
Tabla 3 Listado de actividades y temporalización	35
Tabla 4 Resumen actividad 1.....	36
Tabla 5 Resumen actividad 2.....	37
Tabla 6 Resumen actividad 3.....	38
Tabla 7 Resumen actividad 4.....	40
Tabla 8 Resumen actividad 5.....	41
Tabla 9 Resumen actividad 6.....	43
Tabla 10 Resumen actividad 7.....	45
Tabla 11 Recursos necesarios para la propuesta de intervención	48
Tabla 12 Escala de valoración trabajo autónomo actividades 2 y 4.....	49
Tabla 13 Lista de control debate actividades 2 y 4	49
Tabla 14 Resumen de evaluación y criterios de calificación de la propuesta	50
Tabla 15 Resumen de evaluación y criterios de calificación de la propuesta	51
Tabla 16 Escala de valoración de la propuesta. A completar por los alumnos.	52
Tabla 17 Escala de valoración de la propuesta. A completar por el docente.....	53

1. Introducción

El presente trabajo fin de estudios plantea una propuesta de intervención que, a través de la eficiencia pedagógica y una visión interdisciplinar, hace frente a la problemática existente en lo relativo a la enseñanza de las ciencias y la destreza matemática en el contexto actual.

La propuesta de intervención se acomodará dentro de la programación didáctica de la asignatura Física y Química de 1º de Bachillerato, concretamente en el Bloque 8. La Energía, según 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 (BOE-A-2015-37).

1.1. Justificación

La sociedad española actual se encuentra inmersa en una profunda crisis del sector educativo que se ve materializada en los mediocres resultados de los alumnos españoles en baremos internacionales de evaluación, (Salmieri, 2021). Podríamos inferir del estudio de Salmieri que el escenario actual refleja un contexto socioeconómico de pobreza educativa, entendida ésta como un inadecuado nivel de competencias básicas (Barbieri, 2007). El presente trabajo, tomando consciencia de esta situación, muestra un especial interés en el desarrollo integrado de aquellas competencias básicas relacionadas tanto con la destreza matemática como con el reconocimiento de los mecanismos básicos de la ciencia.

Cabe destacar que las consecuencias de la pobreza educativa bien han sido cuantificadas en materia de desigualdad y desarrollo socioeconómico (Solga, 2014) y, a pesar de existir cierta correlación entre la inversión en materia educativa y el PIB per cápita generado por una nación, el estudio de Solga pone de manifiesto que es la capacidad de un sistema educativo para dotar a los alumnos de las competencias básicas el factor más determinante. A este respecto se identifican múltiples factores en la enseñanza de las ciencias independientes del aspecto económico, tales como la orientación didáctica procesual o el uso de las técnicas de aprendizaje específicas, capaces de mejorar de manera sostenida los resultados de los estudiantes de ciencias, (Coil, 2010).

Por otro lado, el bloque de contenido escogido, Bloque 8. La Energía de 1º de Bachillerato, además de una inherente flexibilidad metodológica, goza de una trascendental relevancia en la sociedad actual como se pone de manifiesto en el artículo *“Teaching and learning of energy*

in K-12 education” (Chen, 2014), convirtiéndolo en una materia estratégica para promover la creación de un vínculo emocional del alumno con la ciencia.

Finalmente, es necesario hacer hincapié en la estrecha relación que une las competencias matemática y científica y en como es posible relacionar la dificultad percibida con el nivel de éxito alcanzado en contextos internacionales (Shen, 2000). Por este motivo, cobra especial relevancia el trabajo interdisciplinar propuesto ya que permite un mayor aprovechamiento del potencial pedagógico de la materia favoreciendo el acercamiento del alumnado a la ciencia (Enderson, 2016).

1.2. Planteamiento del problema

Señalaremos en este apartado las diferentes líneas que describen el problema planteado en la presente propuesta:

Uno de los aspectos más evidentes en la enseñanza de los conceptos relacionados con la energía es la gran cantidad de concepciones alternativas que adquieren los alumnos a lo largo de su vida, tales como entender la energía como un ente tangible o no aceptar la continuidad en la transformación de la misma (Zhang, 2019). Este hecho plantea una férrea barrera para la labor docente y ha de ser correctamente evaluada identificando estas ideas previas y reformulándolas correctamente.

La segunda línea se traza alrededor del hecho de que, pese a la multitud de estrategias desplegadas hasta el momento, no se ha encontrado una respuesta certera frente a las carencias en el proceso de enseñanza aprendizaje del campo de la energía. (Doménech, 2007). Afortunadamente, lo que si parece evidente es que el nivel de profundidad con que se aborda su estudio resulta insuficiente para poder alcanzar un desarrollo completo del alumno en la materia (Doménech, 2013).

Finalmente, y dado el carácter axiomático de la propuesta, resulta necesaria una dinámica bien articulada entre la comprensión conceptual y la destreza matemática. Por este motivo, se hace indispensable identificar aquella problemática específica asociada a este segundo término del binomio y ofrecer a los alumnos las herramientas necesarias para desarrollar su competencia de manera integral (Gómez Chacón, 1983), (Berry, 2003), (Bressoud, 2004).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El objetivo general de la propuesta se fundamenta en “Diseñar una propuesta de intervención que trabaje sobre los contenidos del Bloque 8. La Energía para el curso de 1º de Bachillerato.”

1.3.2. Objetivos específicos

En cuanto a los objetivos específicos:

1. Estudiar la problemática asociada a la enseñanza de los conceptos energéticos y al desarrollo de la competencia matemática en la sociedad actual.
2. Revisar el trabajo pedagógico existente empleado de manera específica a la problemática asociada a la materia objeto de la propuesta de intervención.
3. Estudiar el marco metodológico actual relacionándolo con la problemática identificada para los contenidos de la presente propuesta de intervención.
4. Programar actividades que permitan, de manera justificada, ofrecer una mejora pedagógica de la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología.

2. Marco teórico

El presente marco teórico abordará, a través los siguientes apartados, el contexto pedagógico existente relacionado con los contenidos abordados en la propuesta de intervención objeto del presente trabajo fin de estudios.

Partiendo del estudio de la problemática, se evaluará la validez de algunas de las principales propuestas metodológicas existentes en la actualidad y finalmente se completará el marco teórico con un estudio detallado de los enfoques de mayor relevancia para la estrategia pedagógica.

2.1. Estudio detallado de la problemática

En este primer apartado nos adentrarnos en la problemática a la cual haremos frente en la propuesta de intervención. Este estudio nos permitirá evaluar las diferentes propuestas metodológicas existentes en la actualidad.

Se ha estructurado partiendo de un plano generalista centrado en la enseñanza de las ciencias para luego abordar en paralelo dificultades específicas en la enseñanza de conceptos relacionados con la energía y la problemática relacionada con la destreza matemática.

2.1.1. Problemática relacionada con la enseñanza de las ciencias

La problemática general en la enseñanza de las ciencias parte de una falta de éxito metodológico a la hora de abordar las necesidades globales de aprendizaje del alumno en la etapa preuniversitaria (Hart, 2006). Además, las conclusiones de este estudio recalcan la necesidad de un modelo activo y liberalizado de enseñanza que evite la linealidad y monotonía en el aprendizaje.

El estudio también pone de manifiesto que los modelos tradicionales limitan la profundización del estudio de la materia y el desarrollo de las competencias transversales, siendo estas últimas, trascendentales para el desarrollo integral del alumno y su futura participación efectiva en la sociedad.

Por otro lado, este desequilibrio competencial en las ciencias se acentúa cuando nos referimos de manera específica a la destreza matemática. Siendo percibida ésta como un campo aislado del contexto científico y convirtiéndose, por la carencia de la misma, en un obstáculo para el aprendizaje de los alumnos (Enderson, 2016).

Adentrándonos de manera específica en la enseñanza de los conceptos relacionados con la energía, podemos observar que el marco teórico es secundado por la problemática anteriormente expuesta, señalando directamente hacia la falta de profundidad y de un aprendizaje significativo como principales menoscabos del aprendizaje de esta rama de la física (Doménech, 2013).

A continuación, se enumeran algunos de los escollos metodológicos más notables identificados en el estudio de Doménech:

- No se relacionan los conceptos de trabajo y variación de energía desde el punto de vista matemático. Esto impide que el alumno pueda asociarlos a sus aplicaciones científicas más habituales.
- Los conceptos se explican a través de una metodología cuantitativa eliminando totalmente la racionalidad del trabajo científico.
- No se presta atención a las concepciones alternativas de los alumnos, permitiendo que estas perduren afectando a la comprensión profunda del contenido.

Merece la pena tomar en consideración de esta problemática aspectos como la necesidad de liberalización del contenido que, complementado con la percepción de aislamiento contextual y falta de profundidad que sufre la materia, podría avalar la mayor eficacia de enfoque integrado de las disciplinas correspondientes.

2.1.2. Ideas previas relacionadas con el concepto de energía

Uno de los principales problemas que nos encontramos a la hora de enseñar conceptos relacionados con la energía se centra en la existencia de unas arraigadas ideas previas en el pensamiento de los alumnos (Zhang, 2019). De este estudio podemos identificar aquellas que cuentan con una mayor relevancia para el bloque de contenidos seleccionado:

- El entender la energía como un ente tangible.
- Al concepto de conservación de la energía.

Estas ideas alternativas surgen de la experiencia física cotidiana de los alumnos, de su interpretación sesgada de la realidad y de la realimentación de la comunicación verbal, visual y escrita. También es notable el impacto de los graves errores conceptuales cometidos en los procesos de enseñanza – aprendizaje. (Carrascosa, 2005).

En cualquier caso, si bien resulta interesante conocer donde se encuentra históricamente el origen de estas concepciones alternativas, el estudio de Carrascosa deja patente la que la prioridad pedagógica se centra en desarrollar un modelo metodológico que permita introducir los nuevos conceptos de manera efectiva.

Concluimos entonces que la propuesta metodológica deberá incluir estrategias que afronten y corrijan estas ideas previas, desbloqueando el máximo potencial de los alumnos.

2.1.3. Problemática relacionada con la enseñanza de las matemáticas

Siendo la destreza matemática un habilitador clave para el estudio exitoso de las ciencias, conviene realizar un análisis específico de la problemática relacionada con este campo del conocimiento (Shen,2000).

El factor más determinante en la deficiencia de la destreza matemática se centra en la falta de motivación que reportan los alumnos (Ricoy, 2018). En este reciente estudio, se pone de manifiesto la incidencia de varios aspectos que podrían justificar este trastorno:

- Enfoque metodológico tradicional, repetitivo y monótono.
- Falta de aplicación de la materia en la vida cotidiana.
- La materia requiere gran perseverancia para consolidar los conocimientos.
- Falta de exigencia por parte de los centros educativos y las familias.
- Extensión del temario y elevado número de alumnos por clase.

Otra cuestión relacionada con el desarrollo de la destreza matemática que merece la pena ser mencionada es la dificultad intrínseca a la evaluación del grado de desempeño funcional de los alumnos (Shen, 2000). El estudio de Shen, realizado a nivel internacional, pone de manifiesto la incapacidad de los alumnos de enmarcar su destreza dentro de un baremo global, limitando su criterio al desempeño relativo a sus compañeros más cercanos.

Este hecho, que podría resultar anecdótico, se materializa en las dificultades que experimentan los alumnos para abstraerse de la tipología de problemas practicados en el aula y emplear su destreza matemática en la resolución de problemas estructurados en base a otras situaciones cotidianas (Kee, 2019).

Por este motivo, es determinante exponer con claridad el concepto de excelencia matemática, entendiendo ésta como la capacidad de los alumnos para ofrecer resultados precisos a las

cuestiones planteadas y la aplicación de los conocimientos para la resolución de problemas singulares (Schoenfeld, 2007).

La problemática relacionada con la enseñanza de las matemáticas puede parecer amplia, pero queda claro que aspectos como la motivación del alumnado son claves para un buen desempeño. Hemos visto que las metodologías tradicionales representan un obstáculo a la hora de abordar estas dificultades.

De los estudios anteriores concluimos que, en la enseñanza de las matemáticas, existen particularidades relacionadas con los procesos cognitivos a las que habrá que prestar atención. La propuesta de intervención deberá lograr que los alumnos desarrollen una destreza matemática cuya dimensión instrumental no se ciña únicamente a la resolución de mecánica de problemas y, por este motivo, se ha de estudiar el proceso de construcción del conocimiento en este campo pedagógico.

2.2. Revisión del marco metodológico específico

Tras haber completado el estudio de la problemática, en este apartado se revisarán propuestas metodológicas específicas tanto para el campo de la energía como para el campo de las matemáticas. A través de ellas se tratará de evaluar si hacen una referencia significativa a las cuestiones tratadas en el estudio de la problemática y se evaluará su viabilidad.

En base a esta revisión, se definirá la estrategia metodológica empleando los planteamientos más relevantes para el desarrollo de la propuesta de intervención.

2.2.1. Revisión metodológica en el campo de la energía

De entre todos los estudios metodológicos realizados en el campo de la enseñanza de la energía destacan sobremanera los realizados por Ricardo Trumper. En ellos el autor aborda de manera estructurada cada uno de los aspectos planteados en la problemática.

Dentro del trabajo de Trumper se pueden diferenciar claramente dos etapas: En la primera de ellas, el autor aborda la identificación de concepciones alternativas y plantea el trabajo a través de un enfoque constructivista. Sin embargo, en la segunda etapa, partiendo de la misma problemática, plantea de manera específica el uso de la metodología de enseñanza por conflicto cognitivo.

