



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades

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

**Ciencia e Historia: redescubriendo
el método científico con IA en
Física y Química de 4.º ESO**

Trabajo fin de estudio presentado por:	María de Gracia Arenas Moreira
Tipo de trabajo:	Programación didáctica
Especialidad:	Física y Química
Director/a:	Eduardo Amador Mendez
Fecha:	26/05/2026

Resumen

Este Trabajo Fin de Estudios presenta una programación didáctica anual para la asignatura de Física y Química en 4.º de ESO, centrada en una situación de aprendizaje innovadora titulada "Ciencia e Historia: redescubriendo el método científico con IA en Física y Química de 4.º ESO". El objetivo principal es transformar la enseñanza tradicional del método científico, a menudo lineal y descontextualizada, mediante metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo cooperativo. Para ello, el alumnado asume un rol investigador e interactúa con inteligencia artificial conversacional para entrevistar a figuras históricas de la ciencia, reconstruyendo sus procesos de descubrimiento, errores y contexto social. Posteriormente, la información generada por la IA se contrasta con fuentes bibliográficas fiables para fomentar el espíritu crítico y la alfabetización digital, culminando en un simposio científico. Aunque la propuesta presenta limitaciones iniciales derivadas de la inexperiencia docente, solventadas con el apoyo del centro de prácticas, la prospectiva señala la gran viabilidad de extender el uso crítico de la inteligencia artificial y la contextualización histórica a todas las unidades didácticas del curso.

Palabras clave: Física y Química; Programación didáctica; Inteligencia artificial; Método científico; Aprendizaje basado en proyectos; 4º de Educación Secundaria.

Abstract

This Final Master's Project presents an annual syllabus for the Physics and Chemistry subject in the 4th course of Compulsory Secondary Education (*ESO*), centered on an innovative learning situation titled "*Ciencia e Historia: redescubriendo el método científico con IA en Física y Química de 4.º ESO*". The main objective is to transform the traditional teaching of the scientific method, which is often linear and decontextualized, through active methodologies such as project-based learning and cooperative work. To achieve this, students take on a research role and interact with conversational artificial intelligence to interview historical figures of science, reconstructing their discovery processes, errors, and social context. Subsequently, the information generated by the AI is contrasted with reliable bibliographic sources to foster critical thinking and digital literacy, culminating in a scientific symposium. Although the proposal presents initial limitations stemming from a lack of teaching experience, addressed with the support of the placement center, the future outlook indicates the significant feasibility of extending the critical use of artificial intelligence and historical contextualization to all teaching units of the course.

Keywords: Physics and Chemistry; Syllabus; Artificial Intelligence; Scientific method; Project-based learning; 4th course of Secondary Education.

Índice de contenidos

1.	Introducción	7
1.1.	Justificación y planteamiento del problema	8
1.2.	Objetivos.....	9
1.2.1.	Objetivo general	9
1.2.2.	Objetivos específicos	9
2.	Programación didáctica.....	10
2.1.	Presentación de la Programación didáctica	10
2.2.	Contextualización	11
2.3.	Elementos curriculares.....	13
2.3.1.	Objetivos de etapa.....	13
2.3.2.	Competencias clave.....	14
2.3.3.	Competencias específicas.....	14
2.3.4.	Saberes básicos.....	15
2.3.5.	Relación de elementos curriculares	16
2.4.	Metodología	20
2.4.1.	Metodología de la Situación de Aprendizaje.....	20
2.5.	Organización de los espacios de aprendizaje.....	22
2.6.	Distribución del tiempo	23
2.7.	Selección y organización de los recursos y materiales.....	24
2.8.	Atención a la diversidad	25
2.9.	Evaluación.....	26
2.9.1.	Recuperación del proceso de aprendizaje	28
2.9.2.	Evaluación de la Situación de Aprendizaje.....	29
2.10.	Situación de aprendizaje/ unidad de trabajo	30

2.11.	Evaluación de la Programación didáctica	42
3.	Conclusiones.....	43
4.	Limitaciones y prospectiva	45
	Referencias bibliográficas.....	46
	Anexos	47
Anexo A.	Listado de abreviaturas	47
Anexo B.	Infografía explicativa de la SdA	48
Anexo C.	Portafolio de investigación	49
Anexo D.	Rúbrica de evaluación del diseño del póster.....	51
Anexo E.	Rúbrica de evaluación de la exposición oral	52
Anexo F.	Formulario de coevaluación	53
Anexo G.	Formulario de autoevaluación	54

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Relación entre las competencias clave y los objetivos de etapa trabajadas en la programación didáctica</i>	16
Tabla 2. <i>Relación entre las competencias clave y las específicas trabajadas en la programación didáctica a través de los descriptores operativos</i>	17
Tabla 3. <i>Relación genérica de los elementos del currículo de la SdA</i>	18
Tabla 4. <i>Distribución temporal de las unidades de Física y Química para 4.º de ESO a lo largo del curso escolar</i>	23
Tabla 5. <i>Distribución de las actividades de la SdA a lo largo de 3 semanas</i>	24
Tabla 6. <i>Plan de actuación ante las necesidades específicas del alumnado</i>	26
Tabla 7. <i>Relación entre los procedimientos e instrumentos de evaluación empleados en la SdA con la ponderación asignada para cada uno de ellos</i>	28
Tabla 8. <i>Síntesis de la evaluación de la SdA</i>	29
Tabla 9. <i>Síntesis general de la SdA planteada</i>	31
Tabla 10. <i>Actividad 01: El reto de la investigación a lo largo de la historia</i>	34
Tabla 11. <i>Actividad 02: Entrevistas con el pasado</i>	35
Tabla 12. <i>Actividad 03: El filtro del espíritu crítico</i>	37
Tabla 13. <i>Actividad 04: Estructuración y contextualización de la información</i>	38
Tabla 14. <i>Actividad 05: Diseño y elaboración del póster científico</i>	39
Tabla 15. <i>Actividad 06: Simposio Ciencia e Historia</i>	41
Tabla 16. <i>Matriz DAFO de la evaluación de la programación didáctica</i>	42

1. Introducción

La asignatura de Física y Química en 4.º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) constituye un pilar fundamental en la alfabetización científica del alumnado, situándose en un curso clave donde los estudiantes deben consolidar competencias críticas para su futuro académico y ciudadano. En la sociedad actual, marcada por desafíos globales como la transición energética, el cambio climático y la digitalización acelerada, esta materia no solo aporta conocimientos técnicos, sino que se constituye como una herramienta esencial para comprender y transformar el entorno desde un pensamiento racional y basado en evidencias. Bajo esta premisa, la programación didáctica que se presenta en este Trabajo Fin de Estudios (TFE) surge del interés por explorar formas innovadoras de enseñar estas disciplinas, buscando que resulten significativas para el alumnado y que respondan con rigor a los retos educativos del siglo XXI.

En particular, se considera necesario replantear la enseñanza del método científico y de la naturaleza de la ciencia, puesto que su enfoque tradicional en el aula suele limitarse a una secuencia de pasos poco dinámica y lineal que no refleja la complejidad ni la realidad de la investigación científica contemporánea. Esta visión simplificada dificulta que el alumnado comprenda la ciencia como una construcción humana dinámica y sujeta a errores. Para superar esta limitación, se propone incorporar enfoques que integren la historia de la ciencia y el uso crítico de herramientas digitales emergentes, como la inteligencia artificial (IA) conversacional, permitiendo así una aproximación más auténtica y reflexiva al conocimiento.

El diseño de esta propuesta responde, además, a la voluntad de profundizar en el potencial de las metodologías activas, especialmente el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el trabajo cooperativo, para favorecer el desarrollo de competencias científicas, críticas y digitales en el alumnado de 4.º de ESO. Desde esta perspectiva, el presente trabajo se concibe como una oportunidad para articular inquietudes personales e intereses profesionales en torno a la innovación educativa en la enseñanza de las ciencias, en coherencia con el marco normativo vigente, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los retos del siglo XXI.

1.1. Justificación y planteamiento del problema

En la ESO, el método científico suele enseñarse como una secuencia de pasos descontextualizados, lo que conduce a una visión simplificada y poco realista de cómo se construye el conocimiento científico. Esta aproximación dificulta que el alumnado comprenda la naturaleza de la ciencia, sus dimensiones históricas, sociales, controvertidas y dinámicas, y limita el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico y la argumentación basada en evidencias (Sanmarti Puig & Márquez Bargalló, 2017).

Las publicaciones de expertos en la materia de la didáctica de las ciencias señalan el potencial del ABP para articular la enseñanza de contenidos científicos con prácticas auténticas de indagación, modelización y comunicación de resultados (Casierra et al., 2025; Domènech Casal, 2019; Sanmarti Puig & Márquez Bargalló, 2017). Por ello, la contextualización histórica es especialmente adecuada para problematizar ideas sobre qué es la ciencia, visibilizar errores y cambios de paradigma, e introducir debates sobre la validez de las explicaciones científicas (Klopfer & Aikenhead, 2022). En 4.º de ESO, donde se consolidan las competencias científicas y se profundiza en la actividad investigadora, resulta pertinente diseñar propuestas que vayan más allá de la mera aplicación mecánica de leyes y fórmulas.

Paralelamente, la irrupción de la IA generativa y de los chatbots conversacionales en contextos educativos abre nuevas posibilidades, pero también nuevos retos. Distintos autores subrayan que estas herramientas pueden apoyar metodologías activas como el ABP, favoreciendo la personalización de tareas, la exploración de perspectivas diversas y la elaboración de productos complejos. Sin embargo, insisten en la necesidad de integrar su uso desde una perspectiva crítica, trabajando explícitamente la verificación de la información, la identificación de sesgos y la reflexión sobre el propio funcionamiento de la IA (Casierra et al., 2025; Cooper, 2023; Miguel, 2025; UNESCO, 2023).

En este contexto se enmarca la presente programación didáctica, cuyo núcleo es una Situación de Aprendizaje (SdA) para 4.º de ESO de Física y Química titulada “CienciA e HistorIA: redescubriendo el método científico con IA”. En ella, el alumnado, organizado en grupos cooperativos, utiliza una IA conversacional para “entrevistar” a científicos y científicas de la historia, reconstruyendo cómo formularon hipótesis, diseñaron experimentos, cometieron errores y defendieron sus ideas frente a la comunidad científica. Este trabajo se completa con

la contrastación sistemática de la información proporcionada por la IA con fuentes fiables y con la elaboración de un póster científico que se presenta en un simposio final, favoreciendo la comunicación científica y el trabajo colaborativo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar, en el contexto de una programación didáctica de Física y Química de 4.º de Educación Secundaria Obligatoria, una situación de aprendizaje para trabajar el método científico y la naturaleza de la ciencia mediante la contextualización histórica, el trabajo cooperativo y el uso crítico de la inteligencia artificial conversacional.

