



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Internacional de Posgrado

Máster universitario en Profesorado

Especialidad: Física y Química

Campus: Granada

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Aprendizaje basado en proyectos. Gases emitidos por automóviles

Presentado por:

D. Sergio Parra Vicente

Tutores:

Dr. Juan de Dios García López-Durán

Dra. Stefania Nardecchia

Curso Académico 2023/2024

Resumen

En este trabajo se expone una situación de aprendizaje para la materia de Física y Química del nivel educativo de 1º de Bachillerato en la que se trabajan conceptos relacionados con gran parte de la normativa curricular mediante el análisis de la emisión de gases contaminantes por automóviles, así como a partir del estudio de las consecuencias que presentan estas emisiones para el medioambiente y un conjunto de propuestas de mejoras.

La secuenciación didáctica que compone la situación de aprendizaje se realiza mediante el empleo de la metodología activa de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Por tanto, también se lleva a cabo en este documento una revisión bibliográfica sobre los conceptos más importantes que relacionan el ABP con el proceso de aprendizaje-enseñanza, así como se compara esta metodología seleccionada con otro tipo de metodologías activas para el tratamiento de aspectos como los que se plantean en el desarrollo de la actividad expuesta relacionados con la educación ambiental.

El ABP es una metodología que permite mejorar tanto la motivación intrínseca del alumnado, como el propio proceso de aprendizaje. Este método de trabajo establece un objetivo final alcanzable mediante la construcción de un proceso de aprendizaje gradual en el que el alumnado debe incrementar el conjunto de procesos cognitivos para evolucionar hacia un desarrollo que permita realizar la actividad final. En el ABP es esencial establecer un papel del docente como guía, persona que facilita el fomento del proceso de aprendizaje-enseñanza.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Educación ambiental, Situación de aprendizaje, Metodología activa, Educación Secundaria.

Abstract

This paper presents a learning situation for the subject of Physics and Chemistry for the 1st year of the Baccalaureate in which concepts related to a large part of the curricular regulations are worked on through the analysis of the emission of polluting gases by cars, as well as through the study of the consequences of these emissions for the environment and a set of proposals for improvement.

The didactic sequencing that makes up the learning situation is carried out through the use of the active methodology of Project Based Learning (PBL). Therefore, this document also includes a bibliographical review of the most important concepts that relate PBL to the learning-teaching process, as well as a comparison of this selected methodology with other types of active methodologies for the treatment of aspects such as those raised in the development of the exposed activity related to environmental education.

PBL is a methodology that improves both the intrinsic motivation of students and the learning process itself. This working method establishes a final objective that can be reached by building a gradual learning process in which students must increase the set of cognitive processes to evolve towards a development that allows them to develop the final activity. In PBL it is essential to construct the role of the teacher as a guide, a person who facilitates the promotion of the learning-teaching process.

Key words: Project Based Learning (PBL), Environmental Education, Learning situation, Active methodology, Secondary Education.

Índice

1	Introducción	5
2	Estado del arte	6
3	Justificación	12
4	Situación de aprendizaje	16
4.1	Contexto	16
4.2	Temporalización	17
4.3	Secuenciación didáctica	18
4.3.1	Motivar y movilizar	19
4.3.2	Activar	20
4.3.3	Explorar	22
4.3.4	Estructurar	24
4.3.5	Aplicar y comprobar	26
4.3.6	Concluir	27
4.4	Diseño Universal del Aprendizaje (DUA)	28
4.4.1	Proporcionar múltiples forma de compromiso al alumnado	29
4.4.2	Proporcionar múltiples formas de representación	30
4.4.3	Proporcionar múltiples formas de acción y expresión	31
4.5	Valoración de lo aprendido. Evaluación	32
4.5.1	Evaluación del alumnado	32
4.5.2	Evaluación del profesorado	36
4.6	Realización del proceso experimental	37
5	Conclusiones	42
	Referencias	44
6	Apéndice	47
6.1	Situación de aprendizaje	47
6.2	Material de evaluación	47
6.3	Diseño experimental	47

1 Introducción

Estudios realizados por la Comunidad Europea inducen un aumento del desinterés del alumnado por las materias del ámbito científico-tecnológico en estudiantes de secundaria en Europa [1]. Este efecto se observa también en otros países altamente industrializados fuera de la región europea, como Estados Unidos. En general, las causas de esta dinámica son múltiples y diversas [2]. No obstante, según el desarrollo expuesto en la bibliografía [1], se pueden destacar dos. En primer lugar, existe una relación entre la baja motivación en el estudio de las ciencias y la equidad y los roles de género. Tanto el estudiante del sexo femenino, como el alumnado con un nivel socio-económico humilde, eligen, en pequeña proporción, profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología. Por otro lado, la segunda causa se encuentra relacionada con el proceso metodológico de impartición de la enseñanza de la ciencia (método de aprendizaje-enseñanza descontextualizado). La falta de vocación en el desarrollo de la tecnología e innovación puede presentar implicaciones negativas en numerosos sectores como el político, industrial y científico, así como en la construcción de una sociedad competente [3].

El sector de la didáctica de la enseñanza reclama una educación de las ciencias competencial¹ y contextualizada [4], otorgando al alumnado un papel fundamental en el desarrollo de la capacidad para aplicar, transferir y crear conocimiento científico. Además, se quiere dar elevada importancia al papel de la enseñanza de las ciencias en la formación de ciudadanos competentes [5]. Aspectos como la alfabetización científica [6] o la educación ambiental² [7], constituyen algunas de las iniciativas de referencia en la construcción de una enseñanza basada en la competencia ciudadana.

De esta forma, en los últimos años se ha establecido la necesidad de modificar el paradigma educativo con el objetivo de establecer una educación de calidad que forme al estudiante para la superación de los retos del siglo XXI (UNESCO). Para ello, se están generando gran cantidad de metodologías innovadoras que permiten el desarrollo del proceso de aprendizaje-enseñanza desde diversas perspectivas, las metodologías activas [8]. Este tipo de métodos de enseñanza aportan un desempeño más activo del alumnado, eliminando el simple proceso de recopilación de información. Además, se producen mayor cantidad de interacciones y procesos en el aula mejorando el clima de grupo, la relación con el docente y ampliando la cantidad de desarrollos cognitivos en comparación con el esquema de enseñanza tradicional [9, 10]. En general, se trata de una metodología más completa, en la que se descubre un mayor número de interacciones con los elementos básicos del sistema educativo, así como de gran importancia en la construcción del perfil del alumnado (inteligencia emocional) en una etapa crucial en el desarrollo vital de la persona, como se trata de la adolescencia [11].

En general, se pueden analizar gran cantidad de propuestas, dentro de las metodologías activas, asociadas a la mejora del proceso de aprendizaje-enseñanza:

¹Desarrollo de la competencia científica (Programa PISA 2025 de la OCDE).

²Materia con la que se relaciona la propuesta didáctica que se va a presentar en este proyecto de innovación (situación de aprendizaje).

1) Aprendizaje Basado en Problemas, 2) Aprendizaje Cooperativo, 3) Aprendizaje por Indagación, 4) Aprendizaje Basado en Retos, 5) Pensamiento de Diseño³, 6) Clase Invertida⁴, 7) Gamificación, 8) Aprendizaje Basado en Proyectos, entre otras. Estas técnicas docentes mejoran el proceso de aprendizaje-enseñanza, tanto a nivel competencial y de contenidos, como en la construcción de la motivación intrínseca en el alumnado. Además, el empleo de algunas de estas metodologías no implica un tratamiento unitario de estas, es decir, es común la aplicación de varias de estas técnicas en el desarrollo de una materia o incluso, en la propia elaboración de una única situación de aprendizaje. Para este Trabajo Fin de Máster (TFM) se va a elaborar una secuencia didáctica en la que se va a emplear la metodología de **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**.

En este proyecto se va a llevar a cabo un estudio de antecedentes (revisión bibliográfica) relacionado con el ABP con el propósito de generar, explicar y argumentar la necesidad de la utilización de este tipo de metodología activa en el proceso de enseñanza, tanto de las ciencias, como de un ámbito general. El principal objetivo de este trabajo consiste en la elaboración de una situación de aprendizaje que ponga en práctica la metodología de estudio (ABP) asociada con la educación ambiental. La situación de aprendizaje propuesta se encuentra relacionada con la emisión de gases emitidos por automóviles, tratando aspectos generales de diversas partes del currículum de la materia de Física y Química del nivel de 1º de Bachillerato.

2 Estado del arte

En la actualidad se ha generado la necesidad de modificar el foco en el que se ha centrado el proceso de enseñanza basado en la metodología tradicional, es decir, se debe fomentar dar importancia al conjunto de aspectos y cualidades que tiene que aprender el alumnado por encima de lo que se tienen que enseñar [12]. Según los datos aportados por el WEF⁵ en el año 2016, se puede predecir que, aproximadamente, el 65 % de la población que comienza la educación primaria en Europa, va a llevar a cabo desempeños laborales que todavía no existen. Esto genera una gran necesidad de evolucionar el proceso de aprendizaje-enseñanza tal y como se percibe hoy en día, con el objetivo de generar personas capaces de adaptarse e interpretar cualquier situación que les suponga un nuevo reto.

De forma general, para que el alumnado disponga de un conjunto de recursos amplio con el propósito de afrontar con éxito los nuevos retos del siglo XXI, es importante construir un currículum educativo basado en el desarrollo de competencias clave para generar competencias cognitivas relacionadas con el pensamiento crítico y la resolución de problemas. De esta forma, se consigue que el estudiante sea capaz de llevar a cabo procesos de gran relevancia como acceder, sintetizar, seleccionar, analizar o evaluar la información de manera crítica y selectiva [13]. Además, también es necesario fomentar competencias sociales y de comunicación

³Design Thinking en inglés.

⁴Flipped Classroom en inglés.

⁵World Economic Forum. Siglas en inglés del Foro Económico Mundial.

efectiva basadas en colaboración, trabajo en equipo y creatividad. Este conjunto de características permite un desarrollo completo personal del alumnado, así como la toma de decisiones informadas y la actuación efectiva antes retos globales.

El ABP se trata de una metodología activa que pretende ser una posible solución del conjunto de necesidades descrito. En primer lugar, desde un punto de vista analítico, a pesar de que esta metodología se ha trabajado ampliamente en centros educativos españoles, no se ha encontrado ninguna evidencia científica relacionada con una evaluación del impacto de su efectividad en el nivel de educación secundaria obligatoria. No obstante, si se analizan estudios de la eficiencia de esta metodología fuera de España, se puede determinar que los resultados obtenidos son altamente positivos en el desarrollo de aspectos clave del alumnado como se trata de la comunicación, el pensamiento reflexivo y resolución de problemas, la cooperación, la creatividad, así como el fomento, en especial, de la motivación intrínseca en el proceso de aprendizaje-enseñanza al hacer al estudiante participe y generador de su propia educación [14, 15].

Tras la realización de un pequeño análisis de la necesidad de implantar este tipo de metodología activa, así como la exposición de los principales procesos cognitivos-emocionales que fomenta el ABP, se van a exponer un conjunto de antecedentes ligados al ABP. A partir de la información encontrada en la bibliografía clásica [16], el ABP se basa en un conjunto de tareas relacionadas con la resolución de preguntas y problemas que implican al estudiante en el diseño y planificación del aprendizaje, en la toma de decisiones y en procesos de investigación, ofreciéndole la oportunidad de trabajar de forma autónoma para finalizar el proceso con la puesta en práctica de un producto final global. De esta forma, este tipo de aprendizaje requiere de una interacción entre docente y estudiante distante de la metodología tradicional asociada a la clase magistral. El alumnado debe, a partir de una situación de análisis planteada, buscar soluciones a problemas, generar preguntas, diseñar planes y recopilar datos para establecer conclusiones. Además, este debe exponer sus resultados creando un producto final [17]. Continuando con la revisión bibliográfica, la información encontrada en [18] expone que los proyectos deben ser el centro del currículo educativo, no un producto residual o periférico. Esto implica que la implantación de esta metodología basada en proyectos no debe formar parte de un producto extraordinario a la lección magistral, sino que debe suponer un eje vertebral principal para llevar a cabo el proceso de aprendizaje-enseñanza [19].

En general, existen gran cantidad de estudios que ponen de manifiesto la cantidad de ventajas asociadas al uso del ABP en diferentes aspectos relacionados, tanto con el proceso de enseñanza, como con la evolución personal y emocional del individuo adolescente. Desde el punto de vista del aprendizaje, se pueden destacar las siguientes características aportadas por esta metodología activa:

- Colaboración, planificación, comunicación, toma de decisiones y gestión del tiempo. Estas son algunas de las habilidades y competencias que potencia el ABP [20].
- Aumento en la asistencia, mayor participación, mejor disposición para el de-

sarrollo de las actividades propuestas, mejor capacidad para la adquisición de conocimientos. Esta serie de habilidades fomentan la motivación (intrínseca) del alumnado [21].

- Mejora de adaptación del estudiante frente a nuevos retos, así como crecimiento en la satisfacción con el proceso de aprendizaje [22].
- Como resultado del conjunto de características expuestas, el alumnado consigue obtener mejores calificaciones, destacando en este aspecto el proceso de aprendizaje-enseñanza completo adquirido más allá del número alcanzado en la nota final. También, se potencian habilidades de aprendizaje autónomo y se incrementa el tiempo del recuerdo de los conceptos aprendidos [23].

Este conjunto de características positivas en la evaluación/actuación del proceso de enseñanza generadas por la metodología de ABP, han sido fundamentales en la elección de este tratamiento didáctico en el TFM que se va a realizar. Por otro lado, también se han considerado algunas debilidades encontradas en la bibliografía sobre el ABP, para intentar desarrollar un proceso de aprendizaje lo más satisfactorio posible. Los aspectos más importantes a destacar asociados a esta sección se encuentran relacionados con la pérdida puntual de la motivación del alumnado (trabajos extensos), deficiencias en los proyectos debido a la complejidad de estos, así como dificultades a la hora de su puesta en marcha e implementación [24, 25]. Una buena solución para paliar esta serie de desventajas consiste en la inclusión de otro tipo de metodologías activas como el aprendizaje colaborativo y enseñanza basada en indagación.