Dentro de la primera etapa destacan los trabajos *“Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept-part one”* (Trumper, 1990) y *“Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept-part two”* (Trumper, 1991). En los que el autor identifica las siguientes estructuras conceptuales:

- **Pensamiento antropocéntrico:** La energía es producida por el ser humano.
- **Pensamiento causal:** La energía hace que ocurran ciertos procesos.
- **Pensamiento de producto:** La energía es el resultado de un proceso.

En la segunda etapa podemos destacar el estudio, *“Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept”* (Trumper, 1997) en el que el autor plantea una serie de cuestionarios que desafían las estructuras previas de los alumnos y los obligan a enfrentarse a conflictos cognitivos.

Podemos extraer de esta revisión metodológica la eficacia del enfoque constructivista y de la enseñanza por conflicto cognitivo, las cuales apuntan directamente a problemas como las concepciones alternativas y la falta de profundidad que impide la construcción de sólidas estructuras de conocimiento.

2.2.2. Revisión metodológica de la construcción del conocimiento matemático

Como habíamos visto en el apartado relacionado con la problemática, para un trabajo pedagógico efectivo resulta de gran trascendencia conocer cómo se construye el conocimiento en torno al contenido a desarrollar. Por este motivo, a la hora de abordar el trabajo matemático en un campo tan abstracto como es el de la energía, resulta imprescindible comprender la naturaleza psicológica del aprendizaje y así poder optimizar la estrategia metodológica a integrar en la presente propuesta de intervención.

Cabe destacar que existe una profunda dualidad de las dimensiones cognitiva e instrumental en el trabajo matemático, la cual ya se puede ver documentada en la obra *“Mathematical Epistemology and Psychology”* (Beth y Piaget, 1965). En esta obra se pone de manifiesto, no solo la autonomía del pensamiento lógico y de la psicológica, sino su complementariedad y la posibilidad de encontrar un planteamiento epistemológico que aborde ambos de manera integrada.

Partiendo de esta teoría, y de un modo más práctico, en el estudio *“Thinking through three worlds of mathematics”* (Tall, 2004) el autor categoriza la construcción del conocimiento en base a tres niveles de desarrollo, los cuales mantienen una continua interrelación:

- **El concepto material:** El primer nivel incluye la percepción, no solo de los objetos físicos del mundo real, sino también de los aquellos conceptos que podemos albergar en la imagen espacial de nuestra mente. Si nos centramos en el plano matemático, esta percepción no se reduce a geometrías euclidianas, incluye también cualquier concepto matemático que podamos visualizar mentalmente.
- **El lenguaje simbólico:** En este segundo nivel se incluyen las acciones relacionadas con la manipulación ya sea en el campo de la aritmética, del cálculo o del álgebra. Todas ellas se circunscriben en el uso de la simbología y permiten pasar del pensamiento conceptual a la realización procesos matemáticos tales como la operación con fracciones, números decimales, vectores o matrices.
- **El pensamiento formal:** Finalmente, el tercer nivel incluye la asimilación de estructuras axiomáticas tales como el espacio vectorial o el concepto matemático de grupo. Estas estructuras implican que los nuevos conceptos han de satisfacer aquellas propiedades definidas por los axiomas que los validan para ser incluidos satisfactoriamente en los esquemas de conocimiento existentes.

Partiendo de este modelo, existen propuestas metodológicas que demuestran la importancia de mantener una línea de trabajo evolutiva a través de estos tres niveles. En la obra *“Cognitive growth in Elementary and Advanced Mathematical Thinking”* (Tall, 1995), el autor pone de manifiesto la importancia de establecer una firme cimentación conceptual y procesual para que el alumno pueda alcanzar un pensamiento matemático avanzado.

Si bien, a lo largo de este apartado se ha hecho referencia específica a la problemática en el desarrollo del pensamiento matemático, en esencia, podemos constatar que sigue siendo el enfoque constructivista el eje sobre el cual es posible desarrollar una estrategia metodológica eficaz en esta propuesta. No obstante, conviene tomar buena nota de cómo se ha de construir el contenido para que el aprendizaje sea potencialmente significativo.

2.2.3. Revisión metodológica del uso de la tecnología en el campo del cálculo

En lo referente al desarrollo de la destreza matemática, y basándonos en lo recogido en el estudio de la problemática, podemos ver que tanto la dimensión instrumental como la actitudinal gozan de una gran trascendencia.

Asimismo, tenemos que ser conscientes del contexto tecnológico en el que vivimos y hacer un análisis crítico de los recursos disponibles y de cómo podemos hacer un uso responsable de los mismos en el marco que nos ocupa.

Con la llegada de los años 90 se produjo una crisis educativa en el campo de las matemáticas. En ella subyacía la necesidad de adaptar las metodologías existentes al incipiente desarrollo tecnológico de la época, esperando poder potenciar el rendimiento de los alumnos y adaptar su aprendizaje a las futuras necesidades de la sociedad. (Ferrini-Mundy & Graham, 1991).

Una de las líneas de trabajo que más encaje tendría en esta corriente reformista se basa en la enseñanza de conceptos matemáticos a través de métodos gráficos. Artículos como “*A Graphical Approach to Integration and the Fundamental Theorem*” (Tall, 1986) ya comenzaban a esbozar las posibilidades de la integración del uso de computadoras gráficas en las metodologías didácticas.

Más adelante, el propio David Tall ampliaría dicho planteamiento a todo el conocimiento matemático, pero centrándose específicamente en la utilización de entornos digitalizados. En el artículo “*Using Computers Environments to Conceptualize Mathematical Ideas*” (Tall, 1990), el autor pone de manifiesto la versatilidad del software a la hora de que los alumnos puedan manejar conceptos matemáticos complejos y cómo esto permite suavizar la curva de aprendizaje, independientemente de la dificultad del contenido al que se les expone.

Si bien en los anteriores artículos se ha evidenciado que el empleo de la tecnología es un indudable habilitador del desarrollo del conocimiento matemático en su dimensión cognitiva e instrumental, también hemos de tener en cuenta cómo puede influir su utilización en el desarrollo de la dimensión actitudinal de los alumnos.

La respuesta a esta cuestión podemos extraerla del estudio “*Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología*” (Gómez-Chacón, 2010). En él se definen y evalúan una serie de parámetros enfocados a medir la eficacia de la metodología en una serie de intervenciones para alumnos de 1º de Bachillerato:

- Confianza en las matemáticas.
- Confianza en el ordenador.
- Motivación con el ordenador.
- Compromiso con las matemáticas.
- Interacción entre el ordenador y las matemáticas.

Pese a que las conclusiones del estudio de Gómez- Chacón respaldan la capacidad de la tecnología para potenciar la dimensión instrumental de la destreza matemática de los alumnos, esta queda vinculada de manera irrefutable a la dimensión actitudinal de los mismos. Por este motivo, se postula que el trabajo docente y el diseño de actividades que resulten atractivas para los alumnos cumple un papel fundamental en el éxito de su integración en la estrategia metodológica.

Si recordamos aquellos aspectos vistos en el estudio de la problemática relacionada con la enseñanza de las matemáticas, podemos inferir que mediante una apropiada contextualización y participación activa de los alumnos que potencie la motivación de los mismos, sería posible hacer del uso de la tecnología una herramienta clave para la consolidación de los conceptos relacionados con el trabajo matemático en la presente propuesta de intervención.

2.3. Estudio del marco metodológico actual

En este último apartado del marco teórico, nos adentraremos en aquellas metodologías que, a través de los apartados anteriores, han demostrado una eficacia manifiesta para tratar los contenidos planteados en la presente propuesta de intervención.

El presente apartado tratará la evolución del constructivismo, se plantearán estrategias desarrolladas para la contextualización del conocimiento científico, se profundizará en la enseñanza por conflicto cognitivo y se presentará el modelo de aula invertida.

2.3.1. Enfoque constructivista y aprendizaje significativo

Partiendo de los estudios del desarrollo cognitivo de Piaget (Piaget, 1947), que a día de hoy aún dominan el campo de la investigación pedagógica, surge en la década de los 70 una corriente de estudio conocida como constructivismo, la cual ofrece un enfoque epistemológico de gran aplicación en el campo de las ciencias.

Aunque fueron autores como (Novak, 1977) o (Driver & Easley, 1978) quienes dieron comienzo a esta nueva línea de trabajo, ya (Ausubel, 1963) teorizaba sobre el concepto de aprendizaje significativo basándose en la importancia de las estructuras conceptuales existentes en los alumnos y en como estos relacionan los nuevos conocimientos en torno a ellas.

Algunos de los aspectos de mayor relevancia en el desarrollo del constructivismo fueron expuestos en estudios independientes como el planteado por (Magoon, 1977), quien posicionó al alumno como epicentro de la construcción del conocimiento o el trabajo de (Solomon, 1987), quien remarcó la importancia de la contextualización de los contenidos de cara a alcanzar un aprendizaje realmente significativo. (Cobern, 1991).

Habiendo sido el constructivismo mencionado de manera continuada a lo largo de este marco teórico parece indiscutible que la línea de trabajo de la presente propuesta de intervención se ha de desarrollar en base a este enfoque.

2.3.2. Enfoque CTSA y ciencia basada en proyectos (PBS)

Con el objetivo de dotar al contenido pedagógico de este potencial significativo y con una línea de contextualización profundamente social y filosófica, aparece en escena el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente).

Si bien ya se comienza a hablar de CTS en los años 70 en publicaciones como *"Science, Technology, and Society: New Goals for Interdisciplinary Science Teaching"* (Hurd, 1975), sería en la década de los 90 cuando la comunidad educativa se comprometiese definitivamente con el uso del enfoque CTSA como medio para dotar al contenido de ese contexto representativo del marco constructivista. Publicaciones como *"Thinking Constructively about Science, Technology, and Society"* (Cheek, 1992) marcan el comienzo de su uso extensivo en las estrategias metodológicas contemporáneas. (Pedretti, 2011).

Si bien el uso de experiencias puede ofrecer una herramienta válida para desplegar el enfoque CTSA en el aula, una de las metodologías que permiten integrar este enfoque de manera más profunda es la Ciencia basada en proyectos (PBS por sus siglas en inglés *"Project-Based Science"*). (Schneider, 2002).

Partiendo de la aplicación práctica de los conocimientos del alumno para la resolución de problemas de la vida cotidiana (ABP), esta metodología ofrece el contexto perfecto para romper la linealidad y monotonía de las metodologías tradicionales, ofreciendo la oportunidad de construir un aprendizaje más significativo y fomentando unos mayores niveles de motivación. (Blumenfel, 1991).

La ciencia basada en proyectos parte de una perspectiva constructivista y enfrenta a los alumnos a problemas del mundo real, para los que tendrán que plantearse cuestiones, depurar sus inquietudes, diseñar experimentos y llevarlos a cabo, tomar datos, analizarlos e interpretarlos hasta llegar a una conclusión que puedan plasmar en un informe final. (Schneider, 2002).

A continuación, se expone uno de los itinerarios más reconocidos para llevar a cabo este tipo de aprendizaje en el aula:

Tabla 1 **Estadios de la Ciencia basada en proyectos**

Teoría del aprendizaje	Característica del PBS
Identificar el problema: Contextualización, valoración del impacto, complejidad.	Definir la cuestión: Valorar contenido científico, evaluar factibilidad.
Comprensión: Representación múltiple, construcción del conocimiento, Pensamiento estratégico.	Investigación: Desarrollo de la solución.
Comunidad de aprendizaje: Colaboración, contexto social, negociación, distribución de responsabilidad.	Colaboración: Establecimiento de normas, Mantener la concentración.
Herramientas cognitivas: Trabajo aplicado.	Tecnología: Construcción del producto final.

Fuente: Krajcik, 1994

En base a lo expuesto, podemos concluir que tanto el enfoque CTSA como el PBS son una gran herramienta para romper la linealidad y monotonía de los enfoques tradicionales, aumentando la motivación de los alumnos, contextualizando los contenidos y dotándolos de un mayor potencial significativo.

2.3.3. Enseñanza por conflicto cognitivo

Uno de los aspectos más relevantes identificados en el estudio de la problemática se centra en la existencia de ideas previas que dificultan la correcta asimilación de nuevos conceptos. Este hecho, dada su vinculación con las estructuras conceptuales existentes en el pensamiento de los alumnos, ha sido abordado desde el marco teórico en numerosas ocasiones por alumnos constructivistas como (Nussbaum & Novak, 1976), (Driver & Easley, 1978) o (Erickson, 1979).

Más allá de los trabajos teóricos anteriormente mencionados, podría decirse que el primer autor que adentrarse en la creación de un marco metodológico que abordase este reto fue (Posner, 1982) con su artículo *“Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change”*.

Se puede considerar que, actualmente, uno de los modelos metodológicos más reconocidos de conflicto cognitivo es el expuesto en el estudio *“Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change”* (Chan, 1997). En él se establece el marco procesual para generar un conflicto cognitivo que resuelva de manera efectiva la necesidad de reestructuración de las estructuras cognitivas iniciales de los alumnos. Sigue dos fases claramente diferenciadas:

- Identificar las ideas previas de los alumnos.
- Enfrentar las ideas previas a la información científica.

Además, el estudio analiza en profundidad la relación entre el conflicto cognitivo generado y la profundidad de la asimilación de los nuevos conceptos, estableciendo 5 niveles que pueden servir como referencia para la evaluación de la efectividad de la intervención:

1. **Subasimilación**: Simplemente se asocia textualmente la nueva información si mayor interacción cognitiva.
2. **Asimilación directa**: Se excluye, distorsiona o parchea la nueva información para adaptarla a las estructuras cognitivas existentes.
3. **Construcción superficial**: Se comprende la nueva información, pero no se logra realizar una conexión con las estructuras existentes.
4. **Construcción implícita**: Se reconoce la problemática generada por la nueva información y se busca la explicación que la solventa.