1.2.2. Objetivos específicos

- ▶ Analizar el marco teórico y normativo relativo a la enseñanza del método científico, la naturaleza de la ciencia y el uso educativo de la IA en la etapa de ESO.
- ▶ Diseñar una SdA, empleando la metodología ABP, la enseñanza en contexto y el trabajo cooperativo, que utilice una IA conversacional como recurso para reconstruir procesos reales de investigación científica.
- ▶ Proponer tareas, actividades y recursos TIC que promuevan la contrastación de la información generada por la IA con fuentes fiables, así como la reflexión metacognitiva sobre su validez, sesgos y limitaciones.
- ▶ Elaborar instrumentos de evaluación formativa (rúbricas, listas de cotejo, guías de autoevaluación y coevaluación) alineados con los criterios de evaluación y las competencias específicas de la materia, que permitan valorar tanto los productos finales (póster científico, presentación en simposio) como los procesos de indagación y colaboración.

2. Programación didáctica

2.1. Presentación de la Programación didáctica

La programación didáctica que se presenta en este TFE se enmarca en la materia de Física y Química de 4.º de ESO. Este curso representa un punto de inflexión, ya que supone el cierre de la etapa obligatoria y tiene un marcado carácter orientador hacia el Bachillerato o la Formación Profesional. En este nivel, el objetivo principal es que los estudiantes no solo aprendan conceptos, sino que comprendan cómo la ciencia influye en su entorno y en la sociedad actual.

La programación se enmarca en la normativa vigente que regula las enseñanzas de ESO a nivel estatal y autonómico. A nivel estatal, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (en adelante, LOMLOE), y el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (en adelante, RD 217/2022). En el ámbito autonómico, el Decreto 82/2022, de 12 de julio, por el que se establece la ordenación y el currículo de Educación Secundaria Obligatoria en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha (en adelante, Decreto 82/2022). En lugar de centrarse sólo en contenidos teóricos, la propuesta busca que el alumnado desarrolle competencias clave del perfil de salida. Como es natural, la competencia científica (STEM) actúa como eje vertebrador de la materia. Sin embargo, a lo largo del curso se trabaja de manera transversal la competencia en comunicación lingüística (CCL) mediante la elaboración de informes y la participación en debates; la competencia digital (CD) a través de simuladores, entornos virtuales y herramientas TIC de investigación (como la IA); y la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) gracias al empleo recurrente del trabajo cooperativo.

Asimismo, la programación incorpora una evaluación de carácter fundamentalmente formativo, apoyada en rúbricas, listas de cotejo y procesos de autoevaluación y coevaluación que permiten valorar no solo los productos generados, sino también los procesos de indagación, colaboración y reflexión crítica del alumnado. Esta propuesta pretende ser coherente con los principios del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), ofreciendo distintas formas de implicación, de representación y de acción y expresión.

Dentro de esta programación anual, esta SdA se articula en torno a una metodología activa basada en el ABP y el trabajo cooperativo, donde el alumnado asume un papel protagonista en la construcción de su aprendizaje mediante la indagación, la contrastación de fuentes y la elaboración de un producto final. La programación se estructura de forma que la SdA se inserta de manera coherente en la planificación anual, contribuyendo de manera específica al desarrollo de competencias clave, competencias específicas de la materia y saberes básicos relacionados con la actividad científica, la naturaleza de la ciencia y la competencia digital en el marco normativo de Castilla-La Mancha. Esta SdA se ubica al principio del curso académico para establecer las bases que permitirán al alumnado entender mejor el resto de las unidades del programa.

En este contexto, la SdA se concibe como un proyecto en el que los estudiantes, organizados en pequeños grupos con roles definidos, “entrevistan” a científicos y científicas de distintas épocas mediante una IA conversacional, reconstruyen sus procesos de investigación y presentan los resultados en un formato de póster científico y simposio final, simulando un congreso científico. La programación contempla la integración de recursos TIC, tanto para el uso de la IA como para la búsqueda de información contrastada, y prevé mecanismos de acompañamiento para un uso responsable y reflexivo de estas herramientas.

2.2. Contextualización

La programación didáctica se sitúa en la asignatura de Física y Química de un instituto de ESO y Bachillerato que se ubica en una ciudad de tamaño medio de Castilla-La Mancha. El centro es dependiente de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, y por tanto regido por la LOMLOE y por la normativa autonómica que desarrolla el currículo de la etapa en esta comunidad. El centro está situado en un entorno urbano, con un nivel socioeconómico diverso, que destaca por su compromiso con la sostenibilidad, contando con programas municipales de gestión de residuos y amplias zonas verdes que el centro aprovecha para actividades al aire libre.

El centro es de titularidad pública y cuenta con recursos TIC suficientes para el desarrollo de actividades: aulas con proyector y conexión a internet, un aula de informática y acceso a dispositivos portátiles o carros de ordenadores que se pueden reservar para su uso en el aula.

El centro cuenta con proyectos de innovación docente impulsados por la propia administración autonómica, con énfasis en la incorporación de metodologías activas, el trabajo cooperativo y la mejora de la competencia digital en las distintas materias. En este contexto, la propuesta que aquí se presenta se alinea con el proyecto educativo del centro (PEC) y con la normativa de Castilla-La Mancha en cuanto al desarrollo competencial y al uso pedagógico responsable de las TIC. Actualmente, el centro cuenta con unos 650 alumnos y dispone de diversos departamentos didácticos.

El departamento de Física y Química está compuesto por cuatro profesores que apuestan por el uso de metodologías activas, que se ve reflejado en las actividades realizadas en los dos laboratorios específicos (uno de física y otro de química) con los que cuentan. Además, el departamento participa activamente en el plan de digitalización del centro, facilitando el acceso a dispositivos portátiles y conexión a internet en el aula para integrar diferentes herramientas TIC en las actividades. Desde el punto de vista organizativo, la materia de Física y Química de 4.º de ESO se imparte con una carga horaria semanal (tres horas semanales) que permite dedicar varias sesiones consecutivas al desarrollo de la SdA sin desatender otros contenidos del curso.

El grupo de referencia es un curso de 4.º de ESO formado por 26 estudiantes (16 chicas y 10 chicos) con niveles académicos variados y experiencias diversas en relación con las ciencias. Una parte del alumnado muestra interés por la Física y la Química, especialmente cuando se vinculan a fenómenos cotidianos o a avances tecnológicos actuales, mientras que otra parte percibe la materia como abstracta y excesivamente centrada en el cálculo, lo que puede generar desmotivación y dificultades para comprender la relevancia social de la actividad científica. El grupo también cuenta con alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (ACNEAE), lo que exige medidas de atención a la diversidad y adaptaciones individuales. Se han identificado dos perfiles específicos en el aula: (1) un alumno con TDAH, que requiere tareas muy bien estructuradas, instrucciones cortas y tiempos de trabajo fragmentados para mantener la concentración; y (2) una alumna de incorporación tardía, con buen nivel académico pero todavía no controla el vocabulario técnico en castellano, por lo que necesita apoyos visuales y glosarios de términos específicos.

2.3. Elementos curriculares

El currículo se concibe como la hoja de ruta que guía el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para esta programación, el diseño de los elementos curriculares se rige por lo dispuesto por el Decreto 82/2022 de Castilla-La Mancha, garantizando la validez normativa y su viabilidad en un entorno escolar real.

A continuación, se detallan los diferentes elementos que estructuran la materia de Física y Química de 4º ESO y cómo se interrelacionan.

2.3.1. Objetivos de etapa

Los objetivos de la ESO definen los logros que el alumnado debe alcanzar al finalizar la etapa, garantizando su pleno desarrollo personal y social. De manera directa, la materia de Física y Química contribuye a la consecución a lo largo del curso de los objetivos b), e), f) y g) del [RD 217/2022](#) y el [Decreto 82/2022](#).

En concreto, mediante la SdA que aquí se plantea, se refuerzan los siguientes objetivos:

- ▶ *“c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres”,* ya que al incluir la investigación de mujeres científicas se trabaja activamente el rechazo de estereotipos de género y la igualdad de oportunidades en el ámbito científico.
- ▶ *“e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Desarrollar las competencias tecnológicas básicas y avanzar en una reflexión ética sobre su funcionamiento y utilización.”* El alumnado experimenta directamente al interactuar con la IA, por lo que a través de este objetivo se pretende el uso crítico de las fuentes de información y en la reflexión ética sobre las herramientas TIC.
- ▶ *“g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.”* La toma de decisiones sobre la validez de los datos obtenidos y la organización para el simposio, desarrollan plenamente el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad de aprender a aprender.
- ▶ *“j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de las demás personas, así como el patrimonio artístico y cultural.”* Con esta propuesta se

permite al alumnado que conozca y valore el patrimonio científico y cultural como un elemento fundamental de la historia.

2.3.2. Competencias clave

A lo largo de todo el curso, la programación busca que el alumnado desarrolle las [competencias clave](#) definidas en el [Perfil de salida](#), con un peso evidente en la competencia [STEM](#). En concreto, la SdA contribuirá al desarrollo de las competencias clave mediante tres ejes de acción:

- ▶ *Cultura científica y pensamiento crítico.* A través del análisis de hitos históricos y el diálogo con modelos científicos pasados (STEM), el alumnado comprende la ciencia como una construcción humana en evolución, valorando el patrimonio cultural de los grandes descubrimientos (CCEC) y entendiendo sus principios lógicos más allá de la mera memorización.
- ▶ *Comunicación y entorno digital.* El uso de la IA para simular entrevistas y reconstruir argumentos exige una alfabetización digital crítica, segura y ética (CD), obligando al alumnado a comprender, contrastar y producir textos argumentativos complejos en diversos formatos y lenguas (CCL, CP).
- ▶ *Dimensión social y emprendimiento.* El trabajo colaborativo para investigar desafíos científicos fomenta la autorregulación, la planificación y la toma de decisiones (CPSAA, CE), promoviendo una visión de la ciencia comprometida con el avance social, la igualdad de género y la ética ciudadana (CC).