Hasta ahora se han analizado diferentes aspectos relacionados con el ABP de forma aislada. El siguiente paso va a consistir en contextualizar esta metodología, tanto con la experiencia tradicional, como con el resto de metodologías activas. Esto va a permitir analizar el conjunto de ventajas (o desventajas) que proporciona el ABP en un ámbito mucho más amplio y general.

Anteriormente en este trabajo, se han proporcionado numerosas razones por las que se debe evolucionar de una enseñanza basada en la lección magistral a un proceso de aprendizaje-enseñanza basado en metodologías activas. No obstante, se puede considerar adecuado, para comparar procesos, realizar un resumen global del conjunto de consideraciones expuestas. De esta forma, se puede determinar que el conjunto de las metodologías activas aportan un aprendizaje fundamentado en los nuevos retos que debe tratar la sociedad actual, en definitiva, en la necesidad de la formación de personas que sean capaces de basar sus reflexiones en competencias, en lugar de en la retención de información fugaz.

A partir de aquí, para tener como referencia un conjunto de aspectos ligados a la metodología tradicional, se puede emplear la referencia bibliográfica aportada por [26]. Este autor ofrece una lista completa formada mediante conjuntos de ventajas y desventajas en el uso del método de enseñanza tradicional. Este listado supone una referencia de gran importancia en la publicación de gran cantidad de artículos relacionados con desventajas de esta metodología. La mayoría de estas desventajas presentan una fuerte relación con la elaboración de los beneficios de las metodologías activas. Por tanto, para llevar a cabo una comparación entre ABP

y la lección magistral, de forma genuina, se van a analizar algunas de las principales ventajas que según [26] presenta el método tradicional. Algunas de estas se exponen a continuación:

- Clima del aula, proceso de aprendizaje-enseñanza e interacciones entre docente y alumnado supeditadas bajo un gran control por parte del docente debido a la utilización de esta metodología tradicional.
- Mediante la lección magistral, el docente presenta la capacidad de exponer gran cantidad de información, así como comunicar esta a un número elevado de oyentes. Además, este tipo de metodología permite la organización del material de enseñanza de forma más precisa.
- El docente presenta la capacidad de abarcar mayor cantidad de contenidos (saberes básicos) estructurando las sesiones a partir de la modelización profesional en una disciplina para el tratamiento y resolución de problemas.
- Las metodologías tradicionales fomentan el aprendizaje mediante la escucha efectiva.

Como se puede analizar en este conjunto de ventajas que presenta la metodología tradicional, la mayor parte de estas se encuentran dirigidas hacia el docente, es decir, no se tienen en cuenta las necesidades que presenta el alumnado. Además, este listado parece partir de una misma base genérica, un grupo de estudiantes en los que no existen diferencias que se deben tener en cuenta, como si de una estructura jerarquizada e industrializada se tratase el proceso de aprendizaje-enseñanza. Mediante este método tradicional, el docente adquiere gran control sobre el proceso de enseñanza, impidiendo el desarrollo de procesos cognitivos en el alumnado como la creatividad o la capacidad de adaptación a diferentes estrategias que el empleo de metodologías activas presenta como eje central.

En general, esta metodología es bastante frecuente (dominante) en la mayoría de las aulas y su principal motivo se encuentra descrito en el global de las ventajas expuestas. Se trata de un método que permite controlar, de forma estricta, el proceso de enseñanza, así como permite llegar a un gran número de estudiantes con una misma dedicación para todos estos. No obstante, el alumnado suele presentar distintas necesidades, es decir, no todos los miembros de un grupo educativo se adaptan de la misma forma a un tipo de metodología. Esto implica, en especial para aquellos que tengan un mayor nivel de dificultad, un proceso de enseñanza negativo que puede poner de manifiesto el desinterés en este, tanto por el conjunto de contenidos básicos que proporciona la enseñanza obligatoria, como por el desarrollo adecuado del clima de grupo. De esta forma, se está produciendo una reducción del nivel de calidad de la enseñanza para el conjunto general de miembros involucrados en el proceso.

En otras ocasiones, si se hace referencia a la educación gratuita (universal), se trabaja con poblaciones elevadas de estudiantes, factor que añade un grado de dificultad a la hora de llevar a cabo diferentes metodologías activas desde la perspectiva docente. En este caso, considerando la educación como un bien de

interés general por parte de la mayoría de los países del mundo, es necesario invertir los recursos necesarios para el aumento del nivel de esta, abarcando todas las posibilidades/necesidades que se puedan encontrar.

A pesar de que un número elevado de autores propone la eliminación completa de la metodología tradicional, algunos otros construyen reflexiones relacionadas con la necesidad de establecer un híbrido entre los dos tipos de metodologías señaladas. Como ejemplo, según [27], se pueden trabajar las clases magistrales para realizar la estructuración del curso y para la impartición de unos conocimientos base con el objetivo de, posteriormente, aplicar las metodologías activas con el propósito de sintetizar y aplicar estos conceptos. Desde mi punto de vista, es necesario conservar algunos trazos de la metodología tradicional para intentar enriquecer el proceso de aprendizaje-enseñanza, ya que se trata de un método con el que se estableció un punto de partida en el origen de la educación. Es necesario conservar algunas de sus raíces aunque también es fundamental incluir el uso de metodologías activas debido a la evolución de la sociedad y sus requerimientos.

Según los argumentos expuestos en este TFM, la situación de aprendizaje que se va a diseñar va a basar su configuración, principalmente, en el tratamiento de una metodología activa como se trata del ABP. El ABP se ha estudiado con anterioridad en profundidad exponiendo sus principales características, beneficios en el proceso de aprendizaje-enseñanza e incluso se han tratado algunas desventajas que presenta este tipo de metodología. Como se ha explicado, con el objetivo de ampliar el rango de análisis del ABP, se va a comparar el conjunto de metodologías activas con el propósito de intentar responder la pregunta de qué método activo es mejor. En general, la respuesta a esta pregunta es complicada ya que depende de gran cantidad de factores. Se pueden tener grupos educativos diferentes que funcionen con algunas metodologías activas mejor que con otras o incluso, dentro de un mismo grupo, se puede hacer una división de metodologías entre el propio alumnado. Por este motivo, se va a responder la cuestión, de forma genérica, analizando competencias transversales variadas y su relación con cada uno de los métodos activos.

Para ello, se va a emplear la referencia bibliográfica dada por [28]. El objetivo de este estudio se basa en el análisis comparativo de la percepción del alumnado sobre la influencia diferencial que cinco tipos de metodologías activas distintas (aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, estudio compartido, estudio dirigido y método expertos), presentan en la construcción de las competencias instrumentales (herramientas para conseguir un determinando fin), sistemáticas (habilidades y destrezas relacionadas con la comprensión del total de un conjunto o sistema) y personales (capacidad para expresar sentimientos propios y comprensión hacia los demás). Este trabajo va a permitir comparar estos métodos con la información amplia expuesta sobre el ABP anteriormente.

Con respecto a la descripción de las variables de análisis e instrumentos empleados, se puede determinar que la variable independiente de este estudio se trata de la metodología activa (variable cualitativa). Por otro lado, las variables dependientes corresponden con las medidas cuantitativas de competencias instrumentales, sistemáticas y personales. En el trabajo se analiza, a través de un

cuestionario de 69 ítems, la interacción del alumnado con la influencia de las metodologías propuestas en el proceso de aprendizaje-enseñanza para el desarrollo de 23 competencias transversales (Figura 1).

<i>Instrumentales</i>	<i>Sistémicas</i>	<i>Personales</i>
Comunicación oral y escrita en lengua materna.	Creatividad.	Reconocimiento a la diversidad y multiculturalidad.
Capacidad organización-planificación.	Adaptación a nuevas situaciones.	Habilidades en relaciones interpersonales.
Capacidad de análisis y síntesis.	Aprendizaje autónomo.	Trabajo en equipo.
Resolución de problemas.	Iniciativa espíritu emprendedor.	Compromiso ético.
Toma de decisiones.	Motivación por la calidad.	Razonamiento crítico.
Conocimiento de una lengua extranjera.	Sensibilidad hacia temas medioambientales.	Trabajo en equipo carácter interdisciplinar.
Capacidad de gestión de la información.	Conocimiento de otras culturas y costumbres.	Trabajo en un contexto internacional.
Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.	Liderazgo	

Figura 1: Competencias valoradas mediante el cuestionario propuesto en el trabajo de comparación de distintas metodologías activas [28]. Esta imagen ha sido tomada del propio artículo de referencia.

Tras un análisis general de los principales resultados expuestos en la bibliografía de referencia [28], se puede determinar que se verifica la hipótesis planteada inicialmente asociada a la dificultad de destacar un método activo por encima del resto debido a que la adaptación a estos depende, en gran medida, del individuo que está siendo sometido a cualquiera de estas metodologías. No obstante, la investigación realizada permite llegar a la conclusión de que el aprendizaje basado en problemas es la metodología activa que más aporta al desarrollo de las competencias expuestas. En este tipo de metodología se combina la obtención de conocimientos con la evolución de habilidades, actitudes y competencias de gran utilidad para el desarrollo en el mercado profesional. También se fomenta el trabajo autónomo por parte del alumnado, organizado en grupos y con la ayuda del docente, con el objetivo de obtener una solución eficaz a un problema planteado [29].

Esta definición expuesta puede recordar, en gran parte, a la información tratada acerca del ABP. En general, ambos tipos de metodologías (aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos) presentan una serie de características fundamentales comunes como el planteamiento y resolución de problemas, la planificación de tareas, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la creatividad, la autonomía en el desarrollo de la actividad propuesta o la toma de decisiones, permitiendo al alumnado el desarrollo de actitudes y valores como el respeto, colaboración, ayuda y tolerancia.

Por otro lado, estos dos métodos activos también presentan pequeñas diferencias. El aprendizaje basado en problemas basa su fundamentación en la resolución de situaciones problemáticas ya generadas principalmente, mientras que el ABP

se focaliza en la creación y desarrollo de proyectos concretos y de mayor envergadura. El problema que se va a plantear en la creación de la situación de aprendizaje se encuentra relacionado con aspectos medioambientales. Además, se puede observar que se trata de una actividad que abarca todas las competencias específicas y gran número de saberes básicos del currículo de 1º de Bachillerato de la materia de Física y Química. De esta forma, debido al tamaño del proyecto y al mayor número de oportunidades que puede ofrecer el ABP, se decide aplicar esta metodología en la elaboración de la situación de aprendizaje.

3 Justificación

Como se ha explicado, en este trabajo se va a presentar una situación de aprendizaje fundamentada en el ABP relacionada con la emisión de gases emitidos por automóviles, así como con el impacto que provocan estos en el medioambiente. Esta situación de aprendizaje presenta el objetivo de desarrollar, mediante el ABP, un producto final que englobe el trabajo asociado a diferentes saberes básicos y competencias específicas características del nivel de 1º de Bachillerato para la materia de Física y Química.

En la sección 2, se ha realizado un repaso bibliográfico sobre las principales características que dominan al ABP. En resumen, se puede destacar que se trata de una metodología activa que se basa en la resolución de proyectos de un tamaño considerable, relacionados con el currículo educativo y contextualizados en situaciones de relevancia en la sociedad actual. El ABP pretende fomentar habilidades y competencias como la toma de decisiones, la comunicación o la colaboración, así como mejorar la motivación y satisfacción en el proceso de aprendizaje-enseñanza. Además, se trata de una metodología que permite abarcar, tanto diferentes tipos de saberes básicos dentro de una misma materia, como gran cantidad de contenido multidisciplinar asociado a diferentes ámbitos educativos. Este aspecto ha sido fundamental en la elección de esta metodología debido a la situación de aprendizaje que se quiere desarrollar.

El ABP crece, fundamentalmente, mediante la elaboración de un producto final que permite ir construyendo el proceso de aprendizaje-enseñanza en diferentes etapas, es decir, a medida que avanza el desarrollo de la propia actividad final, se va aumentando el número de procesos cognitivos requeridos para el alumnado. Esta metodología provoca que los conceptos se adquieran mejor durante una mayor duración temporal debido al desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior que el ABP propone.

El desarrollo cognitivo expuesto que permite la construcción de la actividad final en el método de ABP, presenta su origen en lo que conoce como Taxonomía de Bloom. Esta se trata de una herramienta que ayuda al docente a establecer los objetivos del aprendizaje en relación con el fomento de diferentes tipos de procesos cognitivos en el alumnado [30]. La Taxonomía de Bloom es un marco educativo que clasifica los objetivos de aprendizaje en niveles jerárquicos. En la era digital, el documento original ha sido revisado y adaptado con el objetivo de exponer las demandas y posibilidades de la tecnología y el aprendizaje en línea

[31]. En la Figura 2, se exponen los niveles jerárquicos del proceso de aprendizaje-enseñanza relacionados con la Taxonomía de Bloom, así como una serie de verbos asociados a cada una de las categorías expuestas. Como se puede observar, el desarrollo jerarquizado es idóneo para la elaboración de un proyecto mediante ABP en el que el objetivo final sea la construcción de un producto final basado en aprendizaje previo y efectivo.