5. **Construcción explícita:** Se emplea la nueva información para dotar de coherencia a las estructuras cognitivas existentes.

Dada la importancia de trabajar sobre las ideas previas de los alumnos, la enseñanza por conflicto cognitivo habrá de jugar un papel protagonista en la introducción de los conceptos de mayor relevancia para la presente propuesta de intervención.

2.3.4. Modelo de aula invertida

Otro de los aspectos expuestos en el estudio de la problemática del presente marco teórico ha sido el contraste entre la extensión de la materia y la limitación del tiempo lectivo. El modelo de aula invertida ofrece un salvavidas en esta situación permitiendo un trabajo eficiente y extensivo más allá de las fronteras del aula.

Existen antecedentes al modelo de aula invertida que ya teorizaban sobre el uso de entornos web para el desarrollo de un aprendizaje social. En estos se planteaba que los alumnos pudiesen interactuar de una manera más directa con la comunidad educativa a la vez que aprovechaban las ventajas tecnológicas de las plataformas digitales. (Hill, 2009)

El concepto de *"Flipped Classroom"* es relativamente reciente y nace en 2012 cuando es mencionado en un artículo de la revista *"Education Next"* (Tucker, 2012) donde se adelantaba el primer trabajo que documenta la metodología (Sams & Bergmann; 2012). Esta metodología tiene su fundamento en el constructivismo y en el aprendizaje social anteriormente mencionado y no solo busca extender el tiempo como recurso didáctico, sino que trata de optimizar el tiempo en el aula aprovechando las posibilidades del contacto personal con los alumnos.

El modelo de aula invertida diferencia dos conceptos de trabajo:

- A. **Trabajo en casa:** El docente ha de seleccionar y/o crear los recursos y contenidos audiovisuales para que el alumno se adentre en la materia. Es esencial que el docente identifique correctamente los conceptos que el alumno puede ser capaz de trabajar de manera autónoma en su casa y en que extensión.
- B. **Trabajo en clase:** El tiempo de clase se centra en el desarrollo de actividades que permitan evaluar lo aprendido en casa y que promuevan el interés de los alumnos por la materia. Actividades como experimentos, debates o resolución de problemas pueden formar parte de dicho repertorio.

Este modelo también ha demostrado también un significativo aumento de los niveles de motivación del alumnado en ciencias (Jeong, 2016), por lo que su uso en la propuesta de intervención está doblemente justificado.

3. Propuesta de intervención

En el presente apartado se describirá, de manera detallada, la propuesta de intervención planteada en el presente trabajo fin de estudios.

El fundamento será coherente con el marco teórico anteriormente expuesto y, tras la descripción del contexto para el que se planteará su implantación, se ofrecerá una proposición coherente y de aplicación real en el aula.

3.1. Presentación de la propuesta

Tras el estudio del marco teórico, queda patente que el empleo de un enfoque constructivista a la hora de afrontar los contenidos del Bloque 8. La Energía para la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato resultará indispensable para alcanzar el objetivo general de esta propuesta de intervención.

De manera más específica, se han expuesto los principales mecanismos de construcción del conocimiento desde el punto de vista matemático y relacionado los aspectos más relevantes de la problemática en la enseñanza de las ciencias con aquellas herramientas que han demostrado una mayor eficacia en la resolución de los mismos:

- Concepciones alternativas: Enseñanza por conflicto cognitivo.
- Descontextualización de la materia: Enfoque CTSA y PBS.
- Falta de destreza matemática: Métodos gráficos de cálculo.
- Limitación del tiempo lectivo: Modelo de aula invertida.

3.2. Contextualización de la propuesta

La presente propuesta de intervención se plantea para su implantación en un centro privado ubicado en la localidad asturiana de Avilés, en la zona centro de la provincia. A pesar de su renombre como polo portuario e industrial, en los últimos años las políticas regionales apuestan por su transformación hacia un modelo basado en el conocimiento. Han sido ya varias las empresas que han establecido sus centros de servicios e investigación en la ciudad dando forma a un cambio en el perfil socioeconómico de su población.

En el año 2021 la ciudad contaba con una población de 76.874 habitantes, de los cuales el 53,57% habían nacido en la localidad y únicamente el 6,8% eran extranjeros. La edad media

de la población es de 48,71 años y se sitúa como el noveno municipio de la provincia en cuanto a renta bruta anual, 3.052€ por debajo de la capital, Oviedo. La población ocupada representa un 27,4% de la población total y el índice de igualdad de Gini es un 29,90, en línea con la media de la región. (Instituto Nacional de Estadística, 2021)

A nivel educativo, la presente propuesta se enmarca dentro del contexto legislativo relativo al nivel de Bachillerato para el Principado de Asturias cuya regulación viene recogida en el Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato en el Principado de Asturias. Éste a su vez, toma parte de sus directrices del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato y 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.

Ubicado a un kilómetro del centro de la ciudad, el centro educativo para el que se plantea la presente propuesta de intervención presenta un alumnado heterogéneo pero alineado con los datos demográficos anteriormente expuestos. En sus 45.000 m² de instalaciones, cuenta con unos 1.500 alumnos matriculados anualmente, así como con una amplia oferta extracurricular que incluye actividades educativas y deportivas tales como talleres artísticos y de robótica, clases de danza y equipos en varias categorías regionales de fútbol y baloncesto.

La oferta formativa del centro cubre desde los 3 a los 18 años e incluye itinerarios LOMCE e Internacionales, ofreciendo opción de enseñanza bilingüe. Los resultados en contextos nacionales de puntuación y calidad sitúan al centro entre los 100 mejores del país, por este motivo se espera que el alumnado se muestre abierto a experimentar un trabajo de mayor profundidad como el que se plantea en esta propuesta de intervención

La presente propuesta de intervención se enmarca dentro del trabajo del departamento de ciencias formado por un total de 15 profesores y que incluye las asignaturas de Física, Química, Matemáticas, Biología, Geología y Economía. Esta circunstancia facilitará el trabajo planteado para la propuesta de intervención que ocupa, de manera interdisciplinar, las áreas de la energía y del perfeccionamiento de la destreza matemática.

El grupo clase incluyen en torno a 30 alumnos, sin distinción alguna en cuanto al género. Al tratarse de un nivel de 1º de Bachillerato, se espera que los alumnos presenten un grado de interés por la materia suficiente como para desarrollar las sesiones con relativa fluidez.

3.3. Intervención en el aula

3.3.1. Objetivos

Los objetivos generales de la intervención se centran en los objetivos de la etapa de bachillerato establecidos en el Artículo 4 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, y en las líneas planteadas en cuanto a metodología didáctica para Física y Química recogidas en el Anexo I del mismo documento. Ambos se encuentran, a su vez, recogidos en los Anexos A y B del presente trabajo fin de estudios.

Tomando en consideración las directrices del marco legislativo, la naturaleza de los contenidos a abordar en la presente propuesta de intervención se han diseñado los siguientes objetivos didácticos específicos:

- O1. Evaluar las ideas propias, desarrollando un pensamiento crítico sobre las mismas.
- O2. Estructurar los principales conceptos energéticos en el contexto cotidiano.
- O3. Analizar de manera autónoma los contenidos propuestos por el docente.
- O4. Comprender los principales axiomas que rigen el modelo energético afrontando de manera razonada la resolución de problemas.
- O5. Estructurar el pensamiento matemático a través del uso de herramientas digitales.
- O6. Valorar el uso de herramientas digitales para la resolución de problemas matemáticos relacionados con el campo de la energía.
- O7. Demostrar conciencia social, respeto y cooperación para el desarrollo del conocimiento.
- O8. Demostrar una madurez comunicativa tanto en la expresión ordenada de las ideas propias como en la comprensión de las de los demás.
- O9. Conocer la contribución del conocimiento científico al contexto de la vida cotidiana, tomando especial conciencia del respeto a la sociedad, la seguridad vial y la conservación del medioambiente.

- O10. Demostrar espíritu emprendedor a través del uso del conocimiento científico, la creatividad y la sensibilidad artística.
- O11. Valorar el uso de las TIC para la investigación del contexto de aplicación del conocimiento científico en la sociedad.
- O12. Valorar la importancia de la disciplina y de los hábitos de trabajo para lograr un eficaz desarrollo académico y personal.

3.3.2. Competencias

En el presente apartado se desarrollarán las competencias que se trabajarán a través de la propuesta de intervención. Hemos de tener en cuenta que éstas han de incluirse dentro de las establecidas en el artículo 2.2 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre publicado en el BOE.

Debemos también tomar en consideración la especificación dispuesta en esta materia en el Artículo 10 del Decreto 42/2015 del 10 de junio publicado en el BOPA. Según éste, dichas competencias han de ser integradas a través del diseño de actividades que incluyan simultáneamente más de una competencia y potenciando de manera especial la competencia de Comunicación Lingüística (CCL) y la competencia Matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):

1. **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)**

La CMCT será el eje sobre el que se desarrolle la presente propuesta de intervención y se trabajará a través de todas sus dimensiones:

- **Cognitiva:** Mediante la adquisición de los conocimientos relacionados con el campo de la energía y los axiomas que rigen su comportamiento. En esta dimensión se trabajará de manera conjunta a la CPAA en el trabajo autónomo del alumno y la CD en el empleo de herramientas digitales de visualización matemática.
- **Instrumental:** Mediante la resolución de problemas numéricos relacionados con el contenido contextualizado. Traduciendo, en cada caso, la realidad planteada a su expresión simbólica y trabajando con las diferentes variables implicadas. En esta dimensión se trabajará junto con la CD mediante el empleo de herramientas digitales de visualización matemática y con la CIE en el desarrollo de proyectos para plantear soluciones a problemas cotidianos.

- **Actitudinal:** Mediante el empleo del enfoque CTSA en el material destinado al trabajo autónomo de los alumnos. Se trabajará en conjunto con la CSC ofreciendo un punto de vista ético a la contextualización de los contenidos.

2. Comunicación lingüística (CCL)

Se trabajará principalmente a través de las dimensiones instrumental y actitudinal en los debates en el aula moderados por el docente y en la exposición de los resultados de los proyectos. En todos los casos, como se ha indicado en el punto anterior, se trabajará en conjunción con la CMCT:

- **Instrumental:** Mediante la promoción de la expresión verbal de los alumnos, la exposición ordenada de las ideas y sus pretensiones.
- **Actitudinal:** Mediante el fomento del pensamiento crítico, la conciencia social, el respeto y la cooperación en conjunción con la CSC.

3. Competencia digital (CD)

Se trabajará principalmente a través de las dimensiones instrumental y actitudinal tanto a través del trabajo autónomo de los alumnos como del empleo de herramientas digitales de visualización matemática. De nuevo, en todos los casos se trabajará en conjunción con la CMCT:

- **Instrumental:** A través del manejo específico de las herramientas digitales y del trabajo autónomo del alumno en conjunción con la CPAA.
- **Actitudinal:** Esta dimensión, que presenta una singular importancia en la propuesta de intervención, se trabajará a través de la promoción de los beneficios del empleo de herramientas digitales de visualización matemática en la resolución de problemas. Se busca crear un vínculo que permita al alumno percibir la tecnología como un habilitador del pensamiento científico.

4. Aprender a aprender (CPAA)

Se trabajará en todas sus dimensiones a través del trabajo autónomo del alumno. Se trabajará en conjunción con la CMCT:

- **Cognitiva:** A través de la enseñanza de estrategias que afiancen los hábitos de estudio y la disciplina de los alumnos.
- **Instrumental:** A través del seguimiento planificado del trabajo, el autocontrol y la disciplina.

- **Actitudinal:** a través de la promoción de los beneficios del trabajo autónomo y planificado.

5. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)

Se trabajará a través de sus dimensiones instrumental y actitudinal en conjunción con la CMCT, la CPAA, la CD, la CSC y la CEC en proyectos para plantear soluciones a problemas cotidianos:

- **Instrumental:** A través del cálculo del impacto económico y social de los planteamientos y la evaluación de la viabilidad de sus propuestas.
- **Actitudinal:** En conjunción con la CSC, a través de la tutela y promoción de sus propuestas manteniendo una especial sensibilización con desarrollo tecnológico sostenible.

6. Competencias sociales y cívicas (CSC)

Se trabajará a través de sus dimensiones actitudinal y cognitiva, ambas en conjunción con la CMCT en los debates en el aula moderados por el docente, en los proyectos para plantear soluciones a problemas cotidianos y en las experiencias basadas en la interpretación del conocimiento en aplicaciones reales:

- **Cognitiva:** A través de la contextualización del conocimiento mediante el enfoque CTSA, en conjunción con la CPAA y de la CD.
- **Actitudinal:** A través de la promoción de un comportamiento responsable, en conjunción con la CCL en los debates y de la CIE en los proyectos.

7. Conciencia y expresiones culturales (CEC)

Se trabajará su dimensión instrumental en conjunción con la CMCT, la CPAA, la CD y la CIE en los proyectos para plantear soluciones a problemas cotidianos y en las experiencias basadas en la interpretación del conocimiento en aplicaciones reales:

- **Instrumental:** A través de la preparación de infografías que muestren sus conclusiones de una manera visual y atractiva.

3.3.3. Contenidos

Los contenidos a abordar en la presente propuesta de intervención están incluidos en el Bloque 8. Energía para Física y Química de Bachillerato. Estos vienen definidos en el Anexo I 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.