2.3.3. Competencias específicas

Para Física y Química, la LOMLOE el currículo de Castilla-La Mancha definen seis [competencias específicas](#) que van desde la experimentación y el manejo de leyes físico-químicas hasta la comunicación de resultados y la valoración de la ciencia como un proceso en constante evolución.

En el caso de la SdA, el foco se pone en las competencias específicas (CE) 4, 5 y 6:

- ▶ *“4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.”*
- ▶ *“5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.”*
- ▶ *“6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.”*

La CE4 es central al obligar al alumnado a gestionar y contrastar la información que genera la IA; la CE5 se pone en práctica con el trabajo en equipo para diseñar el póster; y la CE6 se trabaja al analizar cómo los descubrimientos de los científicos y científicas influyeron en la sociedad de su época y cómo la ciencia avanza también a través del error.

2.3.4. Saberes básicos

Los saberes básicos de 4.º ESO en Castilla-La Mancha, recogidos en el [Decreto 82/2022](#), se organizan en cinco grandes bloques que abarcan desde las destrezas científicas iniciales hasta el estudio de la energía, la materia y los cambios químicos. Estos bloques no se trabajan de forma aislada, sino que se entrelazan a lo largo de las diferentes unidades para que el alumnado perciba la asignatura como un todo conectado y útil para entender la realidad.

Para la SdA, el protagonismo recae en el Bloque A: Destrezas científicas básicas. En este bloque se incluyen saberes fundamentales como las metodologías de investigación, el uso de entornos virtuales de aprendizaje y la importancia de la comunicación científica. Aunque la SdA utiliza personajes históricos de diferentes áreas (Física o Química), el contenido principal

que se evalúa es el método científico: cómo se formulan preguntas, cómo se verifica la información y cómo se transmiten los hallazgos con rigor.

2.3.5. Relación de elementos curriculares

Para asegurar la coherencia interna de la programación didáctica y de la SdA, se establece una relación entre los diferentes elementos del currículo, que se recoge en diferentes tablas a continuación.

La Tabla 1 muestra cómo el trabajo de la materia a lo largo del curso contribuye a abordar los [objetivos de etapa](#) que más peso tienen en Física y Química y al Perfil de salida a través de las [competencias clave](#).

Tabla 1. Relación entre las competencias clave y los objetivos de etapa trabajadas en la programación didáctica

COMPETENCIAS CLAVE	OBJETIVOS DE ETAPA					
	b)	c)	e)	f)	g)	j)
STEM	X		X	X	X	
CCEC						X
CD			X			
CCL			X	X		
CP						X
CPSAA	X	X		X	X	
CE					X	
CC		X				X

Fuente: elaboración propia

Las seis [competencias específicas](#) de Física y Química se relacionan con las competencias clave a través de los descriptores del Perfil de salida. La Tabla 2 muestra cómo se relacionan estas competencias en la asignatura de Física y Química.

Tabla 2. Relación entre las competencias clave y las específicas trabajadas en la programación didáctica a través de los descriptores operativos

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS					
	1	2	3	4	5	6
STEM	STEM1 STEM2 STEM4	STEM1 STEM2	STEM4 STEM5	STEM4	STEM3 STEM5	STEM2 STEM5
CCEC		CCEC3	CCEC2 CCEC4	CCEC4		CCEC1
CD		CD1	CD3	CD1 CD2	CD3	CD4
CCL	CCL1	CCL1 CCL3		CCL2 CCL3	CCL5	
CP					CP3	
CPSAA	CPSAA4	CPSAA4	CPSAA2	CPSAA3	CPSAA3	CPSAA1 CPSAA4
CE		CE1		CE3	CE2	
CC			CC1		CC3	CC4

Fuente: elaboración propia, en base al Decreto 82/2022 y al RD 217/2022

En la Tabla 3 se muestra la relación de todos los elementos curriculares que se trabajarán en la SdA.

Tabla 3. Relación genérica de los elementos del currículo de la SdA

SdA: "Ciencia e Historia: redescubriendo el método científico con IA"				
Objetivos de etapa	Saberes básicos (Bloque A)	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos
e)	Diversos entornos y recursos de aprendizaje científico como el laboratorio o los entornos virtuales: materiales, sustancias y herramientas tecnológicas. Normas de uso de cada espacio, asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en las redes y el respeto hacia el medio ambiente.	CCE 4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.	4.1. Utilizar de forma eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, mejorando el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la comunidad educativa, de forma rigurosa y respetuosa y analizando críticamente las aportaciones de cada participante. 4.2. Trabajar de forma versátil con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información y la creación de contenidos, seleccionando y empleando con criterio las fuentes y herramientas más fiables, desechando las menos adecuadas y mejorando el aprendizaje propio y colectivo.	STEM4 CCEC4 CD1 CD2 CCL2 CCL3 CPSAA3 CE3
g)	El lenguaje científico: manejo adecuado de distintos sistemas de unidades y sus símbolos. Herramientas	CCE 5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para	5.1. Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación e iniciando el uso de las estrategias propias del trabajo colaborativo,	STEM3 STEM5 CD3

	matemáticas adecuadas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje. Estrategias de interpretación y producción de información científica en diferentes formatos y a partir de diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.	comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.	como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.	CCL5 CP3 CPSAA3 CE2 CC3
c) j)	Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química para el avance y la mejora de la sociedad.	CCE 6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.	6.1. Reconocer y valorar, a través del análisis histórico de los avances científicos logrados por mujeres y hombres, así como de situaciones y contextos actuales (líneas de investigación, instituciones científicas, etc.), que la ciencia es un proceso en permanente construcción y que esta tiene repercusiones e implicaciones importantes sobre la sociedad actual.	STEM2 STEM5 CCEC1 CD4 CPSAA1 CPSAA4 CC4

Fuente: elaboración propia, en base al Decreto 82/2022 y al RD 217/2022

2.4. Metodología

Para el desarrollo de esta programación didáctica, la metodología se enmarca en los principios de las LOMLOE y el Decreto 82/2022, adoptando un enfoque competencial y abandonando el modelo puramente teórico para situar al alumnado en el centro de su propio proceso de aprendizaje.

Esta programación se sustenta en una perspectiva constructivista, entendiendo que el aprendizaje significativo solo se produce cuando el alumnado es capaz de conectar los nuevos saberes de Física y Química con sus conocimientos previos y con su entorno cotidiano. Para garantizar la equidad y la inclusión, se aplican los principios del DUA, proporcionando múltiples formas de representación de la información, de expresión y de implicación. Asimismo, se prioriza la contextualización de los aprendizajes, de modo que los conceptos científicos no se estudien de forma aislada, sino como herramientas para comprender el mundo y resolver problemas reales.

Para materializar estos principios en el aula de 4.º ESO, se apuesta por un abanico de metodologías activas donde destacan el ABP y el aprendizaje por indagación. Estas metodologías permiten transformar el aula en un espacio de investigación donde el alumnado se enfrenta a retos (Sanmarti Puig & Márquez Bargalló, 2017). Como técnica principal se emplea el aprendizaje cooperativo. Esta elección está respaldada por estudios que demuestran cómo el trabajo en grupo motiva al alumnado a investigar temas que despiertan su curiosidad, obligándoles a formular preguntas para aclarar sus ideas, evaluar evidencias científicas y proponer soluciones conjuntas a los problemas planteados (Gillies, 2023).

2.4.1. Metodología de la Situación de Aprendizaje

La secuencia de aprendizaje sigue las fases del método científico adaptadas a la realidad del aula: observación, formulación de hipótesis, experimentación simulada, análisis de resultados y comunicación. En este escenario, el papel del alumnado es activo e investigador.

Para fomentar la interdependencia positiva, se prioriza el trabajo en pequeños grupos heterogéneos de cuatro o cinco estudiantes con roles claramente definidos (coordinador, investigador, portavoz y verificador de datos). Los momentos de trabajo en equipo se

combinan con momentos de trabajo individual para la reflexión previa y actividades en gran grupo para la puesta en común y el debate.

Por su parte, el docente asume el rol de facilitador y guía. Su labor principal consiste en modelar el uso de *prompts*, supervisar el rigor científico durante el contraste de fuentes, gestionar los tiempos del aula y proporcionar una retroalimentación continua que acompañe a los instrumentos de evaluación. Esta supervisión resulta imprescindible para garantizar que la integración de la IA en el aula fomente verdaderamente el pensamiento crítico y se realice desde un enfoque ético (UNESCO, 2023).

El detalle de cada actividad de la SdA se encuentra más adelante (Tablas 10-15, pero a continuación se destaca la tipología de las diferentes actividades que se desarrollan a lo largo de esta propuesta didáctica:

- ▶ **Actividades de activación:** tienen como objetivo despertar el interés y la motivación, explorar las ideas previas y conectar el nuevo reto con los conocimientos del alumnado. En esta propuesta, se materializa en la primera sesión mediante el debate dirigido para desmontar la figura de genio científico solitario y cuestionar la visión rígida del método científico.
- ▶ **Actividades de indagación:** están centradas en la curiosidad, la formulación de preguntas y la búsqueda activa de información. Aquí cobran una gran importancia, ya que se desarrollan durante las sesiones en las que los estudiantes interactúan con la IA, teniendo que diseñar y refinar *prompts* estratégicos para entrevistar a su científico asignado.
- ▶ **Actividades de construcción y desarrollo:** están orientadas al análisis crítico y al procesamiento de la información obtenida anteriormente. Esta actividad es el núcleo de las competencias del proyecto: el alumnado debe contrastar la información generada por la IA con fuentes bibliográficas rigurosas y estructurar el contexto histórico, separando los hechos reales de los posibles errores cometidos por la IA.
- ▶ **Actividades de creación:** buscan que el alumnado aplique lo aprendido mediante la elaboración de un producto final que demuestre el nivel de las competencias adquiridas. En este caso, en el diseño y maquetación de un poster científico, priorizando la capacidad de síntesis y el rigor del lenguaje científico.

- ▶ **Actividades de cierre y evaluación:** están destinadas a la comunicación de resultados, el debate y la reflexión metacognitiva sobre el proceso de aprendizaje. Este cierre se lleva a cabo durante el simposio en el aula, complementado con el uso de dianas de evaluación para la auto y coevaluación del trabajo de los equipos.