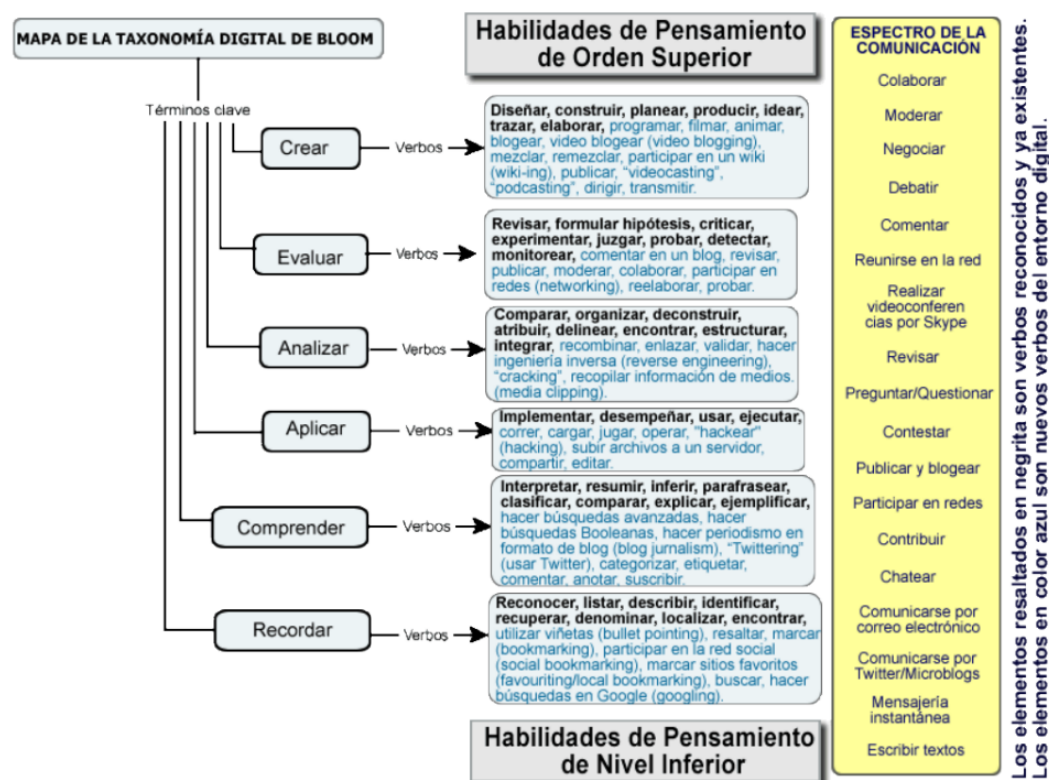


Figura 2: Mapa de la Taxonomía de Bloom en la era digital [30]

Por otro lado, para continuar con la justificación de la utilización del aprendizaje basado en proyectos en la situación de aprendizaje que se va a diseñar, se van a exponer algunas de las competencias específicas y saberes básicos que se van a tratar en el diseño de nuestra situación de aprendizaje relacionada con la emisión de gases emitidos por automóviles. El objetivo es analizar esta normativa para extraer todas las posibilidades de actuación con la metodología activa seleccionada. Debido a que en este caso se van a exponer cuestiones asociadas a la materia de Física y Química del nivel educativo de 1º de Bachillerato, en la *Orden de 30 de mayo de 2023* se desarrolla el currículo correspondiente a Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En concreto, en el *Anexo II* de esta orden general, se formulan las competencias específicas, los criterios de evaluación y los saberes básicos para cada una de las materias comunes obligatorias y optativas de este período post-obligatorio. Por tanto, algunas de las competencias específicas de la materia de Física y Química que se van a abarcar en el desarrollo de esta situación de aprendizaje son:

- Razonar con solvencia, usando el pensamiento científico y las destrezas re-

lacionadas con el trabajo de la ciencia, para aplicarlos a la observación de la naturaleza y el entorno, a la formulación de preguntas e hipótesis y a la validación de las mismas a través de la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

- Utilizar de forma autónoma, crítica y eficiente plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, consultando y seleccionando información científica veraz, creando materiales en diversos formatos y comunicando de manera efectiva en diferentes entornos de aprendizaje, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social.
- Trabajar de forma colaborativa en equipos diversos, aplicando habilidades de coordinación, comunicación, emprendimiento y reparto equilibrado de responsabilidades, para predecir las consecuencias de los avances científicos y su influencia sobre la salud propia y comunitaria y sobre el desarrollo medioambiental sostenible.

Para el caso de los saberes básicos se pueden destacar los siguientes:

- FISQ.1.B.2. Clasificación de las reacciones químicas: relaciones que existen entre la química y aspectos importantes de la sociedad actual como, por ejemplo, la conservación del medioambiente o el desarrollo de fármacos. Reacciones exotérmicas y endotérmicas. Reacciones de síntesis, sustitución, doble sustitución, descomposición y combustión. Observación de distintos tipos de reacciones y comprobación de su estequiometría. Importancia de las reacciones de combustión y su relación con la sostenibilidad y medio ambiente. Importancia de la industria química en la sociedad actual.
- FISQ.1.F.1. Conceptos de trabajo y potencia: elaboración de hipótesis sobre el consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos del entorno cotidiano y su rendimiento, verificándolas experimentalmente, mediante simulaciones o a partir del razonamiento lógico-matemático. El trabajo como transferencia de energía entre los cuerpos: trabajo de una fuerza constante, interpretación gráfica del trabajo de una fuerza variable.
- FISQ.1.F.3. Variables termodinámicas de un sistema en función de las condiciones: determinación de las variaciones de temperatura que experimenta y las transferencias de energía que se producen con su entorno. El calor como mecanismo de transferencia de energía entre dos cuerpos. Energía interna de un sistema. Primer principio de la termodinámica. Clasificación de los procesos termodinámicos. Conservación y degradación de la energía. Segundo principio de la termodinámica.

En esta sección se han expuesto algunas de las competencias específicas y saberes básicos que se van a tratar en la situación de aprendizaje a desarrollar en este trabajo. Como se puede observar, mediante este reducido ejemplo de normativa, se puede determinar que el ABP es prácticamente fundamental en el tratamiento de los aspectos normativos. Sus principales características se asocian con los

aspectos más importantes del currículo educativo. Se pueden destacar términos descritos en la normativa curricular como colaborativo, creatividad, proyectos de investigación, indagación u observaciones, que si se recurre a la descripción del ABP, se fundamentan en todo momento. Además, la relación entre ABP y currículo facilita la interacción del docente con el proceso de aprendizaje-enseñanza haciendo de este un mecanismo más productivo para el alumnado (moldeamiento, adaptación y unión).

Por último, la situación de aprendizaje que se va a diseñar en este TFM está relacionada con la emisión de gases emitidos por automóviles y el impacto que provoca este efecto en el medioambiente. Se trata de un tema de interés actual que permite abarcar gran cantidad de recursos, tanto curriculares, como extracurriculares, de gran necesidad en la construcción de conocimiento del alumnado. Además, hoy en día, este tópico se trata de un aspecto muy discutido a nivel institucional con el objetivo de intentar reducir el número de emisiones de vehículos con motores de combustión fomentando el desarrollo de nuevas tecnologías, como la implantación de vehículos eléctricos o híbridos. Existen numerosos proyectos, tanto a nivel estatal, como a escala europea o mundial, donde se analizan los efectos que provocan estos gases en el medioambiente, se buscan soluciones y se alerta a la población de la necesidad de cambio. Como ejemplo, se puede destacar la Agenda 2030 [32] con sus objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en la que se expone la gran necesidad e importancia de evolucionar hacia vehículos con cero emisiones (ODS (3): Salud y bienestar, ODS (7): Energía asequible y no contaminante, ODS (9): Industria, innovación e infraestructura, ODS (11): Ciudades y comunidades sostenibles, ODS (13): Acción por el clima).

En muchas ocasiones, la educación ambiental que recibe la ciudadanía proviene de fuentes no formales, como se trata de los medios de comunicación o a partir de la transmisión popular de conocimientos [33]. Esto provoca el desarrollo de gran dificultad en la generación de una conciencia ambiental que ponga de manifiesto la necesidad de formar a la persona como agente de cambio. De esta forma, es necesario que la educación ambiental sea dirigida en momentos precisos como se trata del ámbito educativo. Además, el agente idóneo para el desarrollo de este propósito se trata del profesorado, personal cualificado, formado y con conocimientos científicos y técnicos necesarios para la construcción de una fundamentación adecuada. Como se ha observado en la normativa expuesta, en el currículo se pone de manifiesto la inclusión de ámbitos ambientales a lo largo del desarrollo de materias relacionadas con ciencia y ciudadanía como se trata de Física y Química.

A la hora de impartir nociones relacionadas con la educación ambiental, se puede plantear la cuestión de qué tipo de metodología es la adecuada para tratar con este tipo de aspectos. En este caso, el ABP parece ser una metodología correcta que facilita el currículo integrado y, en concreto, el desarrollo de proyectos interdisciplinares para el tratamiento de la educación ambiental [34]. Además, es una metodología que permite incrementar la motivación en el proceso de aprendizaje en función del tipo de proyecto final al que se enfrenta el alumnado. También existen numerosos estudios que ponen de manifiesto que el ABP es el método

correcto para abordar este tipo de proyectos asociados a la conservación del medioambiente [35, 36].

Este conjunto amplio de recursos expuesto permite determinar la justificación global de la utilización del ABP en la elaboración de la situación de aprendizaje de este trabajo.

4 Situación de aprendizaje

- **La situación de aprendizaje completa se encuentra expuesta en el Apéndice de este documento de texto, sección 6.1. En el documento principal se expone la información más relevante que permite conocer a grandes rasgos el desarrollo elaborado.**

La situación de aprendizaje que se ha elaborado en relación a la aplicación de la metodología activa de ABP se titula: *¡A toda máquina! Explorando las emisiones de automóviles y su impacto ambiental*. Esta situación de aprendizaje se encuentra relacionada con la emisión de gases contaminantes por automóviles y el impacto que estos provocan, tanto en el ser humano, como en el medio que lo rodea. Se trata de una actividad dirigida para el alumnado del nivel de 1º de Bachillerato de la materia de Física y Química, ya que se trabaja en esta un conjunto amplio de aspectos normativos asociados al currículo de este nivel educativo.

La propuesta de la situación de aprendizaje para el nivel indicado se realiza tras un proceso de reflexión basado en el tratamiento de destrezas, habilidades y competencias que el alumnado va a desarrollar con la puesta en práctica de esta actividad. No obstante, se puede adaptar la propuesta general para cualquier nivel educativo modificando las actividades tratadas. Además, el tema que gobierna esta situación de aprendizaje, gases emitidos por automóviles y contaminación global, supone un aspecto de gran relevancia para el desarrollo de cualquier tipo de actividad en un centro educativo. A partir de aquí, en esta sección 4 se van a exponer los aspectos más relevantes asociados a la situación de aprendizaje elaborada.

4.1 Contexto

En primer lugar, se puede determinar que el contexto en el que se desarrolla esta situación se encuentra relacionado con el aula del curso de 1º de Bachillerato A del C.D.P. Regina Mundi. Este ha sido el centro educativo en el que se ha llevado a cabo la parte práctica del máster en formación de profesorado (MAES). Aunque no se ha podido poner en marcha esta situación de aprendizaje debido a la organización de las prácticas en el centro educativo, el aula mencionada permite establecer una referencia con el objetivo de contextualizar y tratar al grupo educativo, así como atender a posibles necesidades educativas específicas que alguna parte del alumnado requiera.

De forma general, el aula está formada por un alumnado de gran diversidad pero con ciertos rasgos comunes. Como ejemplo, la mayor parte del alumnado

presenta un nivel socioeconómico medio-alto, tiene actitudes hacia la cultura, religión y forma de vida similares, así como el interés hacia el estudio de las ciencias es elevado (alta participación en la materia de Física y Química, generalizada). Además, no hay alumnado absentista, ni problemas de convivencia de gran importancia. Todos los integrantes del grupo educativo presentan acceso a internet y recursos digitales tanto en el aula, como en sus propios hogares.

El grupo se compone de un total de 35 estudiantes divididos en 13 mujeres y 22 hombres. Se trata de un aula con una ratio elevada que dificulta el tratamiento personalizado del docente a aquella parte del alumnado que presenta Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE). En el aula de referencia se trabaja con alumnado con características neurodivergentes como TDAH, asperger y dislexia. En todos los casos, se tratan las necesidades a partir de programas de atención a la diversidad considerándolas como necesidades educativas no significativas debido a las características del alumnado. Además, también existe un alumno que presenta un programa de altas capacidades. En el desarrollo de esta situación de aprendizaje se tienen en cuenta esta serie de aspectos a la hora de diseñar las actividades propuestas para la consecución del producto final. Para ello, se aplica el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) con el objetivo de asegurar que todo el aula pueda experimentar el desarrollo competencial que se pretende.

4.2 Temporalización

La mayor parte de los saberes básicos que se tratan en la situación de aprendizaje se encuentran relacionados con el bloque de Energía (bloque de física) de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. Por tanto, esta actividad general puede encajar en un cronología cercana a la explicación de esta parte del temario. No obstante, debido al gran contenido multidisciplinar que presenta, se puede llevar a cabo, prácticamente, en cualquier momento del desarrollo del curso, incluso en la parte que coincide con la explicación del temario de química.

La materia de Física y Química de 1º de Bachillerato es una asignatura específica de la modalidad de ciencias y tecnología que cuenta con 4 sesiones a lo largo de la semana de una hora de duración cada una de ellas. La organización de las actividades planteadas se expone en la Tabla 1. Como se puede observar, las 14 actividades propuestas para el desarrollo de la situación de aprendizaje se dividen en un total de 11 horas lectivas (sesiones) de la materia de Física y Química. Con el propósito de contextualizar la información expuesta en la Tabla 1, esta actividad general se trabaja durante un período aproximado de 3 semanas, incluyendo el bloque de Energía completo y gran cantidad de saberes básicos de otros bloques característicos del nivel educativo. Además, se desarrollan todas las competencias específicas relacionadas con el currículo de 1º de Bachillerato.

Por otro lado, en la Tabla 1 se puede determinar que no se encuentra descrita la temporalización asociada para la actividad 8. Esta actividad consiste en la toma de medidas experimentales de gases emitidos por automóviles. Se propone que el alumnado la realice fuera del horario escolar matinal con el objetivo de que amplíe

el tiempo de ejecución de esta al no encontrarse familiarizado con este tipo de actividades experimentales. No obstante, en caso de que fuese necesario, el alumnado puede realizar esta actividad en horario lectivo modificando, en algunos aspectos, la secuencia propuesta en la situación de aprendizaje elaborada.

Actividades	Sesiones
1, 2	1
3, 4, 5	1
6, 7	1
9	1
10	1
11	2
12	1
13	2
14	1

Tabla 1: Temporalización de las actividades que componen la situación de aprendizaje propuesta

Como se ha explicado, la situación de aprendizaje que se presenta dispone de gran cantidad de contenido multidisciplinar que puede poner de manifiesto la colaboración transversal con otro tipo de materias del mismo o diferente nivel educativo. En el documento completo relacionado con la situación de aprendizaje (sección 6.1), se expone un conjunto amplio de aspectos que actividades propuestas pueden relacionar con otras del mismo nivel educativo de 1º de Bachillerato. Por ejemplo, se va a pedir al estudiante la interpretación de datos, tratamiento numérico de resultados, análisis de gráficas, razonamiento matemático, entre otros aspectos. De esta forma, la situación de aprendizaje también desarrolla gran relación con la materia de Matemáticas I. La propuesta de situación de aprendizaje que se plantea en este documento incorpora relación con la mayor parte de las materias asociadas al ámbito científico-técnico, así como con otras no características de este ámbito como se trata de Lengua Castellana y Literatura I.