Dentro de los contenidos del bloque, la presente propuesta abordará de manera específica los siguientes:

- C1.** Energía mecánica y trabajo.
- C2.** Sistemas conservativos. Teorema de la energía potencial.
- C3.** Teorema de las fuerzas vivas.
- C4.** Energía cinética y potencial del movimiento armónico simple.

De acuerdo con la legislación vigente, a continuación, se describen los criterios de evaluación (CE) mediante los cuales se podrá valorar si el alumno es capaz de cumplir los siguientes estándares de aprendizaje (EA):

- CE1.** Establecer la ley de conservación de la energía mecánica y aplicarla a la resolución de casos prácticos.
 - EA1.1.** Calcular el trabajo realizado por una fuerza de módulo constante y cuya dirección no varía respecto al desplazamiento.
 - EA1.2.** Calcular el trabajo gráficamente.
 - EA1.3.** Aplicar la ley de la conservación de la energía para realizar balances energéticos y determinar el valor de alguna de las magnitudes involucradas en cada caso.
 - EA1.4.** Aplicar el teorema del trabajo y de la energía cinética a la resolución de problemas.
 - EA1.5.** Describir cómo se realizan las transformaciones energéticas y reconocer que la energía se degrada.
 - EA1.6.** Analizar los accidentes de tráfico desde el punto de vista energético y justificar los dispositivos de seguridad (carrocerías deformables, cascos, etc.) para minimizar los daños a las personas.
- CE2.** Reconocer sistemas conservativos como aquellos para los que es posible asociar una energía potencial y representar la relación entre trabajo y energía.
 - EA2.1.** Distinguir entre fuerzas conservativas y no conservativas describiendo el criterio seguido para efectuar dicha clasificación.
 - EA2.2.** Justificar que las fuerzas centrales son conservativas.
 - EA2.3.** Demostrar el teorema de la energía potencial para pequeños desplazamientos sobre la superficie terrestre.

- EA2.4.** Identificar las situaciones en las que se cumple el principio de conservación de la energía mecánica.
- EA2.5.** deducir la relación entre la variación de energía mecánica de un proceso y el trabajo no conservativo, a partir de los teoremas de las fuerzas vivas y de la energía potencial.
- CE3.** Conocer las transformaciones energéticas que tienen lugar en un oscilador armónico.
 - EA3.1.** Justificar el carácter conservativo de las fuerzas elásticas.
 - EA3.2.** Deducir gráficamente la relación entre la energía potencial elástica y la elongación.
 - EA3.3.** Calcular las energías cinética, potencial y mecánica de un oscilador armónico aplicando el principio de conservación de la energía.
 - EA3.4.** Dibujar e interpretar las representaciones gráficas de las energías frente a la elongación.

Como resumen, en la siguiente tabla podemos comprobar la relación existente entre las actividades, los contenidos, los objetivos de la propuesta y las competencias trabajadas:

Tabla 2 **Relación entre tipos de actividades, contenidos, objetivos y competencias.**

Tipo de Actividad	Contenidos, CE y EA	Objetivos	Comp.
Trabajo autónomo del alumno.	C1: CE1: EA1.5 C2: CE2: EA2.1, EA2.2, EA2.4 C3: CE2: EA2.5 C4: CE3: EA3.1.	O1, O2, O3, O5, O11, O12.	CMCT, CD, CPAA
Empleo de herramientas digitales de visualización matemática.	C1: CE1: EA1.1, EA1.2, EA1.3 C3: CE2: EA2.5 C4: CE3: EA3.2, EA3.3, EA3.4	O5, O6, O11, O12.	CMCT, CD
Debates en el aula moderados por el docente.	C1: CE1: EA1.5, EA1.6 C2: CE2: EA2.1, EA2.2, EA2.4 C3: CE2: EA2.5 C4: CE3: EA3.1.	O7, O8.	CMCT, CCL, CSC
Experimentos basados en la interpretación del conocimiento en aplicaciones reales.	C1: CE1: EA1.4, EA1.5, EA1.6 C2: CE2: EA2.1, EA2.2 C3: CE2: EA2.5 C4: CE3: EA3.1, EA3.2, EA3.3, EA3.4	O9, O10, O11, O12.	CMCT, CD, CPAA, CSC, CEC
Proyectos para plantear soluciones a problemas cotidianos.	C1: CE1: EA1.4, EA1.5, EA1.6 C2: CE2: EA2.1, EA2.2 C3: CE2: EA2.5	O9, O10, O11, O12.	CMCT, CCL, CD, CPAA, SIE, CSC, CEC

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Metodología

En el presente apartado se expondrán los enfoques metodológicos sobre los que se fundamentará el diseño de la propuesta de intervención.

La propuesta de intervención se diseñará en base a un modelo de Aula invertida, donde los alumnos desarrollarán gran parte del trabajo teórico de manera autónoma en sus casas, mientras que se dedicará el tiempo de clase para la realización de debates, experiencias y proyectos.

La naturaleza de los debates no será trivial y se fundamentará sobre la Enseñanza por conflicto cognitivo, identificando las ideas previas de los alumnos mediante la realización de cuestionarios durante su trabajo autónomo. En estos debates se confrontará a los alumnos a sus concepciones alternativas con la intención de corregir y consolidar su comprensión de los conceptos relacionados con la energía.

Otra de las claves de la propuesta de intervención consiste en la contextualización de los contenidos a través del Enfoque CTSA, que se verá reflejado en el desarrollo de Experiencias interpretativas (POE), y del desarrollo de un proyecto estructurado bajo la metodología de Ciencia basada en proyectos (PBS).

Dada la profunda interrelación del campo de la energía con la destreza matemática, a lo largo de la propuesta se plantea también el uso de herramientas digitales de visualización matemática, destinadas a desarrollar de manera estructurada el pensamiento de los alumnos y su capacidad para aplicar los conocimientos a la resolución de problemas singulares.

De cara a su integración en la propuesta de intervención se tendrá en cuenta la conformidad de las actividades diseñadas con el contexto del marco legislativo aplicable.

Tomando el Artículo 14 del Decreto 42/2015 de 10 de junio publicado en el BOPA y, por extensión, el Anexo II de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, recogido a su vez en el Anexo C del presente trabajo fin de estudios, tendremos en consideración los siguientes puntos:

- Empleo de metodologías que favorezcan la contextualización del aprendizaje y la participación activa de los estudiantes, manteniendo la motivación y permitiendo que los conocimientos puedan ser aprovechados fuera del aula.

- Evaluación del nivel competencial inicial del alumnado, diseñando y secuenciando las actividades de una manera progresiva en cuanto a su complejidad.
- Selección de materiales y recursos atendiendo a la diversidad y adaptándose a los distintos ritmos y estilos de aprendizaje.
- Promoción de la figura del docente como orientador y facilitador del desarrollo competencial, dotando al alumnado de mayor protagonismo en el aprendizaje.
- Planteamiento de trabajo por proyectos que alcancen un resultado práctico y que permita a los alumnos aplicar su conocimiento y habilidades en problemas reales.
- Empleo de estructuras de aprendizaje cooperativo que planteen la resolución conjunta de las tareas mediante el intercambio verbal y colectivo de ideas.
- Empleo del portafolio para reforzar la evaluación continua del aprendizaje, desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo del alumno.
- Integración de las TICs en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

3.3.5. Cronograma y secuenciación de actividades

A continuación, se desarrolla la temporalización de la propuesta de intervención y, para ello, es necesario tener en cuenta la distribución del tiempo definida para la asignatura en el contexto normativo de la comunidad. Tomando como referencia lo indicado en el Anexo V del Decreto 42/2015, de 10 de junio publicado en el BOPA, se cuenta con un total de 4 sesiones lectivas semanales para la asignatura de Física y Química.

Tabla 3 **Listado de actividades y temporalización**

Actividades	Sesiones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1: Presentación de la propuesta educativa a los alumnos. Estrategias de trabajo autónomo y enfoque del proceso de enseñanza - aprendizaje.	■									
A2: Análisis de ideas previas y aprendizaje de los principales conceptos energéticos mediante el conflicto cognitivo en el debate en el aula.		■								
A3: Construcción del conocimiento mediante modelizado y empleo de herramientas digitales de visualización matemática.			■							
A4: Análisis de ideas previas y asimilación del concepto de conservación de la energía mediante el conflicto cognitivo en el debate en el aula.				■						
A5: Experimentación del modelizado de fuerzas: Energía disipada en el frenado.					■	■				
A6: Experimentación de la energía del MAS: Ensayos de resiliencia mediante el péndulo Charpy.							■	■		
A7: Proyecto de evaluación de la viabilidad del almacenamiento de energía mediante el bombeo hidráulico.									■	■

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 **Resumen actividad 1**

Actividad	1	Sesiones			1 (50')
Título	Presentación de la propuesta educativa a los alumnos. Estrategias de trabajo autónomo y enfoque del proceso de enseñanza - aprendizaje				
Objetivos	Contenidos			CE / EA	
O3, O6, O7, O8, O11, O12	NA			NA	
Tarea	T.	Agrup.	Recursos	Comp.	
T1.1 Presentación modelo de Aula Invertida y recursos necesarios.	15'	Clase	Docente, PC Aula, Pizarra Digital	CPAA, CD	
T1.2 Presentación dinámica de debates.	15'			CCL, CSC	
T1.3 Presentación portafolio, herramientas digitales, proyectos y experimentos.	20'			CMCT, SIE, CEC	
Evaluación	NA				

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo de la actividad

Esta primera actividad tendrá como objetivo el mostrar a los alumnos la estructura de trabajo pensada para el desarrollo del contenido a lo largo de la propuesta de intervención. La actividad se realizará en el aula y, aunque la metodología será esencialmente expositiva, se fomentará un ambiente distendido y la participación de los alumnos.

Al ser una actividad de inicio, se empleará la lluvia de ideas para comprender el nivel competencial de partida de los alumnos y adaptar consecuentemente el ritmo de trabajo.

En su primera tarea (T1.1) se presentará el modelo de aula invertida y los recursos a emplear: el Chromebook y Google Classroom para el trabajar sobre el contenido multimedia orientado al trabajo autónomo.

En la segunda tarea (T1.2) se expondrá la dinámica del debate en el aula. Es muy importante trasladar que el objetivo es trabajar sobre el contenido destinado al trabajo autónomo y que, por tanto, su respaldo al modelo es crucial para el desarrollo de la propuesta.

Finalmente, en la tercera tarea (T1.3) se expondrán las experiencias y el proyecto que habrán de realizar. Se promocionará su motivación por este trabajo contextualizado.

Tabla 5 **Resumen actividad 2**

Actividad	2	Sesiones		1 (50')	
Título	Análisis de ideas previas y aprendizaje de los principales conceptos energéticos mediante el conflicto cognitivo en el debate en el aula.				
Objetivos		Contenidos		CE / EA	
O1, O2, O3, O4, O7, O8, O9, O12		C1		CE1: EA1.5	
Tarea		T.	Agrup.	Recursos	Comp.
T2.1 Visualización de material audiovisual.		20'	Individual	Chromebook	CMCT,
T2.2 Realización cuestionario ideas previas		10'		C. Multimedia	CD,
T2.3 Debate moderado en el aula con generación del conflicto cognitivo		50'	Clase	Cuestionario	CPAA
				Docente	CMCT,
				PC Aula	CCL,
				Pizarra digital	CSC
Evaluación	Se evaluará la realización del cuestionario y la participación en el debate mediante una lista de control.				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Actividad

En esta segunda actividad, primera de desarrollo de la propuesta, los alumnos visionarán el contenido multimedia (T2.1) y realizarán un cuestionario de manera individual y autónoma (T2.2) con anterioridad a la clase.

El contenido multimedia cubrirá el contenido conceptual relativo a los conceptos de energía, trabajo y transformación de la energía contextualizada en la vida cotidiana (EA1.5). El tiempo estimado del visionado del contenido es de 20'. Posteriormente los alumnos realizarán un cuestionario (Anexo E) destinado al estudio de las ideas previas de los alumnos y la identificación de las concepciones alternativas.

Ya en el aula se realizará un debate (T2.3) en el que el docente enfrentará a los alumnos a sus concepciones alternativas, mostrando situaciones de conflicto con sus creencias y fomentando que estos participen razonadamente.

El debate se apoyará sobre contenido que el docente proyectará en la pizarra digital para afianzar los conceptos.

Tabla 6 **Resumen actividad 3**

Actividad	3	Sesiones	1 (50')	
Título	Construcción del conocimiento mediante modelizado y empleo de herramientas digitales de visualización matemática			
Objetivos	Contenidos	CE / EA		
O2, O3, O5, O6, O11, O12	C1	CE1: EA1.1, EA1.2, EA1.6		
Tarea	T.	Agrup.	Recursos	Comp.
T3.1 Realización de ejercicios prácticos de cálculo integral en la calculadora GeoGebra.	20'	Individual	Chromebook, GeoGebra.	CMCT, CD, CPAA
T3.2 Exposición del concepto del trabajo como integral de una fuerza.	20'	Clase (Individual)	Docente, PC Aula Pizarra Digital	CMCT, CD, CSC
T3.3 Resolución gráfica de problemas con GeoGebra	30'		Chromebook GeoGebra	
Evaluación	Los ejercicios serán incluidos en el portafolio			

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Actividad

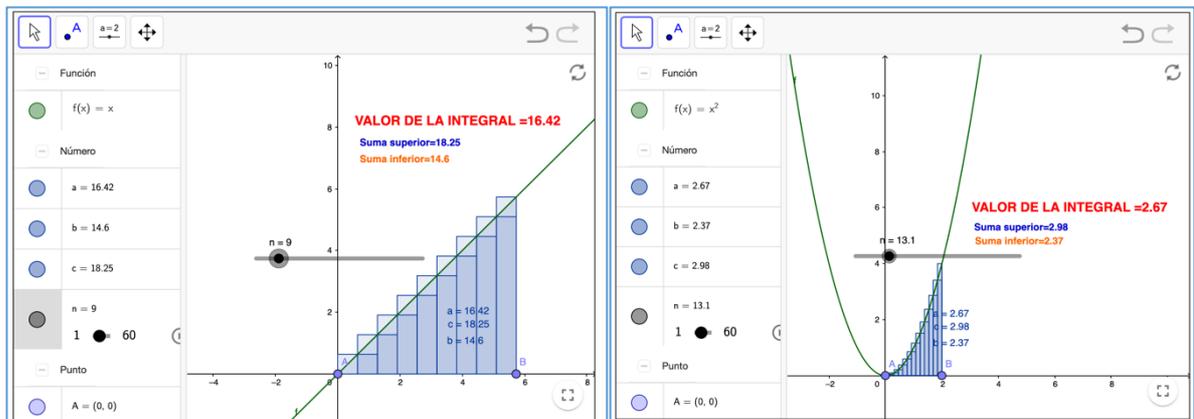
En esta tercera actividad se trabajará la destreza matemática mediante la conceptualización del cálculo integral a través de la calculadora gráfica de GeoGebra. Posteriormente en el trabajo en clase se aprovechará el conocimiento recién adquirido para desarrollar el concepto de trabajo como integral definida de la función de una fuerza entre dos puntos (EA1.1, EA1.2).