Para desarrollar esta variedad de actividades, se utilizan diversos recursos. A nivel digital, el peso recae en plataformas de IA conversacional (como *Character.AI*), combinadas con herramientas de diseño gráfico (como *Canva*) y repositorios de bibliografía online. Es importante destacar que estos recursos TIC no desplazan a los tradicionales, sino que se complementan con el uso de la biblioteca del centro, artículos impresos de divulgación científica seleccionados por el docente y el material necesario para estructurar la investigación en los diferentes portafolios de los equipos de trabajo.

2.5. Organización de los espacios de aprendizaje

A continuación, se detallan los espacios necesarios para impartir la asignatura de Física y Química:

- ▶ **Aula ordinaria:** cuenta con 24 pupitres individuales y sillas, además de la mesa del docente. El aula dispone de un proyector con pantalla/pizarra digital, carro con 6 ordenadores portátiles con acceso a internet y una pizarra tradicional. La disposición de los pupitres es flexible, permitiendo configurar el aula en parejas o grupos en función de las necesidades de las actividades.
- ▶ **Laboratorio:** es un espacio para la experimentación directa. Cuenta con material de vidrio básico y reactivos almacenados en armarios de seguridad.
- ▶ **Aula de informática:** aunque el aula ordinaria cuenta con ordenadores, esta aula puede utilizarse para sesiones que necesiten conexión a internet estable y herramientas informáticas específicas.
- ▶ **Biblioteca del centro:** es un espacio silencioso para búsqueda de información y contraste de fuentes. Para la SdA, los alumnos pueden acudir a los recursos que ofrece la biblioteca para verificar la información generada por la IA.

- **Salón de actos:** ofrece un espacio para fomentar la comunicación fuera del entorno habitual del aula. Para la celebración del simposio de la SdA, este espacio dota a la actividad de un carácter más académico y de exposición similar al de los congresos científicos.

2.6. Distribución del tiempo

La organización temporal de esta programación responde a criterios estrictamente pedagógicos. Para la asignación de sesiones, se ha considerado la densidad de los saberes básicos implicados como el nivel de complejidad que exige cada unidad al alumnado. El resultado de esta planificación se refleja en la Tabla 4, la cual desglosa la distribución temporal y la carga lectiva asignada a lo largo de las aproximadamente 34 semanas que configuran el curso escolar, según estipula la legislación de Castilla-La Mancha.

Tabla 4. Distribución temporal de las unidades de Física y Química para 4.º de ESO a lo largo del curso escolar

4.º ESO – Física y Química				
BLOQUE DE SABERES	UNIDAD	TÍTULO	SESIONES	EVALUACIÓN
A	1	La actividad científica	10	1ª evaluación
	2	El átomo y la tabla periódica	12	
B	3	El enlace químico	12	2ª evaluación
	4	Formulación inorgánica	12	
	5	La química del carbono	10	
E	6	Los cambios en la materia	12	3ª evaluación
D	7	Cinemática	10	
	8	Dinámica	12	
C	9	Energía	10	

Fuente: elaboración propia

La SdA se llevará a cabo durante 8 sesiones de la Unidad 1, en la 1ª evaluación. La Tabla 5 muestra la distribución por semanas de las actividades planteadas, teniendo en cuenta que en Castilla-La Mancha se imparten tres horas semanales de Física y Química en 4º ESO.

Tabla 5. Distribución de las actividades de la SdA a lo largo de 3 semanas

Sesiones	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Sesión 01	Actividad 01		
Sesión 02	Actividad 02		
Sesión 03	Actividad 02		
Sesión 04		Actividad 03	
Sesión 05		Actividad 04	
Sesión 06		Actividad 05	
Sesión 07			Actividad 05
Sesión 08			Actividad 06

Fuente: elaboración propia

2.7. Selección y organización de los recursos y materiales

Para el desarrollo de la programación, son necesarios los siguientes recursos y materiales:

- ▶ Materiales convencionales
 - Libro de texto como material de consulta
 - Artículos impresos de divulgación científica
 - Proyector y pantalla de proyección
 - Material de laboratorio
 - Portafolios por equipos para la SdA
- ▶ Materiales digitales
 - Pizarra digital
 - Aula virtual
 - Simuladores virtuales como *PhET Colorado* (<https://phet.colorado.edu/es/>)
 - Acceso a aplicaciones de diseño como *Canva* o *Genially* (<https://www.canva.com/>, <https://app.genially.com/>)

- Plataforma de IA conversacional *Character.AI* (<https://character.ai/>) para la SdA
- ▶ Materiales de apoyo (para facilitar el trabajo de ACNEAE)
 - Glosarios visuales bilingües
 - Plantillas con instrucciones estructuradas

2.8. Atención a la diversidad

La atención a la diversidad es un pilar fundamental de la educación básica, con el objetivo de ofrecer a todo el alumnado una educación ajustada a sus necesidades (UNESCO, 2020). En consonancia con la LOMLOE y el Decreto 82/2022, esta programación adopta un enfoque inclusivo, garantizando la presencia, la participación y el progreso de todo el alumnado, entendiendo la diversidad no como un problema, sino como una oportunidad de crecimiento y aprendizaje grupal (UNESCO, 2020).

Para minimizar las barreras al aprendizaje desde el propio diseño de las actividades, la metodología de esta programación se apoya en los principios del DUA. En concreto, en la SdA, estos principios se materializan de la siguiente manera:

- ▶ Múltiples formas de implicación: se fomenta la motivación partiendo de un reto cercano e interesante (entrevistar a figuras históricas mediante IA). El trabajo cooperativo y la asignación de roles específicos dentro de los grupos garantizan que todos los alumnos y alumnas sientan que su aportación es valiosa y necesaria para el éxito del equipo.
- ▶ Múltiples formas de representación: la información no se presenta únicamente a través de textos escritos tradicionales. El alumnado interactúa con un entorno virtual (el chatbot de la IA), utilizando diferentes recursos audiovisuales.
- ▶ Múltiples formas de acción y expresión: se diversifican los medios para que el alumnado demuestre lo aprendido. La evaluación no depende de un examen escrito único, sino que los estudiantes pueden expresarse mediante la redacción de los *prompts*, el diseño gráfico del póster científico y la comunicación oral durante el simposio.

A pesar de que el enfoque DUA cubre gran parte de las necesidades del grupo, existen dos casos particulares en el aula de 4.º ESO que requieren medidas más específicas e individualizadas: un alumno con TDAH y una alumna de incorporación tardía al sistema educativo español.

En la Tabla 6 se presentan sus necesidades y se proponen las actuaciones concretas que se llevarán a cabo durante la programación y, específicamente, durante la SdA planteada.

Tabla 6. Plan de actuación ante las necesidades específicas del alumnado

NECESIDADES DEL ALUMNADO	RESPUESTA EDUCATIVA
<i>Alumno con TDAH</i>	
• Dificultad para mantener la atención sostenida en tareas largas o de lectura. • Tendencia a la impulsividad a la hora de organizar la información o responder sin leer las instrucciones. • Dificultades en la planificación del tiempo y estructuración de los pasos de un proyecto.	• Rol cooperativo adaptado: se le asignará preferentemente el rol de "Investigador/Verificador", que le obliga a buscar datos concretos, canalizando su energía hacia una tarea muy concreta. • Estructuración de tareas: se le proporcionarán pautas visuales y una hoja de ruta con los pasos exactos a seguir para redactar los <i>prompts</i> con la IA.
<i>Alumna de incorporación tardía</i>	
• Desconocimiento parcial del vocabulario técnico específico de la materia de Física y Química en castellano. • Necesidad de integración social en el grupo al provenir de otro sistema educativo. • Ritmo de lectura y comprensión de textos complejos ligeramente inferior al de sus compañeros.	• Apoyo lingüístico: se le facilitará un glosario visual bilingüe (o con imágenes) con los términos científicos clave antes de interactuar con la IA. • Agrupamiento estratégico: se la incluirá en un grupo cooperativo con alumnos "tutores" que destaquen por su empatía y competencia comunicativa, asignándole el rol de "Diseñadora gráfica" en el póster, lo que le permite aportar valor visual mientras asimila el idioma.

Fuente: elaboración propia

2.9. Evaluación

La evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado se concibe como un proceso continuo, formativo, integrador y diferenciado, en estricto cumplimiento con lo dispuesto en el Decreto 82/2022 de Castilla-La Mancha. La evaluación se entiende como la recogida de información con una doble finalidad: emitir un juicio de valor (calificación) y tomar decisiones para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para garantizar una evaluación objetiva y alineada con los principios del enfoque competencial, los criterios de evaluación asociados a cada competencia específica son

fundamentales. De este modo, se supera el modelo tradicional centrado exclusivamente en la asimilación de saberes básicos, pasando a valorar la capacidad del alumnado para aplicar dichos saberes en contextos reales o simulados, como las situaciones de aprendizaje planteadas.

La evaluación se articulará en tres momentos fundamentales. En primer lugar, se llevará a cabo una evaluación inicial durante las primeras semanas del curso, destinada a detectar los conocimientos previos, las posibles carencias y la motivación del grupo. A partir de estos datos, se realizarán los ajustes pertinentes en la programación. A lo largo del curso, se desarrollará la evaluación continua y formativa, que permitirá detectar dificultades en el momento en que se produzcan y aplicar medidas de refuerzo inmediatas. Finalmente, la evaluación sumativa establecerá el grado de consecución de las competencias al finalizar cada trimestre y el curso escolar.

En relación con las metodologías activas propuestas en esta programación, la evaluación no recaerá exclusivamente en el docente (heteroevaluación). Se fomentará la implicación del alumnado en su propio proceso de aprendizaje a través de la autoevaluación (reflexión sobre el propio desempeño) y la coevaluación (valoración del trabajo de los compañeros), utilizando para ello instrumentos específicos como dianas de aprendizaje y rúbricas simplificadas.

Para medir los criterios de evaluación de forma objetiva, es imprescindible emplear diversas herramientas para la recogida de datos. La ponderación para la calificación trimestral y final se estructura según lo recogido en la Tabla 7.