4.3 Secuenciación didáctica

Como se ha planteado en la temporalización (sección 4.2), la secuenciación didáctica de la situación de aprendizaje está formada por 14 actividades que se desarrollan en un total de 11 horas lectivas de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. Estas actividades se encuentran organizadas en 6 categorías diferentes: Motivar y movilizar, activar, explorar, estructurar, aplicar y comprobar y concluir.

Para la distribución de las actividades en este conjunto de fases, se ha tomado como referencia la información proporcionada por la docente Mª de los Ángeles Sánchez Guadix en la asignatura del MAES de Aprendizaje y Enseñanza de la Física y la Química. El objetivo obtenido tras la aplicación de la distribución expuesta, se encuentra relacionado con el tratamiento de procesos cognitivos en el alumnado. De esta forma, se puede desarrollar la situación de aprendizaje empleando un

crecimiento gradual en el requerimiento de niveles cognitivos por parte de cada una de las actividades propuestas. Además, la secuenciación didáctica se lleva a cabo teniendo en cuenta el conjunto de elementos esenciales que permiten desarrollar, de forma adecuada, el ABP [37].

4.3.1 Motivar y movilizar

En el desarrollo de esta fase se pretende introducir el tema de estudio para captar la atención del alumnado, aumentando la motivación intrínseca con el objetivo de fomentar la participación en la actividad, así como transmitir que el alumnado va a ser partícipe del proceso de aprendizaje-enseñanza. Las actividades iniciales que se plantean para esta fase introductoria son las siguientes:

- **Actividad 1:** Exposición magistral del docente, interaccionando con el grupo clase a partir de cuestiones, sobre la importancia de conocer y controlar las emisiones que generan los vehículos con motores de combustión. Para ello, se describen distintas situaciones basadas en evidencias reales que se encuentran afectadas por las emisiones de este tipo de gases contaminantes (efecto invernadero y la relación con el aumento de temperaturas del planeta, lluvia ácida, problemas de tipo respiratorio, desaparición de especies animales), así como se utiliza el apoyo de recursos audiovisuales.

El objetivo de la actividad está relacionado con la captación de la atención del alumnado, así como con el descarte de posibles ideas previas que pueden surgir en el aula relacionadas con este tipo de aspectos. Se quiere mostrar al alumnado que existe un elevado riesgo, tanto para la salud humana, como para el medioambiente, si no se reducen este tipo de emisiones. Además, se pretende poner de manifiesto la importancia de diseñar nuevas herramientas que permitan la movilidad pero con una producción menor de contaminantes. El aula comienza a relacionar la situación de aprendizaje con temas muy asociados al desarrollo de la vida cotidiana.

- **Actividad 2:** *Expedición a la biblioteca.* El alumnado, distribuido en pequeñas agrupaciones, debe dirigirse hacia la biblioteca del centro con el objetivo de establecer un recuento del número de material disponible (libros, artículos científicos, artículos de divulgación, periódicos...) en los que se describa algún aspecto de los que han comentado en la actividad anterior. De esta forma, estos grupos deben realizar una lista de cotejo en la que se recoja la cantidad de material encontrado de cada tipo con referencias del tema a tratar. Además, el docente proporciona un determinado tiempo al alumnado para la búsqueda de recursos, aumentando la motivación en el proceso debido al carácter de prueba que adquiere la actividad.

El objetivo de esta actividad está relacionado con la contextualización del tema de estudio, haciendo observar al alumnado de que se trata de un aspecto que supone un gran interés, tanto desde el punto de vista científico, como desde la perspectiva social. Además, la actividad permite incrementar

la motivación inicial en el alumnado debido al carácter que se le ha proporcionado, así como incentivar la curiosidad de los estudiantes.

- **Actividad 3:** Exposición al alumnado del producto final que se va a lograr con la situación de aprendizaje. El propósito global de esta situación se encuentra relacionado con la elaboración de un informe científico, tras la realización de un proceso de toma y análisis de datos, así como con la creación de un vídeo (formato TikTok o similar) en el que se expongan los resultados obtenidos y se presenten un conjunto de mejoras asociadas a la disminución de los gases emitidos por automóviles. Los vídeos se quieren exponer al resto del centro y presentar en concursos nacionales relacionados con el medioambiente. El docente presenta al alumnado este conjunto de productos finales exponiendo el formato que debe adoptar cada uno de ellos, aunque concede libertad para la elaboración de los mismos (es necesario que se incluyan algunos aspectos básicos). Para la elaboración del informe, es necesario realizar un proceso de toma de datos a partir de unos instrumentos capaces de medir dióxido de carbono (CO_2) y monóxido de carbono (CO).

El objetivo de esta actividad está relacionado con el conocimiento de la propuesta final por parte del alumnado para intentar mostrar un camino final en el desarrollo de las actividades.

A partir del tratamiento de este conjunto de actividades se van a analizar los criterios de evaluación 1.1, 1.3, 4.2 y 6.2 de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. **La descripción de los criterios de evaluación se encuentra expuesta en el documento completo de la situación de aprendizaje, sección 6.1.** Además, la normativa relacionada con el perfil curricular de cada una de las materias que se imparten en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el nivel educativo de Bachillerato se describe en el *Anexo II de la Orden de 30 de mayo de 2023*⁶.

4.3.2 Activar

En esta fase se establece como propósito principal comenzar a desarrollar el conjunto de conocimientos iniciales que presenta el alumnado sobre el tema que se ha propuesto para el tratamiento de la situación de aprendizaje. En este caso, debido a la materia de estudio, el conjunto completo de los estudiantes del aula ha debido escuchar en el transcurso diario algún aspecto relacionado con la contaminación provocada por los gases emitidos por automóviles. Además, en el planteamiento de las actividades que componen esta categoría de la situación de aprendizaje, se pretende que el alumnado sea capaz de comenzar a asociar diferentes aspectos que conoce o que se han explicado en temas anteriores, con las principales características que dominan la situación elaborada. Las actividades planteadas para la fase de activación son las siguientes:

⁶Por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado (BOJA 02-06-2023).

- **Actividad 4:** El docente propone al aula la realización de un esquema general en el que se exponga cada tipo de contaminante (emitido por automóviles) con su nomenclatura adecuada según la IUPAC y los efectos que provoca en el medioambiente, distinguiendo si son efectos que alteran, de forma directa, la salud del ser humano o afectan, de forma indirecta, a esta ya que presentan relación con modificaciones asociadas al medioambiente. Esta actividad va a adquirir un carácter individual y va a ser de utilidad para el desarrollo del informe científico que se debe realizar como producto final de la situación de aprendizaje. Para ello, se van a proponer un conjunto de recursos audiovisuales a partir de los cuáles el alumnado debe extraer la información para la realización del esquema.

El objetivo que presenta esta actividad es el desarrollo de la interrelación que presentan los contenidos que se tratan en clase en partes distanciadas del temario propuesto. Se pretende mostrar al alumnado la necesidad de emplear todos los recursos posibles para el tratamiento de los diferentes aspectos que componen la situación de aprendizaje, así como establecer este método de trabajo general para cualquier situación que el alumnado deba afrontar. Además, desde el punto de vista de la consecución del producto final, esta actividad pretende ayudar al alumnado a desarrollar gran parte de la sección introductoria que debe elaborar en el informe científico. Por tanto, las actividades propuestas en la situación no sólo requieren información de diferentes contenidos de la materia de Física y Química, si no que para la construcción de los propios productos finales en esta situación de aprendizaje, también es necesario aplicar aspectos que se han tratado con anterioridad en la misma.

- **Actividad 5:** Formación de grupos de trabajo en el aula para el desarrollo de las siguientes actividades propuestas (construcción del producto final). Para ello, se va a plantear un formulario que cada estudiante debe tratar de manera individual con el objetivo de clasificar (formalizar los grupos de trabajo) al aula en función de sus intereses o aspectos en los que se considere más cualificado. Esta clasificación se desarrolla a partir de la forma que adquiere la situación de aprendizaje. Generalmente, el producto final de la situación de aprendizaje implica el conocimiento de leyes y aspectos teóricos relacionados con los vehículos y los motores de combustión, un trabajo de campo (experimentación) para la toma de datos, una elaboración de un informe científico, así como la creación de un vídeo expositivo en formato TikTok.

El objetivo de esta actividad es crear un conjunto de grupos de trabajo en el que cada uno de los integrantes que lo forman presente un papel decisivo en la elaboración del producto final. Por tanto, se le proporciona al estudiante una forma de establecer una clasificación en las siguientes categorías: 1) Teórico (Leyes y teoría), 2) Experimentador (Trabajo de campo), 3) Supervisor (Rigurosidad científica en la metodología y creación de contenido), 4) Comunicador (Informe científico) y 5) Creador (TikTok divulgación científica). Cada uno de los grupos elaborados presentan un miembro distinto de ca-

da una de las categorías. Este integrante es el responsable de que se lleve a cabo, de forma correcta, cada una de las partes mencionadas. Además, este mecanismo de elaboración de los grupos permite al alumnado expresarse y sentirse activo en el proceso de construcción de la situación de aprendizaje.

- **Actividad 6:** Realización grupal de una lluvia de ideas para la formulación de preguntas generales relacionadas con la emisión de gases contaminantes debido a los procesos fisicoquímicos que tienen lugar en los motores de los automóviles. El docente puede establecer un conjunto de preguntas iniciales para dotar al grupo cooperativo con ejemplos del tipo de preguntas que deben elaborar. 1) *¿Cuáles son los tipos más comunes de gases contaminantes que emiten los automóviles?. Para la respuesta a esta pregunta se pueden utilizar los resultados obtenidos en la actividad 4.,* 2) *¿Cuál es la diferencia entre un motor de gasolina y un motor diésel en cuanto a emisiones?,* 3) *¿Qué es un convertidor catalítico y para qué se utiliza en un coche?...* Las preguntas propuestas por el conjunto de los grupos se exponen al aula general y se trabajan entre todo el alumnado.

El objetivo de esta actividad es comenzar a activar al alumnado en la reflexión de conceptos importantes (teoría) relacionados con la emisión de gases contaminantes por automóviles, así como continuar con el tratamiento de posibles ideas previas que presente este. Además, mediante la puesta en práctica de la actividad, el alumnado dispone de un banco amplio de recursos para la elaboración de otra parte importante del informe científico como se trata del fundamento teórico.

A partir del tratamiento de este conjunto de actividades se van a analizar los criterios de evaluación 1.1, 3.2, 4.2, 5.1 y 5.3 de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. La descripción de los criterios de evaluación se encuentra expuesta en el documento completo de la situación de aprendizaje, sección 6.1. Además, la normativa relacionada con el perfil curricular de cada una de las materias que se imparten en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el nivel educativo de Bachillerato se describe en el *Anexo II de la Orden de 30 de mayo de 2023*.

4.3.3 Explorar

En esta fase se quiere que el alumnado comience a establecer un camino propio para el desarrollo del producto final de la situación de aprendizaje. Se trata de una categoría en la que el estudiante tiene que llevar a cabo un proceso de indagación en la realización de las actividades propuestas, así como debe realizar el proceso de experimentación seleccionando el tipo de vehículo que considere más oportuno para obtener resultados adecuados. Se pretende desarrollar la capacidad reflexiva, imaginativa y lógica del alumnado. No obstante, el docente supone una guía para el tratamiento de cualquier aspecto incluido. Las actividades propuestas para la fase de exploración son las siguientes:

- **Actividad 7:** Búsqueda de información bibliográfica del alumnado, organizado en sus correspondientes grupos de trabajo, con el propósito de observar

y reflexionar acerca de la estructura general que suelen presentar tanto los informes científicos reales, como algunos vídeos de divulgación con temática relacionada con el medioambiente. Para ello, se le va a proponer al conjunto del aula la búsqueda de esta serie de recursos en la web, así como en plataformas digitales específicas que dispongan de este tipo de contenido. Como ejemplo, se puede emplear TikTok para la visualización de vídeos y Google Scholar para el tratamiento de artículos científicos.

El objetivo que se quiere adquirir con la presentación de esta actividad está relacionado con el desarrollo indagatorio del alumnado en la elaboración de material de elevada importancia para la construcción del producto final de la situación de aprendizaje. A partir de esta propuesta, el alumnado es capaz de observar gran cantidad de contenido científico (estructuración, forma, modelos...), así como adquirir cualidades de búsqueda precisa de información que pueden ser de utilidad para cualquier aspecto formativo. Además, el alumnado desarrolla una actitud crítica ante la elección de la forma que va a presentar tanto el informe científico, como el vídeo propuesto como producto final para esta situación de aprendizaje. Aunque el docente marca una serie de pautas (condiciones mínimas necesarias para la entrega de ambos materiales), el alumnado presenta la capacidad de generar este producto según sus intereses.

- **Actividad 8:** Trabajo de campo basado en la toma de datos de gases emitidos por el tubo de escape de automóviles con aparatos de medida proporcionados por el centro educativo. En esta actividad, los grupos cooperativos miden las concentraciones (ppm) de dos tipos de compuestos que emiten los vehículos: CO (gas nocivo para la salud humana) y CO₂ (gas de efecto invernadero). En el desarrollo de la propuesta se le pide al estudiante que determine tanto un conjunto de características del vehículo (clasificación y comparación), como las concentraciones de los compuestos indicados durante un período de tiempo y la evolución de la temperatura del motor.

Para que el proceso de medida se pueda llevar a cabo fuera del horario lectivo, el docente realiza una reunión previa con el miembro de cada grupo encargado del proceso de experimentación. El propósito de la reunión consiste en explicar el funcionamiento de los aparatos de medida, establecer un protocolo de actuación y enfatizar la importancia de generar una serie de normas de seguridad para evitar la inhalación de este tipo de gases durante un período de tiempo elevado. Este miembro del grupo cooperativo es el encargado de transmitir la información al resto de integrantes del grupo, así como es el responsable de que la toma de datos sea satisfactoria.