En la primera parte de la actividad (T3.1), los alumnos trabajarán de manera autónoma, empleando la calculadora digital GeoGebra, para documentar cómo se realizaría la representación visual de la integral de una recta ($f(x)=k \cdot x$) y de una función cuadrática ($f(x)=k \cdot x^2$).

Se les planteará enfrentar el nuevo concepto de integral definida frente al del área que podrían calcular geoméricamente bajo la recta y la curva, variando el número y la forma de los polígonos empleados para ello.

Este ejercicio pretende diluir la complejidad y derrocar posibles temores de los alumnos frente al cálculo integral. Actualmente existen multitud de recursos en GeoGebra capaces de ofrecer a los alumnos una visión general de a lo que se están enfrentando:

Figura 1 Ejercicios de cálculo gráfico de la integral con GeoGebra



Fuente: Elaboración propia sobre Applet libre en GeoGebra

Una vez en clase, en la segunda tarea de la actividad (T3.2), el docente enlazará el conocimiento del trabajo autónomo con los contenidos relacionados con el cálculo de trabajo y su expresión gráfica (EA1.1, EA1.2).

El tiempo restante de la sesión se realizarán modelizaciones de fuerzas de grado 1 como las elásticas ($k \cdot x$) y de grado 2 como los arrastres aerodinámicos ($1/2 \cdot d \cdot S \cdot C_x \cdot v^2$). También se aprovechará para remarcar la importancia del uso del casco (EA1.6) en base a la energía absorbida con la deformación.

Los alumnos incluirán los ejercicios en el portafolio digital para su posterior revisión y valoración crítica.

Tabla 7 **Resumen actividad 4**

Actividad	4	Sesiones	1 (50')		
Título	Análisis de ideas previas y asimilación del concepto de conservación de la energía mediante el conflicto cognitivo en el debate en el aula.				
Objetivos	Contenidos	CE / EA			
O1, O2, O3, O5, O7, O8, O11, O12	C1, C2, C3	CE1: EA1.3, EA1.4, EA1.5 CE2: EA2.1, EA2.2, EA2.3, EA2.4, EA2.5			
Tarea		T.	Agrup.	Recursos	Comp.
T4.1 Visualización de material audiovisual.		20'	Individual	Chromebook	CMCT,
T4.2 Realización cuestionario ideas previas.		10'		C. Multimedia	CD,
T4.3 Debate moderado en el aula con generación del conflicto cognitivo		50'	Clase	Docente PC Aula Pizarra digital	CPAA CMCT, CCL, CSC
Evaluación	Se evaluará la realización del cuestionario y la participación en el debate mediante una lista de control.				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Actividad

Esta cuarta actividad se estructura de la misma manera que la actividad 2.

En la primera parte (T4.1), los alumnos visionarán contenido multimedia relacionado con las transformaciones energéticas (EA1.3, EA1.4, EA1.5) y con los sistemas energéticos y la conservación de la energía en los mismos (EA2.1, EA2.2, EA2.3, EA2.4, EA2.5) y realizarán un cuestionario (Anexo F) de manera individual y autónoma (T4.2) con anterioridad a la clase.

Una vez en clase se realizará un debate (T4.3) en el que el docente, tras haber identificado las ideas previas y concepciones alternativas en el cuestionario realizado por los alumnos, los confrontará a situaciones de conflicto animándolos a que desarrollen su pensamiento crítico y su expresión lingüística. Al ser el segundo debate de la propuesta, se espera que sea suficientemente representativo para evaluar la mejora competencial de los alumnos en cuanto a CCL y CSC. Las observaciones de las intervenciones serán recogidas en una lista de control por el docente.

Tabla 8 **Resumen actividad 5**

Actividad	5	Sesiones	2 (100')		
Título	Experimentación del modelizado de fuerzas: Energía disipada en el frenado.				
Objetivos	Contenidos	CE / EA			
O1, O2, O3, O5, O5, O6, O9, O10, O11, O12	C1, C2, C3	CE1: EA1.1, EA1.2, EA1.3, EA1.4, EA1.5, EA1.6 CE2: EA2.1, EA2.5			
Tarea		T.	Agrup.	Recursos	Comp.
T5.1 Visualización de material audiovisual y guion de la experiencia. Predicción.		20'	Individual	Chromebook C. Multimedia Guion	CMCT, CD, CPAA
T5.2 Fase de laboratorio de la experiencia interpretativa: Observación y toma de datos.		50'	Grupos de cuatro (Laboratorio)	Docente, Guion Tribómetro Medidores	CMCT, CSC
T5.3 Explicación del fenómeno observado a través del modelizado energético.		50'	Grupos de cuatro (Aula y autónomo)	Docente Chromebook GeoGebra	CMCT, CD, CSC CEC
T5.4 Elaboración de infografía plasmando las conclusiones.					
Evaluación	Se evaluará infografía y autoevaluación dentro del portafolio del alumno				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Actividad

Esta actividad se centra en la realización de una experiencia interpretativa basada en los pasos predicción, observación y explicación.

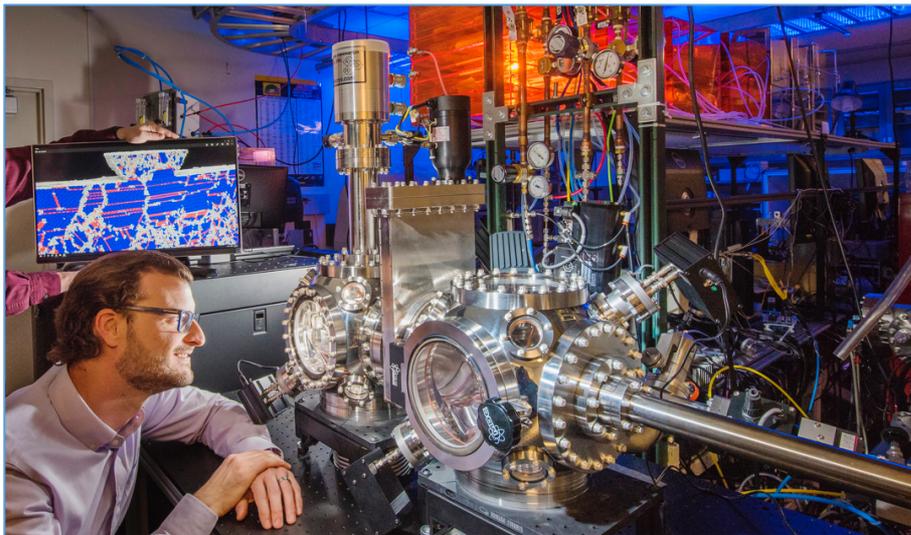
La primera tarea (T5.1) la han de desarrollar los alumnos de manera autónoma e individual mediante la visualización de contenido multimedia relacionado con las transformaciones energéticas que se dan durante el frenado: La energía cinética del vehículo se convierte en calor a través del trabajo de la fuerza de rozamiento que ejerce la pinza de freno sobre el disco y, en caso de que este se bloquee, de la goma de las ruedas sobre el asfalto. (EA1.3, EA1.4, EA1.5, EA1.6, EA2.1, EA2.5).

La segunda tarea (T5.2) tiene lugar en el laboratorio donde se realizarán pruebas de fricción de mediante el uso de un banco de ensayos tribológicos. A la llegada al laboratorio se cerrarán los equipos de trabajo y se revisarán el banco y los instrumentos de medida.

Una vez comience la experiencia los grupos tendrán que observar y recoger datos que les permitan justificar las transformaciones energéticas durante el frenado, tales como, la fuerza aplicada por la pinza sobre el disco, la variación de la velocidad o la distancia de fricción (en función del número de revoluciones y la distancia de la pinza al eje de rotación del disco). El docente dinamizará la experiencia para evaluar si los datos obtenidos se ajustan a los que esperaban en la tarea de observación (T5.1).

Se aprovechará para remarcar la importancia de estos aspectos en la seguridad vial y la prevención de accidentes (EA1.6).

Figura 2 Ejemplo ilustrativo de banco de ensayos tribológicos.



Fuente: Sandia National Laboratories

Una vez completada la fase de laboratorio, de nuevo en el aula (T5.3), los alumnos tratarán de modelizar lo que han observado utilizando empleando GeoGebra como ya hicieron en la Actividad 3. Se les planteará también que profundicen en el modelizado de sistemas de frenado por rozamiento aerodinámico (funciones cuadráticas).

Finalmente, los grupos habrán de recoger la evolución de su conocimiento y las conclusiones de la experiencia en una infografía que incluirán en sus portafolios personales (T5.4). La segunda sesión de 50' está prevista para que el docente pueda asistir a los grupos en la elaboración de los modelos y la infografía, pero es predecible que necesiten dedicar tiempo de trabajo autónomo para completar la actividad satisfactoriamente.

Tabla 9 **Resumen actividad 6**

Actividad	6		Sesiones	2 (100')	
Título	Experimentación de la energía del MAS: Ensayos de resiliencia mediante el péndulo Charpy.				
Objetivos		Contenidos	CE / EA		
O1, O2, O3, O5, O6, O9, O10, O11, O12		C4	CE3: EA3.1, EA3.2, EA3.3, EA3.4		
Tarea		T.	Agrup.	Recursos	Comp.
T6.1 Visualización de material audiovisual y guion de la experiencia. Predicción.		20'	Individual	Chromebook C. Multimedia Guion	CMCT, CD, CPAA
T6.2 Fase de laboratorio de la experiencia interpretativa: Observación y toma de datos.		50'	Grupos de cuatro (Laboratorio)	Docente, Guion Péndulo Charpy	CMCT, CSC
T6.3 Explicación del fenómeno observado a través del modelizado energético.		50'	Grupos de cuatro (Aula y autónomo)	Docente Chromebook GeoGebra	CMCT, CD, CSC CEC
T6.4 Elaboración de infografía plasmando las conclusiones.					
Evaluación	Se evaluará infografía y autoevaluación dentro del portafolio del alumno				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Actividad

En esta sexta actividad se realizará otra experiencia interpretativa POE siguiendo la misma estructura que en la Actividad 5.

En este caso, se plantea que los alumnos visualicen el contenido multimedia relacionado con C4 (EA3.1, EA3.2, EA3.3, EA3.4) y generen una expectativa de lo que sucederá en la experiencia del ensayo de impactos con el péndulo Charpy (T6.1).

La segunda tarea (T6.2) tiene lugar en el laboratorio donde se realizarán la observación del funcionamiento del péndulo y varias pruebas de impactos sobre probetas. Manteniendo los grupos de la Actividad 5 se presentarán los equipos de trabajo a emplear.

Una vez comience la experiencia los grupos tendrán que observar y recoger datos de la altura alcanzada por el péndulo y la energía reportada en el impacto.

Figura 3 Ejemplo ilustrativo de péndulo de Charpy.



Fuente: TÜV Rheinland Laboratories

Tras la fase de laboratorio, de nuevo en el aula (T6.3), los alumnos tratarán de modelizar lo que han observado utilizando funciones matemáticas y la herramienta GeoGebra que ya aprendieron a manejar en la Actividad 3. Se les planteará también que profundicen en el uso y modelizado matemático de otros sistemas de ensayo como el péndulo balístico.

Finalmente, los grupos habrán de recoger la evolución de su conocimiento y las conclusiones de la experiencia en una infografía que incluirán en sus portafolios personales (T6.4).

Al igual que en la Actividad 5, la segunda sesión de 50' está prevista para que el docente pueda asistir a los grupos en la elaboración de los modelos y la infografía, pero se espera que hayan de dedicar tiempo de trabajo autónomo para completar con éxito la actividad.

Tabla 10 **Resumen actividad 7**

Actividad	7	Sesiones	2 (100')		
Título	Proyecto de evaluación de la viabilidad del almacenamiento de energía mediante el bombeo hidráulico.				
Objetivos	Contenidos	CE / EA			
O1, O2, O3, O5, O9, O10, O11, O12	C1, C2, C3	CE1: AE1.4, EA1.5 CE2: EA2.1, EA2.2, EA2.3, EA2.4, EA2.5			
Tarea	T.	Agrup.	Recursos	Comp.	
T7.1 Visualización de material audiovisual e identificación de la problemática del proyecto.	50'	Individual	Chromebook C. Multimedia	CMCT, CD, CPAA, SIE	
T7.2 Establecimiento de las bases del proyecto: Definición de la cuestión y construcción del conocimiento.	50'	Grupos de cuatro (Aula)	Docente Chromebook	CMCT, CD, CSC, SIE	
T7.3 Trabajo de investigación y comunidad de aprendizaje. Creación del producto. Modelo de negocio.	NA	Grupos de cuatro (Autónomo)			
T7.4 Defensa del modelo de negocio.	50'	Grupos de cuatro (Aula)	PC Aula Docente Proyector	CMCT, CCL, SIE, CSC, CEC	
Evaluación	La actividad se evaluará mediante una rúbrica.				