Tabla 7. Relación entre los procedimientos e instrumentos de evaluación empleados en la SdA con la ponderación asignada para cada uno de ellos

Procedimiento de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación	Ponderación
Pruebas específicas de evaluación: resolución de problemas, análisis de casos prácticos, deducción de fenómenos físico-químicos y pruebas teóricas.	Pruebas escritas Pruebas orales	Sumativa Heteroevaluación	60 %
Desempeño en metodologías activas: trabajo de laboratorio, proyectos de investigación, situaciones de aprendizaje y trabajo diario	Rúbricas de evaluación (productos finales y exposiciones) Listas de cotejo (trabajo de laboratorio) Revisión del cuaderno de clase	Formativa Sumativa Heteroevaluación	30%
Actitud: participación activa, respeto de las normas de convivencia y seguridad del laboratorio, trabajo cooperativo, iniciativa y cumplimiento de plazos	Diario del docente Dianas de evaluación Cuestionarios de autoevaluación y coevaluación	Formativa Autoevaluación Coevaluación	10%

Fuente: elaboración propia

2.9.1. Recuperación del proceso de aprendizaje

Al tratarse de un proceso continuo, las dificultades que vayan surgiendo se abordarán en el día a día del aula. Sin embargo, si el alumnado no alcanza los objetivos del trimestre, se le propondrá un plan de recuperación. En este plan se podrán incluir la entrega de nuevas actividades de refuerzo, repetir una práctica de laboratorio o mejorar los proyectos que quedaron pendientes, además de realizar una prueba escrita de recuperación en la que se podrá observar si se han superado los criterios de evaluación no superados anteriormente. Lo fundamental es garantizar que cada estudiante recupere y demuestre haber adquirido las competencias para las que tuviera dificultades inicialmente.

2.9.2. Evaluación de la Situación de Aprendizaje

En esta SdA, la calificación procede de la consecución de los criterios de evaluación vinculados. Siguiendo la normativa autonómica, si un criterio de evaluación se mide en diferentes actividades a lo largo de la SdA, se aplicará la media aritmética de las calificaciones obtenidas en cada una de ellas para obtener el valor final de dicho criterio. Para facilitar el uso de las rúbricas y objetivar la evaluación, se definen indicadores de logro específicos para la propuesta didáctica, tal y como se recoge en la Tabla 8.

Tabla 8. *Síntesis de la evaluación de la SdA*

Actividad evaluable	Criterio de evaluación	Indicador de logro	Instrumento de evaluación	Ponderación
A02: registro de entrevista con IA	4.1.	Utiliza herramientas de IA conversacional de forma autónoma para generar un diálogo coherente con una figura histórica de la ciencia	Lista de cotejo Registro de <i>prompts</i> en un portafolio de investigación	20%
A03: informe de contraste de fuentes	4.2.	Identifica y corrige de forma precisa los datos erróneos generados por la IA tras contrastarlos con fuentes bibliográficas de autoridad	Escala de valoración	20%
A05: diseño del poster científico	5.1.	Estructura el póster científico respetando todas sus secciones e integrando términos técnicos con propiedad	Rúbrica	30%
A06: simposio (exposición oral)	6.1.	Expone los resultados ante el grupo con fluidez, manteniendo una buena comunicación no verbal y respondiendo con rigor a las preguntas planteadas durante el simposio	Rúbrica	30%

Fuente: elaboración propia

2.10. Situación de aprendizaje/ unidad de trabajo

La SdA de esta programación tiene como objetivo superar la visión lineal y descontextualizada que a menudo se tiene del método científico. Por ello, el alumnado trabajará en grupos cooperativos, otorgándoles un rol investigador activo, combinando la metodología de ABP con el uso crítico de la IA conversacional. A través de las interacciones con un chatbot para simular entrevistas con figuras clave de la historia de la ciencia, reconstruirán los procesos reales de investigación, comprendiendo cómo se formularon hipótesis, los errores cometidos durante la experimentación y las dificultades para que la comunidad científica aceptara los nuevos descubrimientos, con principal atención al papel de la mujer científica.

Todo este proceso de indagación concluirá con la contrastación de la información generada por la IA con fuentes bibliográficas fiables y la elaboración de un póster científico. Finalmente, los grupos presentarán sus trabajos en un simposio, simulando un congreso real para fomentar la comunicación de resultados científicos y el debate.

A continuación, se detalla la estructura general de la SdA (Tabla 9) y la secuencia de actividades que la componen (Tablas 10-15).

Tabla 9. Síntesis general de la SdA planteada

SdA: “Ciencia e Historia: redescubriendo el método científico con IA”					4º de ESO - Física y Química
Metodología					
La metodología principal que se emplea en esta propuesta incluye el ABP y el aprendizaje cooperativo. El diseño se fundamenta en la indagación guiada, el uso crítico de las TIC y la contextualización histórica como herramientas para humanizar la ciencia. Se adopta un enfoque constructivista donde el alumnado posee un rol investigador activo, dialogando con la historia mediante la IA, mientras que el docente actúa como facilitador y guía del rigor científico.					
Elementos del currículo					
<u>Saberes básicos</u>	<u>Objetivos de etapa</u>	<u>Objetivos didácticos</u>	<u>Competencias específicas</u>	<u>Criterios de evaluación</u>	<u>Descriptorios operativos</u>
Bloque A (saberes 2, 3, 4, 5 y 6)	c)	1. Comprender el objetivo del proyecto, formar los equipos de trabajo y planificar las fases de la investigación.	CCE 4	4.1.	STEM2, STEM3,
	e)	2. Interactuar con la IA conversacional para extraer información sobre procesos históricos de investigación, identificando hipótesis, métodos y contexto sociohistórico, y formular preguntas científicas con rigor.	CCE 5	4.2.	STEM4, STEM5
	g)	3. Contrastar la información generada por la IA con fuentes bibliográficas rigurosas e identificar posibles sesgos o inexactitudes históricas o científicas o errores tecnológicos.	CCE 6	5.1.	CCEC1, CCEC4
	j)	4. Procesar la información validada y seleccionar los hitos clave para construir un discurso coherente sobre el método empleado por el científico y su impacto.		6.1.	CD1, CD2, CD3, CD4
		5. Diseñar un póster científico que comunique de manera visual y rigurosa un resumen de los resultados de la investigación.			CCL2, CCL3, CCL5 CP3 CPSAA1, CPSAA3, CPSAA4 CE2, CE3, CC3, CC4

		6. Comunicar oralmente los resultados de la investigación ante una audiencia, debatir sobre la naturaleza de la ciencia y realizar una reflexión metacognitiva sobre el propio aprendizaje.			
Secuencia didáctica					
Sesiones	Actividades (A0X)				
Sesión 01	A01: El reto de la investigación a lo largo de la historia				
Sesión 02	A02: Entrevistas con el pasado				
Sesión 03					
Sesión 04	A03: El filtro del espíritu crítico				
Sesión 05	A04: Estructuración y contextualización de la información				
Sesión 06	A05: Diseño y elaboración del póster científico				
Sesión 07					
Sesión 08	A06: Simposio Ciencia e Historia				
Evaluación					
Evaluación continua, formativa y competencial mediante la observación directa, la revisión del portafolio de investigación (registros del chat validados), rúbricas específicas para el póster y la exposición oral, y una diana de evaluación para los procesos de auto y coevaluación del trabajo grupal.					

Contenidos transversales
• Comprensión lectora, y expresión oral y escrita • Alfabetización digital • Igualdad de género (visibilización de la mujer científica) • Pensamiento crítico • Uso responsable de la tecnología
Atención a la diversidad
La propuesta se diseña bajo los principios del DUA para garantizar la inclusión total del grupo, minimizando las barreras desde el propio diseño de la actividad: • Representación: la información trasciende el texto escrito mediante el uso de un entorno virtual interactivo (chatbot de IA) y recursos audiovisuales complementarios. • Acción y expresión: se diversifican los medios de evaluación, sustituyendo la prueba escrita única por la elaboración de <i>prompts</i>, el diseño del póster científico y la defensa oral en el simposio. • Implicación: se asegura la motivación mediante un reto humanizado e innovador. El trabajo cooperativo con roles definidos garantiza que la responsabilidad se ajuste a las fortalezas de cada estudiante. Para el alumnado con necesidades especiales se implementarán las siguientes medidas individualizadas: • Alumno con TDAH: asignación del rol de "Investigador/Verificador" para dirigir su atención a tareas definidas y provisión de pautas visuales secuenciadas para la redacción de <i>prompts</i>. • Alumna de incorporación tardía: entrega de un glosario visual bilingüe con la terminología científica clave antes de usar la IA y agrupación estratégica con alumnos tutores, asumiendo el rol de diseño gráfico en el póster para facilitar su integración mientras asimila el idioma.

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. *Actividad 01: El reto de la investigación a lo largo de la historia*

Actividad 01: El reto de la investigación a lo largo de la historia			
Sesión	01	Tipo de actividad	Activación
Tiempo	Agrupamiento	Espacios	Recursos
55 minutos	Gran grupo Grupos de 4-5	Aula ordinaria	Proyector o pizarra digital e infografía para la explicación (Anexo B)
Objetivos didácticos			
Comprender el objetivo del proyecto, formar los equipos de trabajo y planificar las fases de la investigación.			
Secuencia de la actividad			
Inicio	El docente plantea una pregunta sobre cómo creen que trabajan realmente los científicos, contrastando la visión teórica con ejemplos históricos de fracasos y controversias, y cuestionando la idea de que los descubrimientos son instantáneos o individuales. Tras este debate inicial, se presenta en la pizarra digital el proyecto "Ciencia e Historia", detallando el producto final esperado (el póster y el simposio) y los criterios de evaluación mediante una infografía.		
Desarrollo	El docente organiza los grupos de trabajo cooperativo de 4-5 alumnos/as y se asigna a cada equipo un científico o científica histórica (ej. Marie Curie, Galileo Galilei, Rosalind Franklin, Antoine Lavoisier). El grupo debe completar una ficha de planificación inicial donde reflejen lo que ya conocen sobre el personaje y qué necesitan descubrir mediante la IA.		
Cierre	Durante los últimos minutos, los equipos establecen sus roles internos (portavoz, secretario, verificador de datos, diseñador).		