El objetivo de esta actividad está asociado a la implantación de un desarrollo experimental que motive al alumnado en la elaboración de la situación de aprendizaje. Mediante esta propuesta, el alumnado realiza un proceso de trabajo de campo novedoso en el que es necesario la participación de todos los integrantes del grupo. Además, el docente permite al grupo cooperativo la toma de decisiones importantes con respecto a la medida de concentraciones de compuestos contaminantes, haciendo que el alumnado se sienta partici-

pe del proceso de aprendizaje-enseñanza. Se establecen una serie de pautas iniciales que el alumnado debe seguir pero se le proporciona gran libertad para la elaboración de esta actividad de medida. Esta propuesta puede ser de gran utilidad para la elaboración de la parte relacionada con materiales y metodología del informe científico.

Al finalizar esta actividad, cada grupo cooperativo debe disponer de una tabla resumen con información de los vehículos analizados mediante las pautas establecidas (generalmente, el alumnado va a tomar datos de vehículos diésel y gasolina), así como un conjunto de tablas de datos en las que se aprecie la concentración de cada contaminante y la evolución de la temperatura de los gases en función del tiempo. El docente lleva a cabo su propio proceso de medida con el objetivo de enriquecer el alumnado con información previa, así como ayudar a aquella parte de aula que presente mayor cantidad de dificultades en el desarrollo de la situación.

A partir del tratamiento de este conjunto de actividades se van a analizar los criterios de evaluación 1.1, 2.1, 2.2, 3.4, 4.2 y 5.1 de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. La descripción de los criterios de evaluación se encuentra expuesta en el documento completo de la situación de aprendizaje, sección 6.1. Además, la normativa relacionada con el perfil curricular de cada una de las materias que se imparten en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el nivel educativo de Bachillerato se describe en el *Anexo II de la Orden de 30 de mayo de 2023*.

4.3.4 Estructurar

En el desarrollo de esta fase de la situación de aprendizaje se proponen un conjunto de actividades que van a permitir al alumnado reflexionar sobre el conjunto de información adquirida hasta el momento, así como continuar con el desarrollo indagatorio para la consecución del producto final de esta situación. El alumnado también va a generar nuevos conocimientos necesarios para el desarrollo de las partes finales del informe científico. Las actividades propuestas para esta categoría son las siguientes:

- **Actividad 9:** Tratamiento de datos mediante el empleo de software TIC como EXCEL. El docente propone al alumnado la generación de tablas informativas, tablas de datos y resultados gráficos a partir de la utilización de programas informáticos que permitan esta manipulación de información obtenida en el proceso de experimentación. El docente expone un conjunto de conocimientos básicos sobre el programa de análisis de datos. No obstante, debe ser el alumnado (grupo cooperativo) el que debe indagar, preguntar y buscar información sobre el tratamiento y generación de los aspectos indicados. Se establecen una serie de objetivos finales mínimos para lograr por parte de los grupos de trabajo con el propósito de guiar al alumnado en este proceso. Además, también pueden generar magnitudes promedio y calcular errores si se han obtenido varios conjuntos de datos en la actividad anterior.

Para el desarrollo de esta actividad, el docente puede contar con la ayuda de las materias de Matemáticas I y TIC. En este caso, el encargado de supervisión del grupo debe analizar el uso correcto del lenguaje matemático, establecer las unidades adecuadas a cada medida y ajustar la nomenclatura precisa de los compuestos químicos. También debe repartir el trabajo entre los distintos miembros del grupo haciendo partícipe, de manera equitativa, a todos los integrantes de la asociación cooperativa.

El objetivo de esta actividad está asociado a la interpretación y manipulación de resultados con herramientas que pueden ser de utilidad en gran número de aspectos del desarrollo diario del alumnado. Mediante el aprendizaje de este tipo de técnicas, el estudiante aprende a generar información visual y estructurada, así como a obtener beneficio personal (académico) de las tecnologías de la información y la comunicación. Además, la propuesta permite establecer un proceso general para la síntesis de grandes cantidades de información. Al igual que en la actividad anterior, el docente lleva a cabo su propio proceso de tratamiento de datos con el objetivo de enriquecer el alumnado con información previa, así como ayudar a aquella parte de aula que presente mayor cantidad de dificultades en el desarrollo de la situación.

- **Actividad 10:** Puesta en común y debate sobre los datos obtenidos en el proceso experimental mediante el conjunto de gráficas elaboradas en la actividad 9. El alumnado expone los resultados obtenidos al resto de los integrantes del aula con el objetivo de generar un proceso de reflexión sobre estos. El análisis de los resultados se divide en dos partes en las que el docente expone un conjunto de preguntas que permiten a los grupos tratar los valores obtenidos. La primera parte se centra en la comparación de los resultados obtenidos en función del tipo de motor de combustión del vehículo (diésel y gasolina) y la fecha de matriculación que presentan cada uno de ellos. Por otro lado, se va a fomentar el análisis de los resultados mediante la comparación de material distinguiendo, únicamente, el tipo de motor de combustión. Para ello, se fija un rango de edad (se analizan sólo vehículos cuya fecha de matriculación es posterior al año 2021). Las preguntas expuestas en cada caso se describen en la situación de aprendizaje elaborada, sección 6.1.

El objetivo de esta actividad es mostrar al alumnado el camino a seguir para analizar los resultados obtenidos en el proceso de experimentación. Como se puede observar, antes del tratamiento de los valores medidos, se pide al grupo cooperativo la estructuración de los mismos en el desarrollo de la actividad 9. Al igual que el resto de actividades, esta propuesta también requiere el tratamiento de información previa obtenida en el desarrollo de la situación de aprendizaje. Esta actividad permite al alumnado conocer gran cantidad de información sobre los gases contaminantes emitidos por automóviles a partir de la interacción con el resto de integrantes del aula (compartir información → hacer ciencia). Además, las reflexiones obtenidas en esta actividad van a permitir al alumnado generar un conjunto de información necesaria para la elaboración de la parte asociada con resultados y su tratamiento del informe científico.

A partir del tratamiento de este conjunto de actividades se van a analizar los criterios de evaluación 1.1, 2.1, 2.2, 3.3, 4.2 y 5.1 de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. La descripción de los criterios de evaluación se encuentra expuesta en el documento completo de la situación de aprendizaje, sección 6.1. Además, la normativa relacionada con el perfil curricular de cada una de las materias que se imparten en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el nivel educativo de Bachillerato se describe en el *Anexo II de la Orden de 30 de mayo de 2023*.

4.3.5 Aplicar y comprobar

En esta fase se ponen en práctica la mayor parte de los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la situación de aprendizaje. Se trata de una categoría en la que el alumnado va a desarrollar uno de los productos finales de esta situación de aprendizaje, así como va a completar el proceso formativo que se pretende establecer con el planteamiento de esta propuesta. Tras la finalización de esta fase, el estudiante debe ser capaz de presentar un rango amplio de conocimientos de la materia para la generación de una serie de conclusiones mediante la construcción del vídeo final. Por tanto, las actividades que componen esta sección de la situación de aprendizaje son las siguientes:

- **Actividad 11:** Redacción del informe científico. El docente propone a cada uno de los grupos cooperativos la construcción del informe científico con la estructura que se ha elegido. Es importante recordar que este debe incluir los aspectos básicos mencionados en el desarrollo de la actividad 3. No obstante, también se debe mencionar que el alumnado dispone de libertad para la construcción del mismo. En este caso, el encargado de organizar esta sección (comunicador) debe dividir el trabajo entre los miembros del grupo. El propósito es que cada uno de estos integrantes participe en la generación de alguna parte del informe. Además, el miembro supervisor debe llevar a cabo una revisión del documento desde el punto de vista de la rigurosidad científica.

El objetivo de esta actividad consiste en que el alumnado sea capaz de recopilar el conjunto de información tratado durante el desarrollo de la situación de aprendizaje para la generación de un producto final de importancia que pueda ser interpretado por la comunidad científica global. El docente presenta un función de guía en el aula para el tratamiento de los diferentes aspectos que requiera el alumnado. En este caso, vuelve el estudiante a presentar gran importancia en el desarrollo y generación de la actividad mediante unas pautas generales iniciales establecidas.

- **Actividad 12:** Intercambio de informes. En esta actividad se propone el intercambio de informes entre los distintos grupos cooperativos que componen el aula, de forma que cada una de las asociaciones tenga que revisar un único informe de otro grupo para compararlo con el suyo propio. En general, se debe realizar una lectura comprensiva del informe a analizar, así como se

debe llevar a cabo un conjunto de anotaciones en las que se señalen las diferencias y semejanzas comparando con el informe propio elaborado por el grupo. La actividad finaliza con un debate entre los miembros del aula en el que se interacciona a partir de la información recopilada en la comparación de informes.

El objetivo de esta actividad está relacionado con el conocimiento de diferentes perspectivas para el tratamiento y presentación de los aspectos asociados a una materia concreta. En el mundo científico, un mismo contenido se va a encontrar expresado desde diferentes puntos de vista y hay que ser capaz de saber interpretar todos y cada uno de ellos. De esta forma, el alumnado va a desarrollar este conjunto de características con el tratamiento de la propuesta indicada. Además, dispone mayor contenido de información útil en el proceso de aprendizaje.

A partir del tratamiento de este conjunto de actividades se van a analizar los criterios de evaluación 1.1, 3.3, 4.2, 5.1 y 5.2 de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. La descripción de los criterios de evaluación se encuentra expuesta en el documento completo de la situación de aprendizaje, sección 6.1. Además, la normativa relacionada con el perfil curricular de cada una de las materias que se imparten en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el nivel educativo de Bachillerato se describe en el *Anexo II de la Orden de 30 de mayo de 2023*.

4.3.6 Concluir

En la fase final de la situación de aprendizaje se requiere que el alumnado aplique el conocimiento adquirido mediante el conjunto de actividades realizadas, así como que profundice en otro tipo de aspectos que no se hayan trabajado en el desarrollo de la situación, con el propósito de completar la información sobre gases contaminantes emitidos por automóviles. Además, el desarrollo propuesto va a conducir al alumnado a un proceso de evaluación final que va a poner el broche a la situación de aprendizaje elaborada. Las actividades relacionadas con la conclusión de esta situación son las siguientes:

- **Actividad 13:** Elaboración del vídeo final en formato TikTok o similar. Esta actividad consiste en la elaboración de un vídeo de divulgación científica en el que se presenten los resultados y se relacionen con posibles consecuencias que presenta la emisión de este tipo de gases contaminantes a la atmósfera. Además, se deben mencionar un conjunto de posibles actuaciones que reduzcan este tipo de emisiones. El grupo cooperativo debe explicar este tipo de mejoras con la correspondiente fundamentación desde el punto de vista físico o químico. En este caso, el miembro del equipo creador presenta la responsabilidad de organizar al resto de integrantes del grupo en la elaboración de este material.

El objetivo principal de esta actividad es presentar esta serie de vídeos al resto de miembros de la comunidad educativa. Por ejemplo, se pueden exponer

en la Semana de la Ciencia del centro o en el día mundial del medioambiente. Además, con la presentación de este recurso audiovisual, el alumnado aprende a llevar a cabo una síntesis de la información general obtenida en el tratamiento global de la situación de aprendizaje. Para ello, el docente impone un tiempo máximo de duración del vídeo sobre unos tres minutos. El proceso de simplificación en ciencia, expresar en pocas palabras gran cantidad de información, es un aspecto que está adquiriendo gran importancia en la actualidad. Por otro lado, el alumnado debe ampliar los conocimientos tratados para la puesta en práctica de propuestas de mejora asociadas a la reducción de este tipo de emisiones contaminantes. De esta forma, la actividad continua con la línea de investigación/indagación que presentan el resto de actividades de la situación de aprendizaje.

- **Actividad 14:** Evaluación del vídeo. Cada grupo cooperativo muestra al resto de la clase el vídeo elaborado con el objetivo de que se lleve a cabo un proceso de valoración por el docente en colaboración con el resto de integrantes del aula. Para ello, el docente proporciona una rúbrica general que permite calificar distintos aspectos importantes a tener en cuenta en la presentación y generación del vídeo. El docente comunica al grupo clase que la valoración del vídeo va a ser un proceso en el que ambos evaluadores (docente y grupos de trabajo) van a presentar un mismo porcentaje en la calificación final del vídeo. En global, se pretende determinar entre el conjunto de la clase y el docente el vídeo mejor valorado. El propósito es enviar este vídeo a concursos de recursos audiovisuales digitales, así como a congresos relacionados con la divulgación científica.

Con este proceso se presentan varios objetivos. En primer lugar, familiarizar al estudiantado con el proceso de evaluación y hacerlo ver que se trata de una tarea compleja. Por otro lado, que el alumnado sea capaz de reflexionar acerca de los vídeos de los demás grupos para poder extraer mayor cantidad de información útil. Además, se quiere motivar al alumnado mediante la interacción con el resto de la comunidad científica/educativa a partir del tratamiento de problemas globales de importancia para toda la sociedad.

A partir del tratamiento de este conjunto de actividades se van a analizar los criterios de evaluación 1.1, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.3 y 6.1 de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato. La descripción de los criterios de evaluación se encuentra expuesta en el documento completo de la situación de aprendizaje, sección 6.1. Además, la normativa relacionada con el perfil curricular de cada una de las materias que se imparten en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el nivel educativo de Bachillerato se describe en el *Anexo II de la Orden de 30 de mayo de 2023*.

4.4 Diseño Universal del Aprendizaje (DUA)

La evolución de la situación de aprendizaje debe ser accesible para todo el conjunto del alumnado presente en el aula independientemente de sus capacidades.

Esto implica la necesidad de adaptar los aspectos necesarios en función de las características del estudiante que lo requiera. Para ello, la situación de aprendizaje debe seguir las pautas establecidas por el Diseño Universal del Aprendizaje (DUA) con el objetivo de presentar un producto inclusivo y que permita al conjunto completo del alumnado desarrollar las competencias determinadas por el currículo normativo del nivel de 1º de Bachillerato, en este caso particular.