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Actividad

En esta última actividad de la propuesta se les plantea a los alumnos un reto en el que puedan aplicar sus conocimientos científicos a la resolución de problemas de la vida cotidiana, concretamente a un tema de tan candente actualidad como el almacenamiento de energía.

En la primera tarea (T7.1) se les presentarán a los alumnos contenidos relacionados con las implicaciones energéticas del almacenamiento de energía.

Se hará hincapié en la posibilidad del empleo del bombeo hidráulico para el almacenamiento de energía, al estar este relacionado estrechamente con los contenidos C2 y C3. Ofreciendo

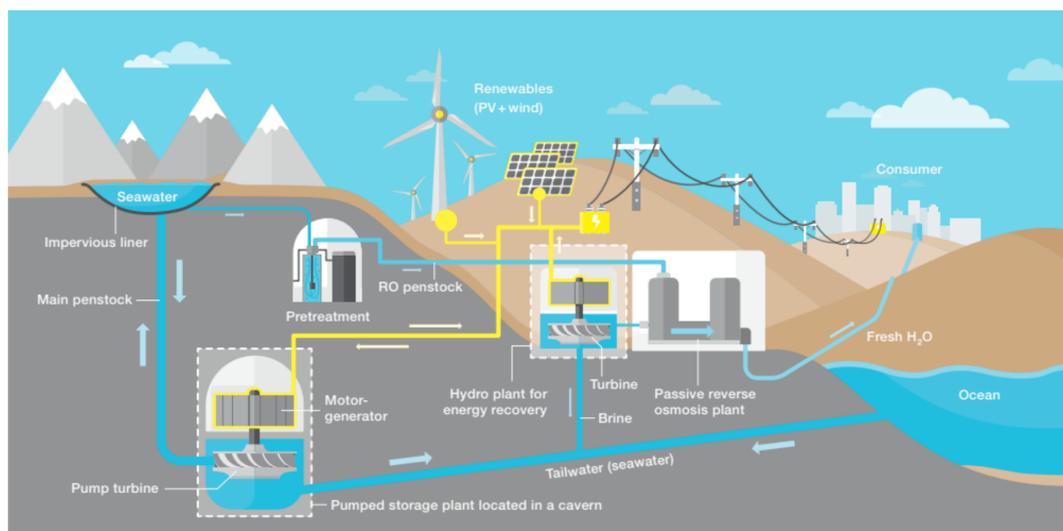
también una excelente oportunidad de contextualización para los aspectos relacionados con el teorema de la energía potencial (EA2.3, EA2.4).

También se hará referencia al uso de energías renovables para la producción de la energía necesaria para el bombeo, sirviendo esto como introducción a la regulación del mercado eléctrico y al concepto de pico y valle energéticos. De cara a complementar el estudio de viabilidad se abordarán contenidos relativos a los rendimientos y las potencias como magnitudes derivadas de la pérdida de energía y de la energía por unidad de tiempo

Los alumnos serán emplazados a identificar aspectos problemáticos que, por su naturaleza, sean abarcables, que tengan un contenido científico relevante y que su resolución ofrezca un impacto positivo significativo.

Como producto final los alumnos desarrollarán un lienzo de modelo de negocio que soporte tanto tecnológica como económicamente la viabilidad de su solución.

Figura 4 Esquema de posible planteamiento de referencia para la actividad PBS



Fuente: Hydropower Europe

Una vez en el aula (T7.2), manteniendo los grupos de las anteriores actividades, los alumnos comenzarán a dar forma al problema identificado, agregando y sintetizando el planteamiento de manera democrática. En este punto el docente asistirá a los alumnos para asegurar que sus proyectos son asumibles, pero dejará margen para que éstos se equivoquen y rectifiquen por sí mismos.

Una vez la cuestión a trabajar es definida y validada por el docente, dará comienzo la fase de investigación (T7.3) en la cual los alumnos seguirán los pasos definidos para la Ciencia basada en proyectos (PBS) para completar la elaboración de su producto final:

- Comprensión profunda del problema.
- Investigación y desarrollo de soluciones.
- Colaboración y contextualización.
- Desarrollo de la aplicación.
- Elaboración del producto final.

La última tarea de la Actividad (T7.4) no se realizará de manera inmediata puesto que se dejará un plazo de seis semanas para que los alumnos puedan trabajar de manera autónoma en el desarrollo de la solución. En esta tarea el grupo presentará su modelo de negocio argumentando su viabilidad bajo tanto bajo criterios científicos como económicos ante el docente y el resto de sus compañeros en el aula.

La evaluación de esta actividad se realizará mediante una rúbrica.

3.3.6. Recursos

Para llevar a cabo la presente propuesta de intervención se necesitará disponer de los recursos identificados y categorizados en la siguiente tabla:

Tabla 11 **Recursos necesarios para la propuesta de intervención**

Recursos personales	Docente de Física y Química de 1º de bachillerato.
Recursos espaciales	Aula. Laboratorio.
Recursos materiales	Tribómetro. Aparatos de medida (termómetro y cronómetro). Péndulo Charpy.
Recursos TIC y contenido digital	PC de Aula con conexión a internet. Pizarra digital asociada al PC de Aula. Proyector. Chromebook de los alumnos. Plataforma Google Classroom. Contenido Multimedia para los contenidos C1, a C4. Cuestionarios de ideas previas para actividades 2 y 4. Guiones de prácticas para las actividades 5 y 6. GeoGebra.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.7. Evaluación

A lo largo de la propuesta de intervención se han definido distintos instrumentos y criterios de evaluación con el fin de cuantificar la evolución del aprendizaje del alumnado a lo largo del desarrollo de las actividades.

El primero de ellos consta de una evaluación inicial en las actividades 2 y 4, mediante el uso de un cuestionario de preguntas abiertas (Anexos E y F del presente trabajo fin de estudios, respectivamente) destinado a conocer las ideas previas de los alumnos. Esta evaluación tendrá un carácter formativo y cubrirá los criterios CE1 y CE2. Para su cuantificación se empleará una escala de valoración en la que los alumnos autoevaluarán su actitud a la hora de afrontar el trabajo autónomo planteado por el docente:

Tabla 12 **Escala de valoración trabajo autónomo actividades 2 y 4**

Elementos a Autoevaluar (1 Nada – 5 Totalmente)	Valoración				
	1	2	3	4	5
He visionado el contenido multimedia previamente					
He conseguido relacionar el contenido con las cuestiones					
He logrado visualizar las situaciones planteadas					
Resultado autoevaluación					

Fuente: Elaboración propia.

Continuando con el desarrollo de los debates para las actividades 2 y 4, el docente evaluará la actitud competencial de los alumnos a través de la observación. A este fin, se empleará, además de los registros anecdóticos para aquellas situaciones excepcionales, la siguiente lista de control:

Tabla 13 **Lista de control debate actividades 2 y 4**

Nombre Alumno: _____		
Elementos a Evaluar	SI	NO
Participa activamente en el debate		
Argumenta con claridad científica sus ideas		
Demuestra capacidad autocrítica en el conflicto cognitivo		
Respeto las opiniones de los demás compañeros		
Demuestra conciencia social en sus argumentos		
Resultado autoevaluación		

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los aspectos clave de la evaluación en esta propuesta de intervención se centra en el desarrollo de un portafolio personal del alumno que recoja y documente el trabajo realizado en las Actividades 2, 5 y 6.

Este portafolio se evaluará en base a una rúbrica que será empleada tanto, por el propio alumno para la autoevaluación, como por el docente. A fin de dotar de mayor importancia al aspecto metacognitivo del alumno, en este caso el peso de la autoevaluación será mayor que el de la evaluación realizada por el docente.

La mencionada rúbrica se recoge en el Anexo G del presente trabajo fin de estudios.

En cuanto a la Actividad 7, cuyo contenido didáctico abarca la gran mayoría del trabajado en la propuesta de intervención, se evaluará directamente a través del producto final desarrollado por los alumnos.

Se empleará como instrumento de evaluación la rúbrica recogida en el Anexo H del presente trabajo fin de estudios y será seguida tanto, por los alumnos a modo de autoevaluación, como por el docente. A diferencia del portafolio, en este caso la evaluación del docente tendrá mayor peso para la calificación final.

A continuación, se resumen los tipos de evaluación aplicados, indicando el momento, el instrumento y el criterio definido en cada caso. Se incluye también el criterio de calificación que conformará la valoración final del alumno para el contenido trabajado en la propuesta de intervención:

Tabla 14 **Resumen de evaluación y criterios de calificación de la propuesta**

Tipo	Actividad	Instrumento	Criterio de evaluación	Criterio de calificación
Inicial Formativa	2 y 4	Cuestionario de respuestas abiertas + escala de valoración.	CE1, CE2	10% Autoevaluación
Continua Formativa	2 y 4	Lista de control + registro anecdótico	CE1, CE2	10% Docente
Continua Formativa	3, 5 y 6	Portafolio + Rubrica	CE1, CE2, CE3	20% Autoevaluación 10% Docente
Global Sumativa	7	Trabajo + Rubrica	CE1, CE2, CE3	40% Docente 10% Autoevaluación

Fuente: Elaboración propia.

La presente propuesta contempla la realización de una evaluación inicial que pretende comprender el nivel competencial de los alumnos y por tanto atender a la diversidad existente en el aula. Aunque no se contemplan adaptaciones específicas, la propuesta cuenta con suficiente flexibilidad como para que el docente pueda realizar las modificaciones pertinentes en función de las particularidades del grupo en cada una de las actividades expuestas.

3.4. Evaluación de la propuesta

Tras haber estudiado en el marco teórico la problemática que acaece al mundo de la enseñanza de las ciencias, se ha diseñado la presente propuesta de intervención. No obstante, no podemos obviar la importancia de la evaluación de los resultados ofrecidos por la misma para poder adaptarla a la realidad.

Si bien la propuesta es sencilla en cuanto a su planteamiento, su implantación requerirá un esfuerzo importante, tanto a nivel de trabajo autónomo de los alumnos, como a nivel de la generación del contenido del docente. Se ha de tener presente que este hecho puede derivar en un rechazo por parte de los implicados, especialmente en el desarrollo del PBS.

La naturaleza específica de las experiencias planteadas requiere el empleo de equipos de laboratorio singulares y podría surgir a la necesidad de trasladarse a un centro de ensayos independiente. A pesar de no ser este un factor excluyente, requerirá una gestión logística adicional.

Se ha de tener en cuenta la innovación ligada tanto a la gestión autónoma del trabajo por parte de los alumnos como a la naturaleza de la evaluación, la cual recae en gran medida sobre la aplicación de conocimientos a problemas reales.

Tabla 15 **Resumen de evaluación y criterios de calificación de la propuesta**

Internos	Externos
Debilidades	Amenazas
D1. Requiere compromiso alumnos.	A1. Rechazo de la comunidad docente.
D2. Requiere generar el contenido.	A2. Rechazo del trabajo autónomo.
D3. Requiere laboratorios específicos.	A4. Complejidad y abandono del PBS.
D4. Control del trabajo autónomo.	A5. Resultado de la evaluación irreal.
Fortalezas	Oportunidades
F1. Identifica concepciones alternativas.	O1. Cambio de tendencia metodológica.
F2. Trabajo interdisciplinar matemático.	O2. Mejora de la imagen del investigador.
F3. Amplio desarrollo competencial.	O3. Refuerzo vínculos en el aula.
F4. Contextualiza resolución de problemas.	O4. Fomentar el interés por la ciencia.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la propuesta trabaja de manera directa sobre la problemática identificada, especialmente sobre el trabajo matemático y la aplicación de los conocimientos en situaciones reales. También es coherente con el desarrollo integral del alumno, buscando la integración de las competencias clave en sus actividades.

Es de esperar que el trabajo grupal de la propuesta, fomente los lazos afectivos en el aula y fuera, potenciando el interés por la ciencia como vector de la cooperación sociocultural.

A continuación, se plantea el empleo de cuestionarios de evolución de la propuesta tanto para los alumnos como para el docente:

Tabla 16 Escala de valoración de la propuesta. A completar por los alumnos.

Elementos a valorar de la propuesta (1 Nada – 5 Totalmente)	Valoración				
	1	2	3	4	5
He visionado el contenido multimedia planteado.					
Ha sido el material de interés para mejorar mi comprensión.					
He logrado corregir las concepciones alternativas previas.					
Ha mejorado mi destreza en el cálculo matemático.					
Las experiencias me han resultado interesantes.					
He encontrado oportunidad de aplicar el conocimiento fuera del aula					
El desarrollo del PBS me ha resultado enriquecedor.					
Estoy conforme con la calificación obtenida.					
Estoy conforme con la carga de trabajo de la propuesta.					
Cual es la valoración global de la propuesta.					
Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 **Escala de valoración de la propuesta. A completar por el docente.**

Elementos a valorar de la propuesta (1 Nada – 5 Totalmente)	Valoración				
	1	2	3	4	5
Valora el esfuerzo realizado para la preparación del material.					
Se han identificado las concepciones alternativas.					
Se han logrado corregir las concepciones alternativas.					
Ha resultado fructífero el trabajo con GeoGebra.					
Ha mejorado la destreza matemática de los alumnos.					
El desarrollo de las experiencias ha sido fructífero					
El desarrollo del PBS ha sido fructífero.					
Cual es la valoración global de la propuesta.					
Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Partimos, en el presente trabajo fin de estudios, de un escenario educativo en que los esfuerzos pedagógicos se han de alinear hacia el desarrollo competencial del alumnado y, en base a esto, se ha planteado una propuesta de intervención con una marcada tendencia metodológica en esta dirección.