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Actividad 02: Entrevistas con el pasado

Actividad 02: Entrevistas con el pasado			
Sesión	02 03	Tipo de actividad	Indagación
Tiempo	Agrupamiento	Espacios	Recursos
110 minutos	Equipos cooperativos	Aula de informática Aula con dispositivos de acceso a internet	Dispositivos portátiles, acceso a plataformas de IA generativa, plantillas de registro de entrevistas (portafolio de investigación, Anexo C)
Objetivos didácticos			
Interactuar con la IA conversacional para extraer información sobre procesos históricos de investigación, identificando hipótesis, métodos y contexto sociohistórico, y formular preguntas científicas con rigor.			
Secuencia de la actividad			
Primer contacto (sesión 02)			
Inicio	El docente introduce pautas básicas para interactuar con la IA de forma segura y estructurada. Se explica la importancia de diseñar buenas instrucciones (<i>prompts</i>), proporcionando una guía para evitar respuestas genéricas. Se contextualiza la tarea indicando a los equipos que asumen el rol de "periodistas científicos" que van a realizar una entrevista virtual a su figura histórica.		
Desarrollo	Cada grupo inicia la conversación con el chatbot. Durante esta primera toma de contacto, el alumnado experimenta mediante ensayo y error cómo formular las preguntas. El docente circula por el aula supervisando las pantallas, corrigiendo la formulación de los <i>prompts</i> y animando a los estudiantes a repreguntar cuando el algoritmo ofrezca respuestas superficiales. El secretario comienza a registrar los <i>prompts</i> utilizados y las respuestas más relevantes directamente en el portafolio de equipo.		
Cierre	Antes de finalizar la sesión, los equipos pausan la entrevista. Se realiza una breve puesta en común en donde los portavoces comparten qué tipo de <i>prompts</i> o estrategias les han funcionado mejor para conseguir que la IA responda de forma detallada y asumiendo bien su rol histórico, sentando las bases para la siguiente sesión.		

Profundización de la entrevista (sesión 03)			
Inicio	El docente retoma la actividad recordando las estrategias de <i>prompting</i> que resultaron más eficaces el día anterior. Se establece el objetivo de esta segunda sesión: llevar la entrevista virtual a un nivel más profundo y técnico, exigiendo al chatbot que vaya más allá de resultados biográficos y aborde la verdadera complejidad de su trabajo científico.		
Desarrollo	Los equipos reanudan el diálogo con su personaje histórico. Aplicando instrucciones más precisas, dirigen la entrevista hacia las hipótesis que el científico tuvo que descartar, los errores metodológicos que cometió por el camino y la presión social o el rechazo que pudo tener que superar. Mientras el equipo debate qué preguntar a continuación, el secretario continúa registrando las respuestas más relevantes en el portafolio.		
Cierre	Los grupos dan por concluida la entrevista virtual y cierran la sesión con el chatbot. Revisan el documento final creado por el secretario y subrayan aquellos datos, fechas, controversias o anécdotas que les resulten más llamativos o dudosos.		
Evaluación			
Criterio de evaluación	Indicador de logro	Instrumento de evaluación	Ponderación
4.1	Utiliza herramientas de IA conversacional de forma autónoma para generar un diálogo coherente con una figura histórica de la ciencia	Lista de cotejo Registro de <i>prompts</i> en un portafolio de investigación	20%

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. *Actividad 03: El filtro del espíritu crítico*

Actividad 03: El filtro del espíritu crítico			
Sesión	04	Tipo de actividad	Indagación
Tiempo	Agrupamiento	Espacios	Recursos
55 minutos	Equipos cooperativos	Aula de informática Biblioteca del centro	Dispositivos portátiles, libros de texto, enlaces a repositorios científicos e históricos fiables.
Objetivos didácticos			
Contrastar la información generada por la IA con fuentes bibliográficas rigurosas e identificar posibles sesgos o inexactitudes históricas o científicas o errores tecnológicos.			
Secuencia de la actividad			
Inicio	Se establece que el objetivo del día no es seguir investigando, sino aprender a detectar los posibles errores que ha cometido la IA. Para esta tarea, el docente otorga el liderazgo del equipo al verificador de datos, recordando al grupo que deben asumir una postura crítica, entendiendo que la herramienta digital es una ayuda complementaria y no una fuente de verdad absoluta.		
Desarrollo	Los equipos abren su portafolio y revisan las afirmaciones clave, hitos y controversias que extrajeron del chatbot en la sesión anterior. Utilizando los fondos de la biblioteca del centro y una selección de repositorios digitales fiables proporcionada por el docente, los alumnos inician el proceso de contraste. Para cada afirmación importante de la IA, el equipo debe buscar y documentar al menos dos evidencias históricas externas que la confirmen o la desmientan. Mientras indagan, documentan cualquier discrepancia encontrada, separando el rigor histórico y científico de las posibles invenciones, anacronismos o exageraciones del algoritmo.		
Cierre	Durante los minutos finales, los grupos consolidan la información y redactan en su portafolio la versión definitiva y filtrada de su investigación.		
Evaluación			
Criterio de evaluación	Indicador de logro	Instrumento de evaluación	Ponderación
4.2	Identifica y corrige de forma precisa los datos erróneos generados por la IA tras contrastarlos con fuentes bibliográficas de autoridad	Escala de valoración	20%

Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Actividad 04: Estructuración y contextualización de la información

Actividad 04: Estructuración y contextualización de la información			
Sesión	05	Tipo de actividad	Construcción y desarrollo
Tiempo	Agrupamiento	Espacios	Recursos
55 minutos	Equipos cooperativos	Aula ordinaria	Cuadernos/ordenadores portátiles para organizar la información
Objetivos didácticos			
Procesar la información validada y seleccionar los hitos clave para construir un discurso coherente sobre el método empleado por el científico y su impacto.			
Secuencia de la actividad			
Inicio	Se explica al alumnado en qué consiste la elaboración de un poster científico. Se repasa la estructura que debe contener el poster (problema inicial, metodología, resultados y contexto sociohistórico) y se incide en la necesidad de utilizar un vocabulario técnico y riguroso. Se clarifica el objetivo de la sesión: transformar los datos verificados en una narrativa científica coherente y preparar el "esqueleto" visual del trabajo.		
Desarrollo	Bajo el liderazgo del coordinador, el equipo debate y consensua cuáles son los aspectos más representativos de la investigación. Deben asegurar que se explica de forma clara el problema inicial al que se enfrentó su personaje, cómo lo abordó experimentalmente y cómo reaccionó la comunidad científica (aprobación, rechazo o controversia). Mientras el grupo toma estas decisiones, el secretario redacta los textos definitivos con rigor académico, y el diseñador comienza a elaborar los esquemas conceptuales.		
Cierre	Los equipos realizan una revisión interna de sus bocetos y textos. El docente confirma que los grupos tienen su "esqueleto" terminado, anunciando que en la próxima sesión darán el salto a las pantallas para la maquetación digital definitiva.		

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Actividad 05: Diseño y elaboración del póster científico

Actividad 05: Diseño y elaboración del póster científico			
Sesión	06 07	Tipo de actividad	Creación
Tiempo	Agrupamiento	Espacios	Recursos
110 minutos	Equipos cooperativos	Aula de informática	Herramientas de diseño gráfico online (ej. Canva o Genially), rúbrica de evaluación del diseño del póster (Anexo D) y de la exposición oral (Anexo E) Ordenadores
Objetivos didácticos			
Diseñar un póster científico que comunique de manera visual y rigurosa un resumen de los resultados de la investigación.			
Secuencia de la actividad			
Creación del poster (sesión 06)			
Inicio	El docente presenta el póster científico como el formato por excelencia para comunicar hallazgos en la ciencia. Se les recuerda que el objetivo del diseño es facilitar la lectura y la comprensión de los datos, por lo que la estética no debe restar protagonismo al rigor científico ni al vocabulario técnico.		
Desarrollo	Los grupos empiezan a trabajar con los ordenadores portátiles o en el aula de informática. El alumno con el rol de diseñador se encarga de ir maquetando el contenido, utilizando los textos y esquemas que prepararon en la sesión anterior. Mientras trabajan, el docente va pasando por los grupos para revisar cómo avanza el diseño y resolver dudas. En este punto, se cuida especialmente que la terminología sea la correcta, ofreciendo los apoyos visuales necesarios a la alumna de incorporación tardía para que pueda participar en las decisiones de diseño sin que el idioma sea una barrera. A su vez, el coordinador del grupo vigila que no se olviden de incluir el apartado de reflexión sobre las diferencias entre lo que les contó la IA y lo que realmente ocurrió.		
Cierre	Unos minutos antes del final de la clase, los equipos guardan su trabajo en la nube para continuar en la siguiente sesión.		

Repaso y preparación oral (sesión 07)			
Inicio	Esta sesión consiste en dar los últimos retoques al diseño del póster y preparar la defensa oral. El docente insiste en que el póster no está pensado para leerse de principio a fin, sino que debe servir como apoyo visual a la explicación del investigador, sentando así las bases para lo que se espera de ellos en el simposio.		
Desarrollo	La primera mitad de la clase se dedica a terminar la maquetación del poster. En la segunda mitad, el trabajo se centra en el portavoz del equipo. Con el póster delante, el portavoz ensaya su exposición frente a sus compañeros de grupo. El resto del equipo actúa como un pequeño tribunal: escuchan la presentación y sugieren mejoras.		
Cierre	Para terminar, los equipos exportan la versión definitiva de su póster en PDF o imagen y lo suben al entorno virtual para que el docente pueda imprimirlo o prepararlo para su proyección.		
Evaluación			
Criterio de evaluación	Indicador de logro	Instrumento de evaluación	Ponderación
5.1.	Estructura el póster científico respetando todas sus secciones e integrando términos técnicos con propiedad	Rúbrica	30%

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Actividad 06: Simposio Ciencia e Historia