En la sección 4.1, se ha establecido un contexto de aula (simulada) para aplicar la situación de aprendizaje. En este caso, se ha señalado que se cuenta con un conjunto de estudiantes que presentan características neurodivergentes como TDAH, dislexia o asperger. Debido a las propias características de esta parte del alumnado, en todos estos casos se considera que estos miembros presentan necesidades educativas específicas no significativas. Esto implica que el proceso de adaptación va a depender del docente y la interacción que presente con este tipo de alumnado, ya que en algunas ocasiones no es necesario aplicar un proceso diferente al resto de los integrantes del aula. Por otro lado, en este contexto en el que se desarrolla la situación de aprendizaje, también se cuenta con un miembro del aula que presenta altas capacidades. Al igual que en el caso anterior, las adaptaciones van a depender, principalmente, de la interacción entre el docente y el estudiante, dando lugar a un mismo desarrollo que el resto de los integrantes del aula en muchas ocasiones.

En general, el DUA se basa en tres principios divididos en tres pautas cada uno de ellos. Es fundamental la aplicación de este tipo de procesos en el aula. El objetivo no sólo se encuentra relacionado con la superación del carácter académico de las actividades planteadas, si no que presenta gran contenido social. Las dificultades en el proceso de aprendizaje-enseñanza también repercuten en el establecimiento de lazos socio-cognitivos en el alumnado, así como también se trata de un proceso global (no es particular para el alumnado con dificultades) que puede afectar al clima general del aula. En algunas ocasiones, la aplicación de este tipo de medidas es complicada debido al gran número de estudiantes que componen los grupos educativos. En esta sección se van a exponer las diferentes pautas DUA, así como la adaptación realizada para la situación de aprendizaje elaborada.

4.4.1 Proporcionar múltiples formas de compromiso al alumnado

En general, en la formación de un grupo educativo se va a tratar con alumnado que presenta intereses muy dispares. De esta forma, en el desarrollo de una actividad global se debe intentar fomentar la evolución de distintas maneras de implicación. La situación de aprendizaje elaborada debe contener diferentes formas de trabajo en las que se apliquen metodologías variadas. La motivación intrínseca y el compromiso en la realización de una propuesta son aspectos fundamentales para establecer una conexión entre los diferentes instrumentos del proceso de aprendizaje-enseñanza.

1. **Proporcionar opciones para el interés:** La actividad general planteada está relacionada con un aspecto general de la sociedad de gran importancia,

presenta amplia repercusión en el desarrollo de la vida cotidiana del ser humano. Se proponen varias actividades en las que se hace reflexionar al alumnado sobre las consecuencias que presenta la emisión de gases contaminantes por automóviles. Además, al tratar con la metodología principal de ABP, se permite al estudiante tomar decisiones propias en el proceso de aprendizaje. También se propone, en gran cantidad de actividades, la técnica de indagación.

2. **Proporcionar opciones para sostener el esfuerzo y la consistencia:** El desarrollo de las actividades está diseñado para que el alumnado incremente la dificultad a medida que avanza en la evolución del proceso de aprendizaje. En esta situación de aprendizaje se trabaja, fundamentalmente, en grupos cooperativos. Se plantea una actividad para la formación de grupos intentando que todos ellos presenten nivel igualitario. En el proceso de experimentación (toma de datos) y procesamiento de estos, el docente elabora sus propios resultados para que sirvan de referencia al alumnado. No obstante, el principal objetivo es que sean de utilidad para aquellos grupos cooperativos que presenten dificultades en el proceso de aprendizaje y puedan continuar con el desarrollo de la actividad.
3. **Proporcionar opciones para la autorregulación:** Las actividades iniciales se encuentran relacionadas con el fomento de la motivación intrínseca del alumnado. La actividad completa está diseñada para la mejora de un problema que afecta al planeta. Se proponen numerosas actividades en las que existe interacción con el docente con el objetivo de obtener retroalimentación del trabajo realizado. Se ha diseñado una actividad para que sea el propio alumnado el que, junto con la valoración del profesor, evalúe al resto de los integrantes del aula. Esta evaluación va a dar como resultado el envío del vídeo más completo a concursos de medioambiente (incremento de la motivación).

4.4.2 Proporcionar múltiples formas de representación

El grupo educativo va a estar formado por estudiantes que presenten características diferentes en la interpretación y tratamiento de la información. De esta forma, se deben incluir en las actividades propuestas distintos recursos (representación escrita, recursos audiovisuales, representación oral...) que permitan al alumnado extraer el máximo rendimiento en cada caso. La situación de aprendizaje está formada por un producto final que requiere la representación de información desde dos ámbitos distintos. Además, la mayor parte de las actividades planteadas permiten generar relaciones entre distintos elementos informativos.

1. **Proporcionar opciones para la percepción:** Los vídeos que se presentan para el proceso de aprendizaje en algunas de las actividades propuestas tienen subtítulos. Se le propone al alumnado que el vídeo (producto final de la situación de aprendizaje) presente gran cantidad de recursos visuales, alto grado de gesticulación y subtítulos. Cualquier tipo de información que se

presente en el aula debe estar bien organizada, espaciando el texto y señalando en negrita los aspectos más importantes.

2. **Proporcionar opciones para el lenguaje, expresiones matemáticas y símbolos:** Se resalta, en numerosas ocasiones, el objetivo final de la situación de aprendizaje, así como el camino que se sigue para su construcción. En la exposición de las actividades, se puede observar, como se ha señalado, la relación que presentan cada una de estas con la elaboración del producto final, estableciendo actividades para cada una de las secciones del informe. Las actividades 4, 6 y 10 presentan el objetivo de proporcionar definiciones y tratar conceptos desde una perspectiva más teórica.
3. **Proporcionar opciones para la comprensión:** La actividad 4 permite la generación de un conjunto de términos (compuestos químicos que producen los motores en la combustión) para establecer una relación con los efectos que presentan con el medioambiente. Esta información se obtiene a partir de la visualización de vídeos. La actividad 6 permite alterar posibles conocimientos previos de la materia a tratar y su ampliación. La actividad 10 fomenta la comprensión de los resultados obtenidos mediante el proceso de experimentación y tratamiento de datos. Esta discusión de los resultados se realiza mediante un conjunto de preguntas guiadas por el docente.

4.4.3 Proporcionar múltiples formas de acción y expresión

En apartados anteriores, se han tratado aspectos relacionados con las diferencias que presenta el alumnado en la interpretación de la información, así como en el establecimiento de un compromiso debido a las diferencias existentes en los intereses del alumnado. En este caso, se debe considerar que el aula va a estar formada por estudiantes con diferentes capacidades para interpretar y expresar información. Como docente, se debe proporcionar al alumnado un conjunto amplio de posibilidades que le permita evolucionar y mejorar con el proceso de aprendizaje-enseñanza.

1. **Proporcionar opciones para la acción física:** En las actividades que el alumnado debe utilizar diferentes recursos web para la búsqueda de información, se genera la posibilidad de emplear la voz o la escritura. Con el objetivo de simplificar la utilización de esta tecnología, se le proporciona a los miembros del aula que la necesiten la posibilidad de usar un ordenador o una tablet (recursos táctiles). El informe se puede realizar a papel o mediante la utilización del ordenador.
2. **Proporcionar opciones para la expresión y la comunicación:** El desarrollo de las actividades propuestas fomenta el tratamiento de numerosas herramientas digitales tanto para el proceso de explicación, como para la parte relacionada con la actuación. En esta situación de aprendizaje, el producto final está compuesto por dos tipos de materiales distintos pero complementarios. El alumnado debe realizar un informe científico y un vídeo de divulgación de la ciencia.

3. **Proporcionar opciones para las funciones ejecutivas:** Creación de una guía para la exposición de la secuencia de actividades que componen esta situación, destacando la elaboración del producto final. El alumnado reflexiona sobre los resultados obtenidos en la experimentación a partir de indicadores gráficos. Este proceso se desarrolla en la actividad 10. El alumnado presenta la capacidad de evaluar los vídeos realizados, así como tiene que realizar un proceso de autoevaluación mediante una rúbrica proporcionada por el docente.

4.5 Valoración de lo aprendido. Evaluación

En la situación de aprendizaje elaborada se presenta como una propia actividad del desarrollo establecido la evaluación, tanto por parte del docente, como por parte del alumnado (con un mismo peso porcentual), de uno de los productos finales propuestos en la situación (vídeo de divulgación científica). No obstante, el proceso de evaluación no debe aplicarse, únicamente, al finalizar una determinada secuenciación didáctica en el que se valore el resultado final de la misma.

Esta práctica no presenta sentido en el tipo de propuesta diseñada, ya que para la realización de la mayor parte de las actividades es necesario emplear los recursos elaborados en propuestas anteriores, estableciendo un crecimiento continuo del conocimiento. Por otro lado, como se puede observar en algunas de las pautas establecidas para el fomento del Desarrollo Universal del Aprendizaje (DUA), se expone la importancia de llevar a cabo un proceso de retroalimentación continuo con el objetivo de que el alumnado sea consciente, en todo momento, de la evolución del proceso de aprendizaje-enseñanza.

De esta forma, en el planteamiento de la situación de aprendizaje elaborada se establece una valoración de lo aprendido continua asociada a cada una de las categorías en las que se engloban las actividades planteadas mediante escalas de valoración. Además, para la evaluación de resultados importantes, se diseñan rúbricas que permiten al docente calificar los aspectos que se consideren más determinantes en cada caso. Este conjunto de instrumentos de evaluación permiten establecer una interacción continua entre el docente y el alumnado basada en la retroalimentación y mejora. **Este desarrollo se puede observar en el documento completo en el que se expone la situación de aprendizaje, sección 6.1.** En este, junto al desarrollo de cada una de las actividades, se describen los instrumentos y características que los componen para la evaluación de cada una de las actividades.

4.5.1 Evaluación del alumnado

- **El proceso de evaluación completo del alumnado se encuentra expuesto en el Apéndice de este documento de texto, sección 6.2.** En el documento principal se expone la información más relevante que permite conocer a grandes rasgos el desarrollo elaborado. Además, se realiza una guía que permite comprender el material completo adjunto.

Como se ha explicado, con el objetivo de establecer un proceso continuo de retroalimentación para el alumnado, se han incorporado un conjunto de instrumentos de evaluación a la secuenciación didáctica de las actividades elaboradas. Estos instrumentos de evaluación del proceso de aprendizaje-enseñanza del alumnado se dividen en escalas de valoración y en rúbricas. **En esta sección del documento de texto se van a exponer algunos de los recursos más representativos elaborados con el propósito de realizar una explicación del proceso general de evaluación del alumnado. Para observar el conjunto completo de los instrumentos realizados para la evaluación del estudiante, en la sección 6.2 del Apéndice de este trabajo se presenta la secuenciación elaborada para la evaluación.**

En general, las herramientas con las que se van a poder completar los instrumentos de evaluación elaborados van a ser: la observación para la parte relacionada con las escalas de valoración, así como la evaluación de los productos entregados mediante la utilización de las rúbricas generadas. El proceso completo de evaluación se va a llevar a cabo mediante el software informático EXCEL, es decir, todos los instrumentos se han realizado en esta plataforma con el objetivo de poder relacionar unos resultados con otros. Desde una perspectiva práctica, se debe llevar a cabo este proceso de evaluación para el conjunto del aula, de forma individual, valorando todos los instrumentos realizados para cada uno de los integrantes del grupo educativo. Las actividades en las que el proceso de elaboración sea grupal, todos los miembros del grupo cooperativo adquieren la misma calificación en el caso de la valoración mediante rúbricas. Puede existir una determinada diferencia entre alumnado de un mismo grupo cooperativo debido a la observación llevada a cabo por el docente para la formalización de las escalas de valoración.

ESCALA DE VALORACIÓN (EXPLORAR)						
Aspectos a valorar	Puntuación	Niveles de logro				Calificación
		Casi nunca (10%)	En algunas ocasiones (50%)	Normalmente (80%)	Siempre (100%)	
Participa en clase, interesándose por el trabajo y la materia.	2,5	☐	☐	☒	☐	2
Se involucra en el trabajo grupal y hace partícipe a todos los integrantes del grupo en el proceso de medidas experimentales.	2,5	☐	☐	☒	☐	2
Es capaz de utilizar diferentes recursos bibliográficos para comprender la estructura general que presenta el producto final.	2,5	☐	☒	☐	☐	1,25
Lleva a cabo un proceso de medida adecuado obteniendo datos fiables y coherentes aplicando las recomendaciones de seguridad propuestas.	2,5	☐	☐	☒	☐	2
Suma	10				Calificación final	7,25

Figura 3: Escala de valoración para el conjunto de actividades relacionadas con la fase de exploración de la secuenciación didáctica

En primer lugar, en la Figura 3 se expone un ejemplo de escala de valoración

relacionada con la fase de exploración de la secuenciación didáctica que compone la situación de aprendizaje elaborada. En esta escala, se puede observar un conjunto de aspectos a valorar característicos de las actividades que componen la fase seleccionada. En este caso, las actividades de la fase de exploración están relacionadas con un proceso de análisis de bibliografía (7) y con la toma de datos de gases emitidos por el tubo de escape de vehículos (8). A cada uno de los aspectos a valorar se le asocia una determinada puntuación general particularizada mediante la selección de los niveles de logro.

Como se ha mencionado, el docente utiliza la observación para seleccionar los niveles de logro que considera más adecuados en función del trabajo realizado por el alumnado. A partir de aquí, se obtiene una calificación final relacionada con esta fase de la secuenciación didáctica sobre un total de 10 puntos. Además, en la Figura 3 se expone un ejemplo de evaluación. **Para cada una de las categorías que componen la secuenciación didáctica se ha elaborado una escala de valoración (se pueden observar en la sección 6.2).**

RÚBRICA VÍDEO (PRODUCTO FINAL)							
Aspectos a valorar	Puntuación	Niveles de logro				Calificación	
		Insuficiente (10%)	Suficiente (50%)	Notable (80%)	Sobresaliente (100%)		
Tratamiento de la información para la generación del vídeo.	4	☐	☐	☒	☐	3,2	
Creatividad y originalidad.	1,5	☐	☒	☐	☐	0,75	
Propuestas de mejora (Viabilidad y contenido teórico).	3,5	☐	☐	☒	☐	2,8	
Expresión oral y lenguaje científico matemático.	1	☐	☒	☐	☐	0,5	
Suma	10					*C. final alumnado (50%)	7,95
						C. final docente (50%)	7,25
						C. final	7,6
*Nota: Valoración promedio de los diferentes grupos que participan en el proceso de evaluación.							