Aprovechando la idoneidad del campo de la energía para el trabajo interdisciplinar de las competencias científica y matemática, se ha dinamizado la propuesta cubriendo el resto de competencias clave y propiciando un desarrollo integral del alumno.

Revisando los objetivos planteados para el trabajo, se ha cumplido el objetivo general al haber diseñado una propuesta que trabaja de manera específica sobre los contenidos del Bloque 8. La Energía para 1º de Bachillerato y en cuanto a los objetivos específicos:

Se ha logrado identificar de manera contrastada los principales problemas asociados tanto a la enseñanza de las ciencias, y concretamente a la enseñanza en el campo de la energía, como al desarrollo de la destreza matemática de los alumnos. Pudiendo destacar en este punto la falta de motivación de los alumnos y la descontextualización del contenido.

La revisión del marco metodológico pone de manifiesto la importancia del trabajo sobre las concepciones alternativas empleando el conflicto cognitivo y la necesidad de trabajar en base a los niveles de desarrollo del pensamiento matemático. Se puede reseñar aquí la versatilidad del uso de herramientas TIC como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Ha quedado referenciada también la idoneidad de estrategias metodológicas como el modelo de aula invertida y la contextualización mediante experiencias interpretativas o la ciencia basada en proyectos (PBS) que cubren las necesidades de profundización en los contenidos, rompen con la linealidad y monotonía de las metodologías tradicionales y se mantienen coherentes con el tiempo y los recursos disponibles.

En base a estos aspectos la programación de las actividades queda suficientemente avalada como para validar que la propuesta de intervención ofrece una mejora pedagógica de las competencias matemáticas y las competencias básicas en ciencia y tecnología.

Por ende, se pueden dar como alcanzados todos los objetivos planteados para el presente trabajo fin de estudios.

5. Limitaciones y prospectiva

Llegados a este punto, es necesario reflexionar sobre las limitaciones a las que se ve sometido el planteamiento propuesto en este trabajo fin de estudios y las posibles líneas de trabajo que cabría la posibilidad de desarrollar a partir del mismo.

La propuesta parte de una base esencialmente teórica cuyas directrices son integradas en las actividades planteadas. Este hecho pone de manifiesto la necesidad de evaluar la propuesta de manera específica en parámetros como el efecto real sobre la motivación del alumnado o la efectividad en la fijación de los conceptos y destrezas trabajados.

Si bien la implantación de la propuesta no implicaría mayores dificultades, de cara a disponer de una respuesta sobre su efectividad sería importante realizar un análisis evaluativo con una muestra numerosa y cubrir diversos aspectos como el desempeño de los docentes o el contexto de los grupos clase. Cabe destacar que es previsible que los resultados se vean influenciados por el grado de compromiso de los alumnos con trabajo autónomo, pudiendo ser éste un factor clave para el éxito de la misma.

Por otro lado, en el trabajo se ha abordado un área del conocimiento de gran interés como es el desarrollo cognitivo basado en la teoría constructivista. Dada su naturaleza unida a los avances actuales en el campo de la imagen por resonancia magnética, el trabajo podría dar pie a multitud de líneas orientadas a la evaluación de los efectos de los diferentes estilos didácticos en el desarrollo neurológico de los alumnos.

Si bien este último planteamiento requiere un notable esfuerzo investigador de carácter interdisciplinar, equipos específicos y predisposición de distintos grupos sociales, probablemente sea también una de las áreas de mayor potencial y por tanto una gran oportunidad de identificar nichos de conocimiento aún por descubrir.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*, New York, NY: Grum & Stratton
- Barbieri, G. y Cipollone, P. (2007). *I poveri in istruzione. En A. Brandolini y C. Saraceno (coords.), Povertà e benessere. Una geografia delle disuguaglianze in Italia* (pp. 329-349). Boloña: Il Mulino.
- Beth, Evert W.; Piaget, J. (1965). *Mathematical Epistemology and Psychology* (Vol. 377). Presses Universitaires de France.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. In *Educational Psychologist* (Vol. 26, Issues 3-4, pp. 369-398). <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Belknap Press of Harvard University.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 2(3), 388-402.
- Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15(1), 1-40. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1501_1
- Cheek, D. W. (1992). *Thinking constructively about science, technology and society education*. Albany, NY: SUNY Press.
- Cobern, W. W. (1991). Contextual Constructivism: The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. In *The Practice of Constructivism in Science Education*. <https://doi.org/10.4324/9780203053409-9>
- 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. BOPA NUM. 149 de 29-VI-2015
- Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdés, P., & Vilches, A. (2007). Teaching of energy issues: A debate

proposal for a global reorientation. *Science and Education*, 16(1), 43–64.

<https://doi.org/10.1007/s11191-005-5036-3>

Doménech, J.L., Limiñana, R., Menargues A. (2013). La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias* 31 (3), pp. 103-119

Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.

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. BOE-A-2015-738

Enderson, M. C., & Ritz, J. (2016). STEM in General Education: Does Mathematics Competence Influence Course Selection. *The Journal of Technology Studies*, 42(1), 30–41.
<https://doi.org/10.21061/jots.v42i1.a.3>

Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Sci. Educ.* 63, 221- 230.

Ferrini-Mundy, J., & Graham, K. G. (1991). An Overview of the Calculus Curriculum Reform Effort: Issues for Learning, Teaching, and Curriculum Development. *The American Mathematical Monthly*, 98(7), 627–635.

Gómez Chacón, I.M. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 28(2), 227–244.

Hart, P. D. (2006). How should colleges prepare students to succeed in today's global economy? Based on surveys among employers and recent college graduates. Association of American Colleges and Universities Report.

Hill, J. R., Song, L., & West, R. E. (2009). Social learning theory and web-based learning environments: A review of research and discussion of implications. *International Journal of Phytoremediation*, 21(1), 88–103.

Hurd, P. D. (1975). Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2), 27–30.

- Instituto Nacional de Estadística, (2021). Indicadores Demográficos Regionales. Madrid
<https://www.ine.es>
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., & Cañada-Cañada, F. (2016). Students' Perceptions and Emotions Toward Learning in a Flipped General Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747–758. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8>
- Kee, T. W., Khoh, L.-T. S. (1999). Students' abilities in solving non-routine problems in calculus. MERA-ERA Joint Conference, Malacca, Malaysia, December, 1–3.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A Collaborative Model for Helping Middle Grade Science Teachers Learn Project-Based Instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483–497. <https://doi.org/10.1086/461779>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación (BOE 4-5-2006).
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE 10-12-2013).
- Magoon, A. J. (1977). Constructivist approaches in educational research. *Review of Educational Research*, 47(4), 651-693.
- Nussbaum, J., & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Sci. Educ*, 60, 535-550.
- Novak, J. D. (1977). *A Theory of Education*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601–626. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Piaget, J. (1947) *La psychologie de l'intelligence*. Paris: Armand Colin.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE-A-2015-37.

- Ricoy, M. C., & Couto, M. J. V. S. (2018). Demotivation in mathematics among high school secondary. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 20(3), 69–79. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1650>
- Salmieri, L., & Giancola, O. (2021). *Educational poverty in Spain in a European comparison*. *Revista Española de Sociología*, 30(2), 1–14. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2021.48>
- Sams, A., & Bergmann, J. (2012). *Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day* (1st ed.). International Society for Technology in Education.
- Schneider, R. M., Krajcik, J., Marx, R. W., & Soloway, E. (2002). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 410–422. <https://doi.org/10.1002/tea.10029>
- Schoenfeld, A. H. (2007). *Assesing Mathematical Proficiency*. In *Mathematical Sciences Research Institute* (Vol. 53). Cambridge University Press.
- Shen, C., & Pedulla, J. J. (2000). The Relationship between students' achievement and their self-perception of competence and rigour of mathematics and science: A cross-national analysis. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 7(2), 237–253. <https://doi.org/10.1080/713613335>
- Solga, H. (2014). *Education, economic inequality and the promises of the social investment state*. *Socio-Economic Review*, 12(2), 269–297. <https://doi.org/10.1093/ser/mwu014>
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupil's understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Tall, D. (1986). A Graphical Approach to Integration and the Fundamental Theorem. *Mathematics Teaching*, 113(x), 48–51. <http://wrap.warwick.ac.uk/498/>
- Tall, D. (1990). Using Computers Environments to Conceptualize Mathematical Ideas. *Proceedings of Conference on New Technological Tools in Education*, figure 1, 55–75.
- Tall, D. (1995). Cognitive growth in Elementary and Advanced Mathematical Thinking. *Conference of the International Group for the Psychology of Learning Mathematics*, 1(July), 161–175.

- Tall, D. (2002). Using technology to support an embodied approach to learning concepts in mathematics. *Coloquio de Historia e Tecnología No Ensino de Matemática*, 1, 10–11.
- Tall, D. (2004). Thinking through three worlds of mathematics. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 281–288.
- Trumper, R. (1990). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept--part one. *International Journal of Science Education*, 12(4), 343–354. <https://doi.org/10.1080/0950069900120402>
- Trumper, R. (1991). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept-part two. *International Journal of Science Education*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/0950069910130101>
- Trumper, R. (1997). Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept. *Research in Science and Technological Education*, 15(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/0263514970150101>
- Tucker, B. (2012). Innovations in Flipping the Language Classroom: Theories and Practices. *Education Next*, Winter 2012, 1–9. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6968-0_1
- Zhang, T., Chen, A., & Ennis, C. (2019). Elementary school students' naïve conceptions and misconceptions about energy in physical education context. *Sport, Education and Society*, 24(1), 25–37. <https://doi.org/10.1080/13573322.2017.1292234>

Anexo A. Objetivos de Etapa: Artículo 4 del Decreto 42/2015.

Según lo establecido en el artículo 25 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, el Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- a) ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española, así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.
- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, comprender y expresarse con corrección en la lengua asturiana.
- f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.

- j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, autoconfianza y sentido crítico.
- l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.
- 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.

Anexo B. Extracto de la Metodología didáctica del Anexo I del Decreto 42/2015

La enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato tendrá como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades:

- Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la Física y la Química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia, de su relación con otras y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés por la ciencia y por cursar estudios posteriores más específicos.
- Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (resolución de problemas que incluyan el razonamiento de los mismos y la aplicación de algoritmos matemáticos; formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles; análisis de resultados; admisión de

incertidumbres y errores en las medidas; elaboración y comunicación de conclusiones) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión.

— Manejar la terminología científica al expresarse en ámbitos relacionados con la Física y la Química, así como en la explicación de fenómenos de la vida cotidiana que requieran de ella, relacionando la experiencia cotidiana con la científica, cuidando tanto la expresión oral como la escrita y utilizando un lenguaje exento de prejuicios, inclusivo y no sexista.

— Utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la interpretación y simulación de conceptos, modelos, leyes o teorías para obtener datos, extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluando su contenido, adoptando decisiones y comunicando las conclusiones incluyendo su propia opinión y manifestando una actitud crítica frente al objeto de estudio y sobre las fuentes utilizadas.

— Planificar y realizar experimentos físicos y químicos o simulaciones, individualmente o en grupo con autonomía, constancia e interés, utilizando los procedimientos y materiales adecuados para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones.

— Comprender vivencialmente la importancia de la Física y la Química para abordar numerosas situaciones cotidianas, así como para participar, como ciudadanos y ciudadanas y, en su caso, futuros científicos y científicas, en la necesaria toma de decisiones fundamentadas en torno a problemas locales y globales a los que se enfrenta la humanidad resolviendo conflictos de manera pacífica, tomando decisiones basadas en pruebas y argumentos y contribuir a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.

— Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano.

— Aprender a apreciar la dimensión cultural de la Física y la Química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente,

contribuyendo a la toma de decisiones que propicien el impulso de desarrollos científicos, sujetos a los límites de la biosfera, que respondan a necesidades humanas y contribuyan a hacer frente a los graves problemas que hipotecan su futuro y a la superación de estereotipos, prejuicios y discriminaciones que por razón de sexo, origen social o creencia han dificultado el acceso al conocimiento científico, especialmente a las mujeres, a lo largo de la historia.

Anexo C. Anexo II de la Orden ECD/65/2015

Orientaciones para facilitar el desarrollo de estrategias metodológicas que permitan trabajar por competencias en el aula

Todo proceso de enseñanza-aprendizaje debe partir de una planificación rigurosa de lo que se pretende conseguir, teniendo claro cuáles son los objetivos o metas, qué recursos son necesarios, qué métodos didácticos son los más adecuados y cómo se evalúa el aprendizaje y se retroalimenta el proceso.

Los métodos didácticos han de elegirse en función de lo que se sabe que es óptimo para alcanzar las metas propuestas y en función de los condicionantes en los que tiene lugar la enseñanza.

La naturaleza de la materia, las condiciones socioculturales, la disponibilidad de recursos y las características de los alumnos y alumnas condicionan el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que será necesario que el método seguido por el profesor se ajuste a estos condicionantes con el fin de propiciar un aprendizaje competencial en el alumnado.