Actividad 06: Simposio Ciencia e Historia				
Sesión	08	Tipo de actividad		Cierre y evaluación
Tiempo	Agrupamiento	Espacios	Recursos	
55 minutos	Gran grupo y equipos cooperativos	Salón de actos o hall del centro	Proyector, pósteres digitales, formularios de coevaluación y autoevaluación (Anexo F y Anexo G).	
Objetivos didácticos				
Comunicar oralmente los resultados de la investigación ante una audiencia, debatir sobre la naturaleza de la ciencia y realizar una reflexión metacognitiva sobre el propio aprendizaje.				
Secuencia de la actividad				
Inicio	Para darle credibilidad al “congreso científico”, la sesión se traslada al salón de actos o al hall del instituto. El docente da la bienvenida al evento asumiendo el papel de moderador y recuerda la dinámica: cada equipo dispone de cinco minutos para presentar su trabajo y el resto de la clase debe mantener una escucha activa para poder participar en los turnos de preguntas.			
Desarrollo	Con su póster proyectado de fondo, el portavoz de cada equipo presenta al resto de compañeros cuál era el problema inicial de su científico, cómo aplicó el método experimental y, sobre todo, reflexionan sobre los retos de haber utilizado la IA como fuente primaria, detallando las "mentiras" o imprecisiones que descubrieron al contrastar la información. Al terminar cada exposición, el docente y los compañeros lanzan preguntas rápidas. Una vez que todos los grupos han pasado por el atril, se abre un pequeño debate para cerrar el tema central de la SdA: tomar conciencia de que la ciencia no avanza de forma lineal ni individual, sino que se construye socialmente a través de superación de errores y rectificaciones, representando un paralelismo con la necesidad de no fiarse a ciegas de la tecnología actual.			
Cierre	En los últimos diez minutos se da paso a la reflexión individual. Cada alumno completa un formulario que incluye una diana de evaluación. En él, realizan una autoevaluación sincera sobre su esfuerzo individual y su aprendizaje, y una coevaluación donde valoran cómo ha sido la dinámica de colaboración con sus compañeros y si se han respetado los roles. Con la entrega de este cuestionario, el docente da por clausurado el simposio y se da por finalizada la SdA.			
Evaluación				
Criterio de evaluación	Indicador de logro		Instrumento de evaluación	Ponderación
6.1.	Expone los resultados ante el grupo con fluidez, manteniendo una buena comunicación no verbal y respondiendo con rigor a las preguntas planteadas durante el simposio		Rúbrica	30%

Fuente: elaboración propia

2.11. Evaluación de la Programación didáctica

Para garantizar la viabilidad y mejora de la propuesta, se ha llevado a cabo una evaluación de la misma a través de una matriz DAFO (Tabla 16). De esta manera, se facilita la identificación de los puntos fuertes que aseguran su éxito y también las limitaciones que podrían dificultar su implementación en un contexto educativo real.

Tabla 16. Matriz DAFO de la evaluación de la programación didáctica

Aspectos externos		Aspectos internos	
Aspectos negativos	AMENAZAS ✗ La IA puede inventar datos falsos que parecen reales, lo que puede afianzar ideas erróneas si no se verifica de forma adecuada ✗ Dificultad para detectar si han usado otra IA para que les haga el trabajo ✗ Posible resistencia de familias o directiva al uso de IA		DEBILIDADES ✗ Elevada inversión de tiempo inicial por parte del docente para el diseño de <i>prompts</i> y selección de fuentes fiables ✗ Distracción de los alumnos con las herramientas digitales ✗ Respuestas malas de la IA por preguntas malas ✗ Dependencia de Internet y del funcionamiento de los ordenadores del centro ✗ Gestión del tiempo compleja por la naturaleza abierta de las conversaciones con la IA ✗ Necesidad de un nivel de competencia digital alto por parte del docente
	OPORTUNIDADES ✓ Alineado con las directrices de la LOMLOE para fomentar la competencia digital transversal y la integración crítica de la IA ✓ Colaboración interdisciplinar con otros departamentos ✓ Productos visuales atractivos para ferias de ciencia y jornadas de puertas abiertas ✓ Fácilmente aplicable a otros niveles educativos o bloques de contenido		FORTALEZAS ✓ Fomenta la motivación e implicación del alumnado ✓ Metodología activa (ABP) con producto final visible ✓ Adaptabilidad: funciona para todos (ritmos lentos y rápidos) ✓ Integra competencia digital, espíritu crítico y la alfabetización digital, habilidades clave para el s. XXI ✓ Enfoque histórico que humaniza la Física y Química
Aspectos positivos			

Fuente: elaboración propia

3. Conclusiones

La culminación de este TFE permite afirmar que se ha alcanzado el **objetivo general** propuesto, el cual consistía en diseñar una SdA orientada a trabajar el método científico y la naturaleza de la ciencia en la materia de Física y Química de 4.º de ESO. A través de una contextualización histórica, el fomento del trabajo cooperativo y, muy especialmente, la integración y el uso crítico de la IA conversacional, se ha logrado articular una propuesta pedagógica que supera la visión tradicional, lineal y muchas veces descontextualizada que se suele ofrecer sobre la investigación científica en las aulas.

En relación con el **primer objetivo específico**, centrado en el análisis del marco teórico y normativo, la programación didáctica se ha fundamentado de manera sólida en las directrices de la LOMLOE y en el Decreto 82/2022 de Castilla-La Mancha. Esta revisión documental ha sido clave para garantizar un enfoque verdaderamente competencial, integrando con sentido los descriptores operativos del Perfil de salida. Asimismo, la fundamentación teórica ha justificado la necesidad de humanizar la enseñanza de las ciencias y ha respaldado la introducción de la IA en el entorno educativo, evidenciando que su uso supervisado ayuda a desarrollar habilidades cognitivas.

Respecto al **segundo objetivo específico**, se ha diseñado e integrado con éxito la SdA "Ciencia e Historia: redescubriendo el método científico con IA". Esta SdA emplea el ABP como motor metodológico principal. El diseño sitúa al alumnado como un agente investigador activo, organizado en pequeños grupos con roles muy definidos. El elemento más innovador de este objetivo ha sido transformar la IA conversacional en una herramienta de indagación que permite a los estudiantes simular entrevistas con figuras históricas de la ciencia, logrando así reconstruir los procesos reales de investigación, los errores que se cometieron por el camino y las dificultades que estas figuras tuvieron para que sus descubrimientos fueran aceptados por la sociedad de su época.

En cuanto al **tercer objetivo específico**, referente a la propuesta de tareas para promover el contraste de información y el espíritu crítico, la secuencia de actividades exige al alumnado una profunda reflexión metacognitiva. Esto se materializa especialmente en la cuarta sesión (tercera actividad) de la SdA, donde los estudiantes están obligados a dudar de la herramienta digital y contrastar los datos generados por el chatbot con fuentes bibliográficas rigurosas y

fiables. Este proceso les dota de herramientas prácticas para identificar sesgos, anacronismos o imprecisiones ("alucinaciones" de la IA), trabajando de manera real y aplicada la alfabetización digital y la validación de la información.

Para dar respuesta al **cuarto y último objetivo específico**, se ha elaborado un sistema de evaluación eminentemente formativo, coherente y variado. Lejos de limitarse a una prueba escrita tradicional, se han diseñado instrumentos de evaluación alineados directamente con las competencias específicas 4, 5 y 6 de la materia. Entre estos instrumentos destacan las rúbricas detalladas para valorar tanto el póster científico como la exposición oral durante el simposio final, además de listas de cotejo para evaluar la calidad de los *prompts* introducidos en la IA. Por otro lado, se han incorporado mecanismos para promover la autorregulación del propio estudiante mediante el uso de cuestionarios y dianas de aprendizaje para la autoevaluación y la coevaluación del trabajo grupal.

En definitiva, este trabajo pone de manifiesto que es posible y necesario actualizar las metodologías en el aula de ciencias, garantizando además la inclusión de todo el alumnado gracias a la aplicación de los principios del DUA. La integración de tecnologías emergentes como la IA, lejos de suponer una amenaza para la educación, se ha canalizado en esta propuesta como una oportunidad para que el alumnado desarrolle de forma conjunta competencias científicas, comunicativas y digitales. De este modo, se prepara a los estudiantes de 4.º de ESO no solo para superar una etapa académica, sino para desenvolverse como ciudadanos críticos y reflexivos frente a los retos del siglo XXI.

4. Limitaciones y prospectiva

En el desarrollo y redacción del presente TFE, se han encontrado ciertas limitaciones, derivadas principalmente de la falta de experiencia docente directa en las aulas. Esta inexperiencia previa influye a la hora de planificar la propuesta didáctica con una visión totalmente ajustada a la realidad del día a día en las aulas. En concreto, genera cierta incertidumbre sobre la viabilidad de la SdA en aspectos organizativos, tales como la temporalización exacta de las sesiones, los ritmos reales de trabajo del alumnado o la gestión de posibles imprevistos durante el uso de herramientas tecnológicas. No obstante, cabe destacar que esta limitación se ha visto mitigada de forma significativa gracias a la colaboración del centro educativo en el que se desarrollaron las prácticas. El acceso facilitado a su programación real de la materia de Física y Química ha sido un recurso fundamental que ha servido de guía para estructurar el trabajo, dotando a la propuesta de una mayor coherencia normativa, contextual y temporal.

En cuanto a las líneas de futuro y prospectiva, este trabajo abre diversas vías de continuidad y mejora. Por un lado, la metodología y el diseño planteados en la SdA no tienen por qué limitarse exclusivamente al bloque inicial de destrezas científicas. Sería de gran utilidad y aplicación práctica implementar esta misma dinámica en otras unidades didácticas, a lo largo de distintos trimestres e incluso adaptándola a otros cursos de la etapa. Esto permitiría utilizar la herramienta de la IA conversacional de manera recurrente para explorar los diferentes contextos sociohistóricos de los diversos hallazgos científicos a medida que se introducen en el currículo, consolidando en el alumnado una visión integral sobre la evolución de la ciencia.

Por otro lado, una línea de trabajo futuro natural y necesaria consistiría en el diseño y desarrollo de la programación didáctica anual completa. De esta manera, se garantizaría un proceso de enseñanza-aprendizaje totalmente cohesionado y continuo desde el inicio hasta el final del curso escolar.