Figura 4: Rúbrica evaluación vídeo final

En la Figura 4 se expone un ejemplo de rúbrica de evaluación relacionada con la valoración de uno de los productos finales de la situación de aprendizaje, vídeo de divulgación científica sobre medioambiente. En este caso, se puede observar como se exponen un conjunto de aspectos a valorar basados en características importantes asociadas a la elaboración de un material de este tipo. Además, cada uno de los aspectos presenta una puntuación diferente en función de la complejidad cognitiva que se requiera por parte del alumnado. La puntuación total presenta un valor de 10. En este caso también se expone un ejemplo de evaluación en la Figura 4.

Para la determinación de los diferentes niveles de logro por parte del docente en función del trabajo del alumnado, se presenta un documento adjunto en el que se especifican las características de cada uno de los apartados propuestos, es decir, se expone el conjunto de requisitos que el alumnado debe cumplir para

asignar su trabajo a cada uno de los niveles de logro. **Este documento adjunto (completitud de la rúbrica) se puede observar en el enlace expuesto en la sección 6.2 que presenta la hoja de EXCEL en la que se realiza el trabajo de evaluación al completo.**

En esta rúbrica se aprecian dos calificaciones finales que dan lugar a una calificación final general. Como se ha descrito en el proceso de secuenciación didáctica, el alumnado debe valorar, utilizando la misma rúbrica que el docente, el resto de vídeos expuestos en el aula. Además, debe llevar a cabo un proceso de autoevaluación en el que se valore su propio trabajo. De esta forma, la unión de la calificación promedio obtenida de cada uno de los vídeos por parte de los grupos cooperativos con la calificación del docente, empleando un mismo peso porcentual, da como resultado la calificación final global de este producto final de la situación de aprendizaje.

En esta situación de aprendizaje se ha elaborado una rúbrica para cada uno de los materiales que el alumnado, trabajando en grupos cooperativos, ha entregado al docente. De esta forma, se ha llevado a cabo una rúbrica para la evaluación de un documento en formato EXCEL en el que el alumnado debe mostrar el análisis y tratamiento de la información obtenida mediante el proceso de experimentación, una rúbrica para la valoración del informe científico final (producto final) y la rúbrica mostrada para la valoración del vídeo en formato TikTok (producto final). **El par de rúbricas restante se presenta en la sección 6.2 de este documento general de texto.**

Tras la finalización de la evaluación de cada una de las actividades didácticas que componen la secuenciación elaborada, se debe evaluar el conjunto de criterios de evaluación, de manera individual, que intervienen en el desarrollo de la situación de aprendizaje. Para ello, se asocian cada uno de los criterios de evaluación descritos al conjunto de actividades que presentan relación con los mismos y que habían sido evaluadas mediante los instrumentos escala de valoración y rúbrica. Este proceso completa la evaluación general de la situación de aprendizaje asociada a la parte de calificación del alumnado. De forma similar, se debe construir la evaluación del estudiante con el resto de actividades propuestas a lo largo del curso educativo. Este conjunto de tareas va a permitir la evaluación competencial del alumnado basada en el tratamiento de criterios generales.

En la Figura 5 se expone una sección de la tabla elaborada para la calificación de los criterios de evaluación que se trabajan en el desarrollo de la situación de aprendizaje propuesta. Como se puede observar, se presentan los criterios seleccionados para una determinada competencia específica relacionando cada uno de estos con las actividades en las que se ha trabajado el criterio determinado. A partir de la calificación obtenida en las actividades evaluadas de la secuenciación didáctica de la situación de aprendizaje, se genera la nota final de cada uno de los criterios de evaluación resultante de este trabajo propuesto. Este proceso se lleva a cabo de igual forma para el resto de competencias específicas y criterios de evaluación trabajados en el desarrollo de esta situación de aprendizaje.

Se puede mencionar que en el desarrollo de una situación de aprendizaje no es necesario el tratamiento de todas las competencias específicas y todos los criterios

de evaluación. Este proceso se completa con las diferentes actividades propuestas a lo largo del proceso de aprendizaje-enseñanza que compone un curso educativo. En esta situación, se trabajan todas las competencias específicas pero no se incluyen todos los criterios de evaluación especificados en la normativa vigente curricular.

EVALUACIÓN COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
Competencias específicas	Criterios de evaluación	Actividades en las que se describe el criterio	Calificación
1. Resolver problemas y situaciones relacionados con la Física y la Química, aplicando las leyes y teorías científicas adecuadas, para comprender y explicar los fenómenos naturales y evidenciar el papel de estas ciencias en la mejora del bienestar común y en la realidad cotidiana.	1.1. Aplicar las leyes y teorías científicas en el análisis de fenómenos fisicoquímicos cotidianos, comprendiendo las causas que los producen y explicándolas utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.	1, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13	7,9875
	1.3. Identificar situaciones problemáticas en el entorno cotidiano, emprender iniciativas y buscar soluciones sostenibles desde la Física y la Química, analizando críticamente el impacto producido en la sociedad y el medio ambiente.	1, 2, 3	7,75

Figura 5: Evaluación criterios de evaluación asociados a las actividades propuestas en la situación de aprendizaje

4.5.2 Evaluación del profesorado

Hasta ahora, se ha analizado el proceso de evaluación del trabajo realizado por el alumnado en el desarrollo de la situación de aprendizaje. No obstante, también es importante evaluar la función del docente con el objetivo de obtener un conjunto de herramientas para mejorar la construcción de la situación de aprendizaje. Este proceso de evaluación permite establecer un régimen completo de valoración de la puesta en práctica de la situación de aprendizaje. De esta forma, se destaca también la importancia del docente en el proceso de aprendizaje-enseñanza, desarrollando un papel al mismo nivel que el del alumnado.

Para la evaluación de la función docente en la situación de aprendizaje, se lleva a cabo una recopilación de información en la que se establecen una serie de indicadores asociados con una lista de cotejo que permite la evaluación de los mismos. En la Figura 6 se expone el conjunto de indicadores elegidos para la valoración de la práctica docente. Se puede observar como la lista de cotejo presenta una función similar a la de los instrumentos de evaluación elaborados para la valoración del trabajo del alumnado. En general, la información expuesta se va a poder tratar tras la puesta en práctica de la situación de aprendizaje y la valoración de los resultados obtenidos por el alumnado que ha participado en este proceso. De esta forma, se puede determinar que ambos procesos de evaluación presentan una relación estrecha, siendo fundamental la evaluación del alumnado en la consecución de resultados positivos en la valoración de la práctica docente.

INDICADOR	INSTRUMENTO (Lista de cotejo)
La actuación docente, las estrategias, el modelo y los recursos son los adecuados.	- Se cumple con los objetivos propuestos en la temporalización prevista. - El alumnado se muestra motivado y participa en clase. - Se puede realizar toda la secuenciación con los recursos disponibles. - El alumnado entiende cuál es el producto final que debe confeccionar y qué pasos debe dar para lograrlo.
El porcentaje de estudiantes exitosos con el conjunto de actividades planteadas es el esperado.	La nota media de la clase es similar o superior a la de cursos pasados.
Se ha podido llevar a cabo una adecuación de los recursos docentes a las necesidades educativas del grupo y a la atención a la diversidad.	- El grupo no presenta grandes dificultades para realizar el trabajo que se le propone. - Se han podido realizar satisfactoriamente adaptaciones curriculares.
Se puede flexibilizar adecuadamente la propuesta sobre la práctica.	Aunque no se haya realizado exactamente lo previsto en cada sesión, se han alcanzado la mayoría de los objetivos en la temporalización propuesta.
El alumnado ha recibido retroalimentación de forma continua.	- Se ha trabajado en clase con el alumnado sobre preguntas y debilidades para fortalecer el proceso de aprendizaje. - Se ha corregido el material aportado por el alumnado. - En la corrección se han señalado los aspectos a mejorar con su explicación asociada.

Figura 6: Evaluación del docente

4.6 Realización del proceso experimental

En esta sección se va a realizar una exposición de la parte más técnica (científica) que compone la secuenciación didáctica de la situación de aprendizaje, es decir, se va a presentar un ejemplo de medidas reales de gases contaminantes emitidos por el tubo de escape de dos automóviles que presentan características diferentes, así como el tratamiento de estos datos y su análisis experimental. El objetivo es tratar de mostrar el trabajo que debe llevar a cabo el alumnado, principalmente, en las propuestas relacionadas con las actividades 8, 9 y 10 de esta situación de aprendizaje. Estas actividades se encuentran asociadas a la toma experimental de datos, al tratamiento de los resultados mediante la elaboración de gráficas y cálculo de errores, así como al análisis de los resultados para la generación de conclusiones sobre la emisión de este tipo de gases, respectivamente.

Este tipo de desarrollo permite generar material que puede de ser utilidad tanto para el docente, como para el propio alumnado en el desarrollo de esta situación de aprendizaje. Además, la muestra de un posible material final diferente al habitual para el alumnado, puede incrementar también la motivación intrínseca en la realización del planteamiento de la actividad. El proceso se va a presentar siguiendo un orden similar al que debe seguir el alumnado en el tratamiento gradual de los diferentes procesos cognitivos necesarios para la construcción de esta sección de la situación de aprendizaje.

Como se ha explicado, esta parte concreta de la situación de aprendizaje corresponde con la sección más relacionada con el trabajo experimental real que se lleva a cabo en el mundo de la experimentación (paso previo a la comunicación de los resultados). De esta forma, supone la parte más emocionante del proceso didáctico para el alumnado. No obstante, se debe tener en cuenta que debido a la poca costumbre en la realización de este tipo de procesos, la puesta en práctica de este conjunto de actividades va a ser la región de la situación de aprendizaje en la que el alumnado va a presentar mayor cantidad de dificultades. Este es otro de los motivos por lo que se lleva a cabo esta sección en la realización de este documento. En la presentación de las medidas de atención a la diversidad expuestas en la situación de aprendizaje, una de ellas se encuentra asociada con el apoyo

del docente en la realización de material para la continuación de la secuenciación didáctica en caso de que el grupo de trabajo no sea capaz de completar la elaboración del mismo. El material que el docente proporciona se encuentra, principalmente, relacionado con el conjunto de información que se expone en esta sección del trabajo realizado.

Por último, esta sección también se realiza con el propósito de dotar al trabajo con un pequeño conjunto de matices relacionados con la elaboración de trabajo experimental científico debido a la especialidad asociada al autor del mismo (Graduado en Física). De esta manera, se va a intentar mostrar el método científico real adaptando el modelo al nivel educativo para el que se presenta en esta propuesta.

■ Desarrollo experimental:

En primer lugar, se le pide al alumnado la realización de un proceso experimental para la determinación de los gases contaminantes emitidos por el tubo de escape de diferentes vehículos. Para ello, desde el centro educativo se proporciona un conjunto de aparatos de medición que aportan datos de monóxido de carbono (CO , gas nocivo para la salud humana) y de dióxido de carbono (CO_2 , gas de efecto invernadero). En la Figura 7a se puede observar el aparato de medida para la toma de datos asociada al CO , mientras que en la Figura 7b se presenta el aparato empleado para la adquisición de resultados asociados al CO_2 . Los aparatos de medida proporcionan información de la concentración en *ppm* de cada uno de los dos gases contaminantes que se pueden medir, así como de la temperatura a la que se produce esta emisión.



(a) CO



(b) CO_2

Figura 7: Instrumentos de toma de datos

En ambos casos, se tratan de aparatos de medida sencillos de utilizar pero que requieren de un conjunto de indicaciones previas por parte del docente. En este caso, el docente explica el uso de estos dispositivos al miembro del grupo de

trabajo encargado de supervisar el proceso experimental (trabajo de campo), así como expone la importancia de seguir un protocolo de seguridad adecuado para evitar la inhalación en exceso de este conjunto de gases emitidos por la combustión de los motores de los automóviles seleccionados. Además, el docente también informa al alumnado de la importancia de colocar el dispositivo de medida lo más cerca posible del foco de emisión.

El siguiente paso está relacionado con la medición de este tipo de gases contaminantes por parte del alumnado. El desarrollo de la secuenciación didáctica presenta la importancia de medir datos en vehículos que dispongan de características diferentes con el objetivo de crear un material conjunto (nivel de grupo de clase) para poder analizar mayor cantidad de posibilidades. En este caso, se toman datos de emisiones de un vehículo con motor diésel y de otro vehículo con motor de gasolina. Además, para establecer una caracterización adecuada del conjunto de vehículos que se estudian, el docente propone al alumnado la realización de unas tablas, basadas en la información expuesta en la ficha técnica del automóvil, en las que se presente información relevante para el análisis que se pretende llevar a cabo con el desarrollo de esta actividad general.

En las Tablas 2 y 3 se expone un ejemplo del material que debe realizar el alumnado para el caso de los motores empleados en este tratamiento experimental expuesto. Los datos más importantes para llevar a cabo la comparación de los diferentes motores analizados por el alumnado son el tipo de motor y la fecha de matriculación. Se pueden llevar a cabo más comparaciones de interés pero, con el propósito de simplificar el análisis de los resultados, se van a emplear, especialmente, este conjunto de valores.

Vehículo	Fiat Panda
Tipo de Motor	Gasolina
Fecha de Matriculación	27/02/2015
Cilindrada (cm ³)	1242
Potencia Máxima Neta (KW)	51
Nº de Plazas	5

Tabla 2: Información automóvil motor gasolina

Vehículo	Opel Astra
Tipo de Motor	Diésel
Fecha de Matriculación	26/06/2014
Cilindrada (cm ³)	1686
Potencia Máxima Neta (KW)	81
Nº de Plazas	5

Tabla 3: Información automóvil motor diésel

En este punto de la situación de aprendizaje, el alumno conoce el funcionamiento del motor de combustión de un automóvil, así como el desarrollo de diferentes elementos que componen estos dispositivos tecnológicos. Como ejemplo, se puede destacar que el docente intenta que el alumnado conozca la función que

presenta un catalizador en el motor de este tipo de vehículos, así como la necesidad de que los motores de combustión se compongan de este aparato con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes, sobre todo, de gases muy nocivos para el desempeño de la actividad humana. De hecho, se puede explicar al aula que a partir del año 1997 se establece este dispositivo como un elemento obligatorio de los motores de combustión diésel y gasolina (Real Decreto-ley 6/1997, de 9 de abril, por el que se aprueba el Programa PREVER para la modernización del parque de vehículos automóviles, el incremento de la seguridad vial y la defensa y protección del medio ambiente).