Los métodos deben partir de la perspectiva del docente como orientador, promotor y facilitador del desarrollo competencial en el alumnado; además, deben enfocarse a la realización de tareas o situaciones-problema, planteadas con un objetivo concreto, que el alumnado debe resolver haciendo un uso adecuado de los distintos tipos de conocimientos, destrezas, actitudes y valores; asimismo, deben tener en cuenta la atención a la diversidad y el respeto por los distintos ritmos y estilos de aprendizaje mediante prácticas de trabajo individual y cooperativo.

En el actual proceso de inclusión de las competencias como elemento esencial del currículo, es preciso señalar que cualquiera de las metodologías seleccionadas por los docentes para favorecer el desarrollo competencial de los alumnos y alumnas debe ajustarse al nivel

competencial inicial de estos. Además, es necesario secuenciar la enseñanza de tal modo que se parta de aprendizajes más simples para avanzar gradualmente hacia otros más complejos.

Uno de los elementos clave en la enseñanza por competencias es despertar y mantener la motivación hacia el aprendizaje en el alumnado, lo que implica un nuevo planteamiento del papel del alumno, activo y autónomo, consciente de ser el responsable de su aprendizaje.

Los métodos docentes deberán favorecer la motivación por aprender en los alumnos y alumnas y, a tal fin, los profesores han de ser capaces de generar en ellos la curiosidad y la necesidad por adquirir los conocimientos, las destrezas y las actitudes y valores presentes en las competencias. Asimismo, con el propósito de mantener la motivación por aprender es necesario que los profesores procuren todo tipo de ayudas para que los estudiantes comprendan lo que aprenden, sepan para qué lo aprenden y sean capaces de usar lo aprendido en distintos contextos dentro y fuera del aula.

Para potenciar la motivación por el aprendizaje de competencias se requieren, además, metodologías activas y contextualizadas. Aquellas que faciliten la participación e implicación del alumnado y la adquisición y uso de conocimientos en situaciones reales, serán las que generen aprendizajes más transferibles y duraderos.

Las metodologías activas han de apoyarse en estructuras de aprendizaje cooperativo, de forma que, a través de la resolución conjunta de las tareas, los miembros del grupo conozcan las estrategias utilizadas por sus compañeros y puedan aplicarlas a situaciones similares.

Para un proceso de enseñanza-aprendizaje competencial las estrategias interactivas son las más adecuadas, al permitir compartir y construir el conocimiento y dinamizar la sesión de clase mediante el intercambio verbal y colectivo de ideas. Las metodologías que contextualizan el aprendizaje y permiten el aprendizaje por proyectos, los centros de interés, el estudio de casos o el aprendizaje basado en problemas favorecen la participación activa, la experimentación y un aprendizaje funcional que va a facilitar el desarrollo de las competencias, así como la motivación de los alumnos y alumnas al contribuir decisivamente a la transferibilidad de los aprendizajes.

El trabajo por proyectos, especialmente relevante para el aprendizaje por competencias, se basa en la propuesta de un plan de acción con el que se busca conseguir un determinado resultado práctico. Esta metodología pretende ayudar al alumnado a organizar su

pensamiento favoreciendo en ellos la reflexión, la crítica, la elaboración de hipótesis y la tarea investigadora a través de un proceso en el que cada uno asume la responsabilidad de su aprendizaje, aplicando sus conocimientos y habilidades a proyectos reales. Se favorece, por tanto, un aprendizaje orientado a la acción en el que se integran varias áreas o materias: los estudiantes ponen en juego un conjunto amplio de conocimientos, habilidades o destrezas y actitudes personales, es decir, los elementos que integran las distintas competencias.

Asimismo, resulta recomendable el uso del portfolio, que aporta información extensa sobre el aprendizaje del alumnado, refuerza la evaluación continua y permite compartir resultados de aprendizaje. El portfolio es una herramienta motivadora para el alumnado que potencia su autonomía y desarrolla su pensamiento crítico y reflexivo.

La selección y uso de materiales y recursos didácticos constituye un aspecto esencial de la metodología. El profesorado debe implicarse en la elaboración y diseño de diferentes tipos de materiales, adaptados a los distintos niveles y a los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje de los alumnos y alumnas, con el objeto de atender a la diversidad en el aula y personalizar los procesos de construcción de los aprendizajes. Se debe potenciar el uso de una variedad de materiales y recursos, considerando especialmente la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el proceso de enseñanza- aprendizaje que permiten el acceso a recursos virtuales.

Finalmente, es necesaria una adecuada coordinación entre los docentes sobre las estrategias metodológicas y didácticas que se utilicen. Los equipos educativos deben plantearse una reflexión común y compartida sobre la eficacia de las diferentes propuestas metodológicas con criterios comunes y consensuados. Esta coordinación y la existencia de estrategias conexionadas permiten abordar con rigor el tratamiento integrado de las competencias y progresar hacia una construcción colaborativa del conocimiento.

Anexo D. Anexo IV del Decreto 42/2015



BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

NÚM. 149 DE 29-VI-2015

576/577

Anexo IV. Horario del Bachillerato

		1º BACHILLERATO		SESIONES LECTIVAS				
ASIGNATURAS TRONCALES	MATERIAS GENERALES	CIENCIAS	- Filosofía	3				
			- Lengua Castellana y Literatura I	3				
			- Primera Lengua Extranjera I	3				
	MATERIAS DE OPCIÓN	CIENCIAS	Elegir 2	- Filosofía	3			
				- Lengua Castellana y Literatura I	3			
				- Primera Lengua Extranjera I	3			
MATERIAS DE OPCIÓN	HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES	Elegir 2	- Matemáticas I	4				
			- Filosofía	3				
			- Lengua Castellana y Literatura I	3				
MATERIAS DE OPCIÓN	ARTES	Elegir 2	- Filosofía	3				
			- Lengua Castellana y Literatura I	3				
			- Primera Lengua Extranjera I	3				
MATERIAS DE OPCIÓN	CIENCIAS	Elegir 2	- Fundamentos del Arte I	4				
			- Biología y Geología	4				
			- Dibujo Técnico I	4				
MATERIAS DE OPCIÓN	HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES	Elegir 2	- Física y Química	4				
			- Economía	4				
			- Griego I	4				
MATERIAS DE OPCIÓN	ARTES	Elegir 2	- Historia del Mundo Contemporáneo	4				
			- Literatura Universal	4				
			- Cultura Audiovisual I	4				
				CIENCIAS	HUMANIDADES Y CCSS	ARTES	Nº Sesiones lectivas	
ASIGNATURAS ESPECÍFICAS (E)	Obligatoria E	E	Educación Física	2	2	2	2	
	Elegir mínimo 2 y máximo 3	E	Tecnología Industrial I	4	-	-	-	
		E	Anatomía Aplicada	4	-	-	4	
		E	Materia del bloque de asignaturas troncales no cursada	4	4	4	4	
		E	Lenguaje y Práctica Musical	-	-	-	4	
		E	Volumen	-	-	-	4	
		E	Dibujo Técnico I	4*	-	-	4	
		E	Dibujo Artístico I	-	-	-	3	
		E	Análisis Musical I	-	-	-	3	
		E	Cultura Científica	3	3	3	3	
		E	Segunda Lengua Extranjera I	3	3	3	3	
		E	Tecnologías de la Información y la Comunicación I	3	3	3	3	
E	Religión	1	1	1	1			
ASIGNATURAS LIBRE CONFIGURACIÓN (LC)**	LC	LC	Lengua Asturiana y Literatura I	1	1	1	1	
	LC	LC	Proyecto de Investigación I	1	1	1	1	
	LC	LC	Materia propuesta por el centro docente***	1	1	1	1	
Total sesiones materias específicas y de libre configuración				2+7=		9		
Tutoría				1		1		
Total sesiones lectivas				31		31		

*Únicamente si no se cursa como materia troncal de opción.

**El alumnado podrá cursar una materia de libre configuración teniendo en cuenta que el número total de sesiones lectivas de materias específicas y de libre configuración ha de sumar 9.

***Los centros docentes podrán ofertar una materia propia, previa autorización de la Consejería competente en materia educativa.

Anexo E. Cuestionario ideas previas Actividad 2

Tras el visionado del contenido multimedia, responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Puede el ser humano crear energía?
- 2) ¿Podríamos considerar la energía como un fluido?
- 3) ¿Existen objetos que contienen energía?
- 4) ¿Es la energía un combustible?
- 5) ¿Es la energía un producto de determinadas acciones?

Anexo F. Cuestionario ideas previas Actividad 4

Tras el visionado del contenido multimedia, responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Qué pasa con la energía cuando un bloque de hielo se derrite?
- 2) ¿Dónde va a parar la energía de un coche en movimiento cuando se detiene?
- 3) ¿Cómo almacenan las baterías la energía?
- 4) ¿Es mayor el trabajo para subir una carga usando una rampa a 30º o el ascensor?
- 5) ¿qué cae más rápido en el vacío, una pluma o un martillo?

Anexo G. Rúbrica del portafolio del alumno

Aspectos	Sobresaliente	Notable	Suficiente	Insuficiente	Peso
Organización	Clasifica y archiva todas las tareas relacionadas con los contenidos propuestos	Clasifica y archiva la mayoría de las tareas relacionadas con los contenidos propuestos	Clasifica y archiva algunas de las tareas relacionadas con los contenidos propuestos	No clasifica y ni archiva ninguna de las tareas relacionadas con los contenidos propuestos	15%
Orden y limpieza	Todos los trabajos y tareas se presentan de manera adecuada, en cuanto limpieza y orden.	La mayoría de los trabajos y tareas se presentan de manera adecuada, en cuanto limpieza y orden.	Sólo algunos trabajos y tareas se presentan de manera adecuada, en cuanto limpieza y orden.	Ninguno de los trabajos y tareas se presentan de manera adecuada, en cuanto limpieza y orden.	15%
Evidencias de aprendizaje	El alumno evidencia todos los logros en el proceso y en los contenidos demostrando esfuerzo, calidad y variedad en el desarrollo de los trabajos.	El alumno evidencia la mayoría de logros en el proceso y en los contenidos demostrando esfuerzo, calidad y variedad en el desarrollo de los trabajos.	El alumno evidencia algunos logros en el proceso y en los contenidos demostrando algún esfuerzo, calidad y variedad en el desarrollo de los trabajos.	El alumno no evidencia ningún logro en el proceso y ni en los contenidos no demostrando esfuerzo, ni calidad y variedad en el desarrollo de los trabajos.	30%
Contenidos	Las ideas expresadas están perfectamente organizadas de forma clara siguiendo un orden totalmente lógico con coherencia y cohesión.	Las ideas expresadas están satisfactoriamente organizadas de forma clara siguiendo un orden suficientemente lógico con coherencia y cohesión.	Las ideas expresadas no están suficientemente organizadas de forma clara y no siguen un orden totalmente lógico con coherencia y cohesión.	Las ideas expresadas están mal organizadas y no siguen un orden totalmente lógico con coherencia y cohesión.	40%

Fuente: CEDEC proyecto IDIA

Anexo H. Rúbrica PBS Actividad 7

Aspectos	Sobresaliente	Notable	Suficiente	Insuficiente	Peso
Planteamiento de las cuestiones de trabajo	Los alumnos identifican por lo menos 4 cuestiones razonables y creativas a seguir cuando hacen la investigación.	Los alumnos identifican por lo menos 2 cuestiones razonables a seguir cuando hacen la investigación.	Los alumnos identifican, con ayuda del docente, por lo menos 2 cuestiones razonables a seguir cuando hacen la investigación.	Los alumnos identifican, con ayuda del docente 1 cuestión razonable a seguir cuando hacen la investigación.	10%
Plan para la organización del trabajo	Los alumnos tienen desarrollado un plan claro para organizar la información conforme ésta va siendo reunida. Todos los alumnos pueden explicar el plan de organización.	Los alumnos tienen desarrollado un plan claro para organizar la información al final de la investigación. Todos los alumnos pueden explicar este plan.	Los alumnos tienen desarrollado un plan para organizar la información conforme ésta va siendo reunida. Todos los alumnos pueden explicar la mayor parte.	Los alumnos no tienen un plan claro para organizar la información y/o los alumnos no pueden explicar su plan.	10%
Evolución y adaptación del modelo planteado	El modelo es apropiado y creativamente mejorado a lo largo del proyecto.	El modelo es apropiado y hubo un intento de modificación creativa para mejorarlo.	El modelo planteado es apropiado.	El modelo no es apropiado.	10%
Funcionamiento del modelo	El modelo de negocio funciona extraordinariamente bien. Es técnica y económicamente excepcional.	El modelo de negocio funciona bien, es técnica y económicamente viable.	El modelo de negocio funciona bastante bien, pero no es totalmente viable técnicamente o tiene pérdidas económicas.	El modelo de negocio no funciona ni a nivel técnico ni a nivel económico.	30%
Conocimientos demostrados	Todos los alumnos en el grupo pueden contestar adecuadamente todas las preguntas relacionadas con el modelo y el proceso técnico usado para crearlo.	Todos los alumnos en el grupo pueden contestar adecuadamente la mayoría de las preguntas relacionadas con el modelo y el proceso técnico usado para crearlo.	Algunos de los alumnos en el grupo pueden contestar adecuadamente algunas de las preguntas relacionadas con el modelo y el proceso técnico usado para crearlo.	Varios alumnos en el grupo parecen tener poco conocimiento sobre el modelo y los procesos técnicos usados.	20%
Presentación y defensa	La presentación es excepcionalmente atractiva y con información bien organizada.	La presentación es atractiva y emplea información bien organizada.	La información está bien organizada.	La defensa resulta confusa.	20%

Fuente: Elaboración propia con Rubistar.