Referencias bibliográficas

- Casierra, R. P. C., Peralta, K. S. I., Soledispa, B. A. R., Solís, P. S. L., & Coronel, S. M. C. (2025). Aprendizaje Basado en Proyectos y Asistentes de Inteligencia Artificial: Innovación Pedagógica para el Desarrollo del Pensamiento Computacional en Entornos STEM. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 1249–1275. <https://doi.org/10.70577/asce.v4i4.488>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Domènech Casal, J. (2019). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias: 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. 159.
- Gillies, R. M. (2023). Using Cooperative Learning to Enhance Students' Learning and Engagement during Inquiry-Based Science. *Education Sciences*, 13(12), 1242. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI13121242>
- Klopfer, L. E., & Aikenhead, G. S. (2022). Humanistic science education: The history of science and other relevant contexts. *Science Education*, 106(3), 490–504. <https://doi.org/10.1002/sce.21700>
- Miguel, P. (2025). *Cómo utilizar la IA para trabajar el pensamiento crítico - El Diario de la Educación*. <https://eldiariodelaeducacion.com/2025/01/30/como-utilizar-la-ia-para-trabajar-el-pensamiento-critico/>
- Sanmarti Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3–16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- UNESCO. (2020). Informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2020: Inclusión y educación: todos y todas sin excepción - UNESCO Biblioteca Digital. *Unesco*, 1–458. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374817>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research | UNESCO*. <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>

Anexos

Anexo A. Listado de abreviaturas

ABP: Aprendizaje basado en proyectos

ACNEAE: Alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo

CC: Competencia ciudadana

CCE: Competencia específica

CCEC: Competencia en conciencia y expresión culturales

CCL: Competencia en comunicación lingüística

CD: Competencia digital

CE: Competencia emprendedora

CP: Competencia plurilingüe

CPSAA: Competencia personal, social y de aprender a aprender

DUA: Diseño Universal de Aprendizaje

ESO: Educación Secundaria Obligatoria

IA: Inteligencia Artificial

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PEC: Proyecto Educativo de Centro

SdA: Situación de Aprendizaje

STEM: Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería

TFE: Trabajo Fin de Estudios

Anexo B. Infografía explicativa de la SdA



Fuente: elaboración propia con la herramienta Canva

Anexo C. Portafolio de investigación



PORTAFOLIO DE INVESTIGACIÓN

Ciencia e Historia

DATOS DEL EQUIPO

Nombre del equipo:

Personaje histórico asignado:

Reparto de roles:

PUNTO DE PARTIDA

¿Qué sabemos de antemano y qué grandes dudas esperamos resolver con la entrevista?

DIARIO DE INTERACCIÓN CON LA IA		
Prompt (instrucción exacta escrita a la IA)	Resumen de la respuesta	Valoración del equipo (útil, superficial, sospechosa...)

Fuente: elaboración propia con la herramienta *Canva*

Anexo D. Rúbrica de evaluación del diseño del póster



RÚBRICA DE EVALUACIÓN (PÓSTER)



CRITERIO	SOBRESALIENTE (4)	NOTABLE (3)	BIEN/SUFICIENTE (2)	INSUFICIENTE (1)
Estructura y apartados	Incluye claramente la introducción, metodología, resultados, contexto histórico y la reflexión sobre los errores de la IA.	Incluye casi todos los apartados requeridos, pero alguno se presenta de forma algo confusa o breve.	Faltan algunos apartados importantes o la estructura dificulta seguir el orden de la investigación.	El póster carece de estructura lógica y omite apartados fundamentales del proyecto.
Rigor y vocabulario científico	Utiliza términos científicos con total propiedad, explicando conceptos complejos de forma clara y sin errores conceptuales.	Emplea buen vocabulario, aunque se detecta alguna pequeña imprecisión científica que no altera el significado general.	El vocabulario es excesivamente coloquial para un póster científico y presenta errores conceptuales notables.	No se utiliza terminología científica o los conceptos expuestos son incorrectos.
Diseño visual y legibilidad	El diseño es muy atractivo, la información respira bien y los elementos gráficos complementan perfectamente el texto.	El diseño es adecuado y legible, pero la distribución de los elementos podría ser un poco más equilibrada.	Hay demasiado texto, la letra es difícil de leer o las imágenes no aportan valor real a la explicación.	El póster resulta caótico visualmente, siendo muy complicado leer o entender la información plasmada.

Fuente: elaboración propia con la herramienta *Canva*

Anexo E. Rúbrica de evaluación de la exposición oral



RÚBRICA DE EVALUACIÓN (EXPOSICIÓN)



CRITERIO	SOBRESALIENTE (4)	NOTABLE (3)	BIEN/SUFICIENTE (2)	INSUFICIENTE (1)
Dominio del tema	Explica la investigación con total seguridad, demostrando haber interiorizado el proceso sin necesidad de leer el póster.	Demuestra conocer el tema, aunque en momentos puntuales depende de la lectura literal del póster de apoyo.	Conoce el tema superficialmente, basando la mayor parte de su exposición en leer lo escrito en la pantalla.	Desconoce partes fundamentales del trabajo de su propio equipo y no logra hilar un discurso coherente.
Claridad y comunicación no verbal	Habla con un volumen adecuado, vocaliza perfectamente, mantiene contacto visual con el público y cuida su postura.	La comunicación es buena en general, pero en ocasiones baja el tono de voz o pierde el contacto visual con la audiencia.	El volumen es bajo, apenas mira al resto de la clase y su postura transmite cierta inseguridad o falta de preparación.	Inaudible en gran parte de la exposición, da la espalda al público o muestra una actitud poco adecuada para un simposio.
Respuestas en el debate	Responde a las preguntas de compañeros y docente con argumentos sólidos, relacionando sus respuestas con la investigación realizada.	Responde a las preguntas de forma correcta, aunque sus explicaciones son breves o poco profundas.	Tiene dificultades para contestar a las preguntas, dando respuestas ambiguas o que no terminan de aclarar la duda.	No es capaz de responder a las preguntas planteadas o sus respuestas demuestran que no comprende el trabajo realizado.

Fuente: elaboración propia con la herramienta Canva

Anexo F. Formulario de coevaluación

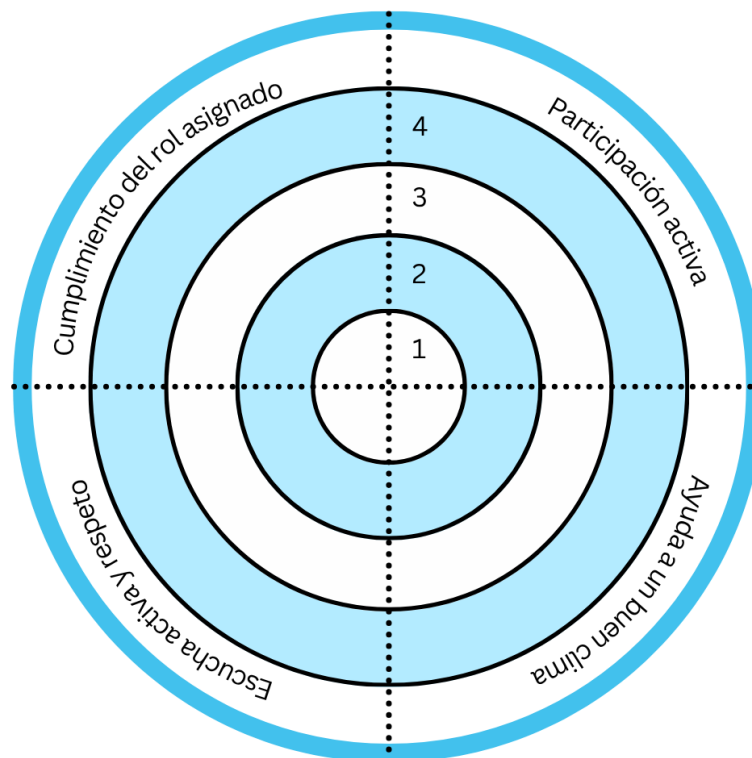
Coevaluación

Nombre y apellidos:

Equipo:

Valora el trabajo en equipo de tus compañeros de forma sincera y constructiva. Colorea en la diana del 1 (mínimo) al 4 (máximo) los cuatro aspectos indicados. Te recomendamos usar un color distinto o escribir las iniciales de cada compañero para evaluarlos a todos en la misma diana sin gastar más papel.

1= Necesita mejorar. | 2 = En proceso | 3 = Adecuado | 4 = Excelente



Reflexión grupal:

La mayor aportación trabajando en equipo ha sido:

Si volvemos a trabajar juntos deberíamos mejorar en:

Anexo G. Formulario de autoevaluación

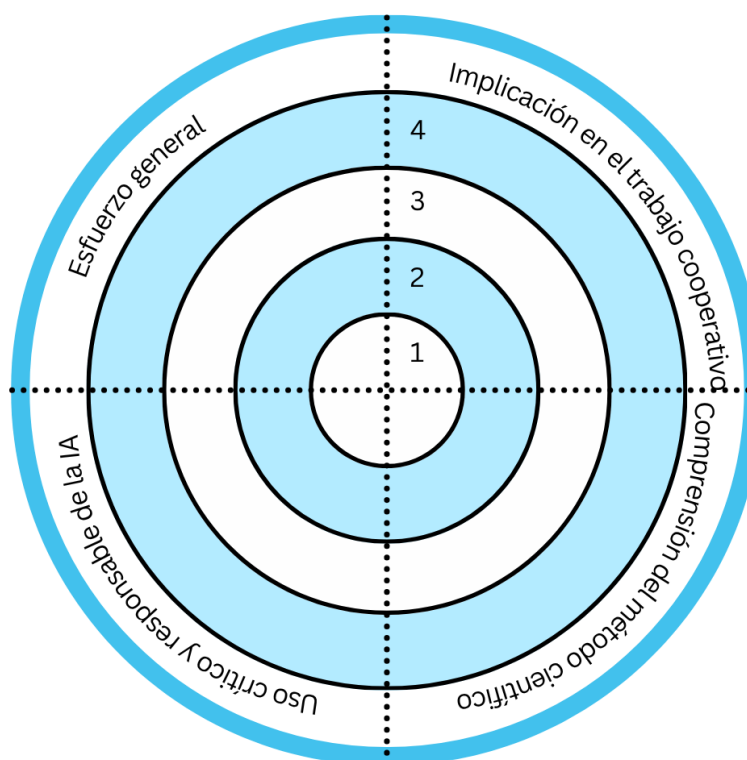
Autoevaluación

Nombre y apellidos:

Equipo:

Tómate unos minutos para reflexionar sobre tu propio aprendizaje y el esfuerzo que has dedicado a este proyecto. Valora tu desempeño coloreando tu diana del 1 (mínimo) al 4 (máximo) en los cuatro ejes propuestos y, a continuación, responde a las preguntas con total honestidad.

1= Necesita mejorar. | 2 = En proceso | 3 = Adecuado | 4 = Excelente



Reflexión personal:

Me he sentido perdido en:

Necesito mejorar en:

La desventaja que
le veo a la IA es:

Fuente: elaboración propia con la herramienta Canva