Este conjunto de información supone una herramienta fundamental para el desarrollo del proceso de medida por parte del alumnado. De esta forma, el tiempo de medición depende del tipo de automóvil que se analice, así como la temperatura que alcanza el conjunto de gases emitidos por el tubo de escape, proceso relacionado con la activación del catalizador del vehículo. Por tanto, el docente propone al alumnado la toma de datos de gases contaminantes en *ppm* y la evolución de la temperatura asociada al proceso de estudio. Además, el grupo de trabajo dispone de libertad para realizar la cantidad de medidas experimentales que considere necesarias con el objetivo de llevar a cabo un tratamiento de errores a partir del cálculo de magnitudes como medias aritméticas y desviaciones estándar. Es importante recordar que para cada vehículo empleado se deben medir ambos tipos de gases contaminantes, por lo que es necesario dejar un tiempo entre mediciones para que el automóvil alcance un equilibrio térmico con el ambiente inicial. Las medidas se toman con el vehículo en reposo.

En este caso, se llevan a cabo varias medidas experimentales de ambos tipos de compuestos contaminantes para cada vehículo con el objetivo de obtener un conjunto de datos representativos. Los resultados experimentales obtenidos se presentan en las Tablas 4, 5, 6 y 7. Estos valores se exponen tras un tratamiento previo (cálculo de errores) a partir del conjunto de medidas tomadas para cada caso de estudio. En algunas ocasiones, se muestran valores que no presentan sentido desde el punto de vista físico y experimental. No obstante, se ha decidido conservar estas magnitudes en las Tablas de datos con el objetivo de mostrar al alumnado que el proceso experimental es complicado y que se debe desarrollar una actitud crítica en la interpretación de los resultados obtenidos. Además, como se puede observar en los valores presentados, las Tablas de datos se componen de las magnitudes concentración y temperatura. También se aprecia un tiempo de medida distinto en función del tipo de vehículo estudiado.

A partir de este conjunto de valores numéricos, se pide al alumnado la elaboración de resultados gráficos con el propósito de generar un conjunto de conclusiones mediante el procedimiento experimental llevado a cabo. De esta forma, los grupos cooperativos deben construir un conjunto de, al menos, cuatro representaciones gráficas distintas en las que se muestren la evolución tanto de la concentración de los compuestos contaminantes, como de la temperatura con el paso del tiempo. Para este caso, se han realizado cuatro representaciones gráficas, dos para cada vehículo en función del tipo de motor de combustión que presenta.

En las Figuras 8, 9, 10 y 11 se presentan los resultados obtenidos mediante el

proceso de medición de los gases contaminantes emitidos por el tubo de escape de los vehículos analizados. Las Figuras 8 y 9 están relacionadas con el CO, mientras que las Figuras 10 y 11 se encuentran asociadas a la medida del CO₂. Mediante este conjunto de representaciones gráficas se pide al alumnado la reflexión sobre los diferentes procesos asociados a la emisión de este tipos de gases contaminantes, elaborando y respondiendo diferentes tipos de preguntas propuestas por el docente. Como material para el análisis de los resultados, se emplea la información elaborada tanto por el propio grupo de trabajo, como por el resto de grupos con el objetivo de comparar diferentes tipos de resultados debido a la gran variedad de vehículos empleados. Para ello, es necesario utilizar el conjunto de tablas de información previa obtenida a partir de la ficha técnica de los automóviles.

En este apartado se va a llevar a cabo un análisis de los resultados presentados en el conjunto de Figuras expuesto en este documento de texto. De esta forma, en relación a la concentración de CO se puede observar como, generalmente, los valores emitidos por el vehículo con motor de gasolina (Figura 8) son menores que los emitidos por el vehículo con motor diésel (Figura 9). Además, en el caso del automóvil diésel se puede determinar que durante un largo período de tiempo se encuentra emitiendo la cantidad máxima que puede medir el aparato de medida hasta alcanzar una temperatura elevada que provoca que esta concentración disminuya hasta otro valor aproximadamente constante inferior.

En ambos casos, se aprecia como se produce un aumento de la temperatura con el tiempo. Este incremento de la temperatura en el motor de un vehículo de combustión es necesario para que el catalizador comience a funcionar. El dispositivo mencionado presenta la principal función de intentar reducir las emisiones de gases nocivos para la salud humana, de forma directa, como se trata del CO. No obstante, como se puede observar en las Figuras expuestas, es necesario que el motor se encuentre a una determinada temperatura umbral para que se incremente la eficacia del catalizador. En ambas Figuras se observa como la emisiones iniciales son muy elevadas y, a medida que se incrementa la temperatura, estas comienzan a disminuir. Este proceso se lleva a cabo de forma mucho más eficiente en el vehículo con motor de gasolina que en el automóvil diésel, necesitando mayor temperatura para que comience a funcionar el catalizador y obtenido valores mucho más elevados en la concentración de CO.

En relación a la emisión de CO₂ se puede predecir, analizando tanto los resultados obtenidos en la interpretación de las Figuras asociadas a la concentración de CO, como la eficiencia del catalizador de los automóviles, que la emisión de CO₂ debe ser superior en el vehículo con motor gasolina que en el vehículo con motor diésel. Para ello, se analizan los resultados expuestos en las Figuras 10 y 11. De esta forma, se puede determinar que los valores obtenidos sostienen la hipótesis inicial realizada. Además, también ponen de manifiesto la eficiencia superior del catalizador con motor de gasolina, ya que en este caso se debe incrementar la concentración de CO₂ a medida que aumenta la temperatura del motor del automóvil. Por último, para ambos vehículos de combustión, las emisiones de CO₂ producidas son elevadas si se comparan con las concentraciones obtenidas con el mismo dispositivo del aire ambiente (concentración de 390 ppm).

Mediante los resultados obtenidos se puede determinar que el vehículo de combustión que contamina en mayor medida se trata del automóvil con motor diésel. Esto es debido a que, a pesar de que la concentración de CO_2 es ligeramente inferior, el CO emitido es muy superior al vehículo con motor de gasolina. Ambos tipos de gases son perjudiciales tanto para la salud humana, como para el medioambiente pero, la inhalación de CO durante períodos de tiempo elevados puede provocar la muerte del ser humano. En cambio, el CO_2 es un gas que se encuentra más relacionado con efectos adversos como se trata del efecto invernadero, el cambio climático, la lluvia ácida... No obstante, tampoco es recomendable su inhalación en espacios cerrados durante largos períodos de tiempos.

El empleo de este conjunto de información obtenida, así como la utilización de los recursos desarrollados en actividades anteriores, van a permitir al alumnado generar los productos finales que componen la situación de aprendizaje diseñada. En ambos productos finales, el docente expone una serie de requisitos mínimos que se deben incluir pero permite gran libertad a la hora de construir este tipo de material. Mediante el desarrollo de este tipo de actividades expuestas (desarrolladas por el docente en esta sección), se puede observar la importancia de relacionar los conocimientos requeridos curriculares en el proceso de aprendizaje-enseñanza con este tipo de contenidos asociados a la evolución del ser humano en la sociedad. Además, este tipo de recursos permiten fomentar la motivación en el alumnado debido al reto inicial establecido de mejorar el mundo que nos rodea.

5 Conclusiones

En el trabajo presentado se ha llevado a cabo una situación de aprendizaje relacionada con las emisiones de automóviles de gases contaminantes con el objetivo de impartir gran parte de la normativa curricular del nivel educativo de 1º de Bachillerato de la materia de Física y Química. En esta situación de aprendizaje se ha seleccionado la metodología activa del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la generalización de la secuenciación didáctica. Por tanto, también se ha presentado una revisión bibliográfica de este tipo de método de aprendizaje-enseñanza analizando tanto sus beneficios, como sus desventajas con el propósito de intentar superarlas mediante el empleo de otro tipo de técnicas. Además, se ha comparado esta metodología con corazón un producto final general, con otro tipo de metodologías para la impartición de aspectos basados en la educación ambiental.

En general, el presente trabajo ha explorado las implicaciones del ABP en relación con la emisión de gases contaminantes. A partir del análisis de diversos estudios y experiencias, se han extraído conclusiones significativas que resaltan el impacto positivo de esta metodología educativa en la comprensión, conciencia ambiental y desarrollo de habilidades interdisciplinarias del alumnado. Una de las conclusiones más destacadas es que el ABP emerge como una estrategia pedagógica eficaz para mejorar la comprensión de los conceptos competenciales normativos mediante el estudio de la emisión de gases contaminantes. La incorporación del alumnado en proyectos prácticos proporciona una plataforma para explorar

los conceptos teóricos en un contexto realista, lo que facilita un aprendizaje más profundo y significativo.

Por otro lado, el ABP contribuye significativamente a aumentar la conciencia ambiental y la responsabilidad del alumnado. Al trabajar en proyectos relacionados con la emisión de gases contaminantes, el grupo educativo desarrolla una mayor sensibilidad hacia los problemas ambientales y se siente motivado para tomar medidas responsables en el entorno que lo rodea. El alumnado es capaz de establecer un objetivo común asociado a la mejora del planeta, aspecto que fomenta el desarrollo de la motivación intrínseca en la construcción de la secuenciación didáctica. Además, el desarrollo de proyectos con cierta índole real fomenta la oportunidad de aplicar el conocimiento del alumnado en situaciones de la vida cotidiana, lo que le permite comprender la relevancia de lo que está aprendiendo y entender la importancia de los actos que lleva a cabo en su desarrollo diario.

También el ABP promueve el desarrollo de habilidades interdisciplinarias. Al abordar un problema complejo como la emisión de gases contaminantes por automóviles, el alumnado no sólo adquiere conocimientos relacionados con el ámbito de la ciencia, sino que también desarrolla habilidades de investigación, análisis de datos, trabajo en equipo y comunicación, aspectos fundamentales en la integración del alumnado en la sociedad emergente de este siglo XXI. El ABP fomenta la colaboración y el compromiso entre comunidades (docentes, estudiantes y sociedad general). Al trabajar juntos en proyectos relacionados con la emisión de gases contaminantes, se promueve un sentido de responsabilidad compartida y se estimula la búsqueda de soluciones sostenibles y efectivas para abordar este importante problema ambiental.

Por último, la situación de aprendizaje diseñada se trata de un documento amplio en el que se propone la propuesta didáctica que el alumnado debe desarrollar en relación al tratamiento de los aspectos competenciales mediante el tema de gases contaminantes emitidos por vehículos. La secuenciación didáctica de esta situación de aprendizaje se encuentra formada por actividades englobadas en diferentes categorías. Este conjunto de fases permiten la construcción de un documento en el que el alumnado incrementa la dificultad en el proceso de aprendizaje-enseñanza de forma gradual, así como la cantidad de procesos cognitivos requeridos para el desarrollo de la situación. Además, en este documento también se expone un proceso de evaluación, tanto del alumnado, como del profesorado, así como se presenta un conjunto de pautas de atención a la diversidad que se han incluido para fomentar un desarrollo competencial inclusivo.

Referencias

- [1] M. Rocard, P. Csermely, D. Lenzen, H. Walberg-Heriksson, and V. Hemmo, "Science education now: a new pedagogy for the future of europe. report from the european comission," 2007.
- [2] J. Solbes Matarredona, R. Montserrat, C. J. Furió Más, *et al.*, "El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza," *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 2007.
- [3] J. Domènech-Casal, S. Lope, and L. Mora, "Qué proyectos stem diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre aprendizaje basado en proyectos," *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 16, no. 2, 2019.
- [4] B. B. Etxaburu and T. N. Angós, "¿ por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas?," *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, no. 67, pp. 62–69, 2011.
- [5] J. Domènech-Casal, "Comprender, decidir y actuar: una propuesta-marco de competencia científica para la ciudadanía," *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, vol. 15, no. 1, pp. 110501–110512, 2018.
- [6] D. Gil and A. Vilches, "Una alfabetización científica para el siglo xxi: obstáculos y propuestas de actuación," *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37., 2001.
- [7] A. Vilches, D. Gil, and P. Cañal, "Educación para la sostenibilidad y educación ambiental," *Investigación en la Escuela*, no. 71, pp. 5–15, 2010.
- [8] M. Hurtado Martín, "La implementación del aprendizaje basado en proyectos en educación secundaria en la comunidad de madrid," 2020.
- [9] J. P. McCarthy and L. Anderson, "Active learning techniques versus traditional teaching styles: Two experiments from history and political science," *Innovative higher education*, vol. 24, pp. 279–294, 2000.
- [10] L. A. P. Peña and L. M. J. Naranjo, "Metodología activa en la construcción del conocimiento matemático," *Sophía*, no. 19, pp. 291–314, 2015.
- [11] P. Quinto-Medrano, R. Roig-Vila, *et al.*, "Estudio de la inteligencia emocional en alumnos de enseñanza secundaria: influencia del sexo y del nivel educativo de los estudiantes y su relación con el rendimiento académico," 2015.
- [12] J. Delors *et al.*, "La educación encierra un tesoro, informe a la unesco de la comisión internacional sobre la educación para el siglo xxi (compendio)," 1996.
- [13] C. L. Scott *et al.*, "El futuro del aprendizaje 2¿ qué tipo de aprendizaje se necesita para el siglo xxi?," 2015.

- [14] D. Kokotsaki, V. Menzies, and A. Wiggins, "Project-based learning: A review of the literature," *Improving schools*, vol. 19, no. 3, pp. 267–277, 2016.
- [15] C. I. Celio, J. Durlak, and A. Dymnicki, "A meta-analysis of the impact of service-learning on students," *Journal of experiential education*, vol. 34, no. 2, pp. 164–181, 2011.
- [16] B. F. Jones, C. M. Rasmussen, and M. C. Moffitt, *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. American Psychological Association, 1997.
- [17] P. C. Blumenfeld, E. Soloway, R. W. Marx, J. S. Krajcik, M. Guzdial, and A. Palincsar, "Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning," *Educational psychologist*, vol. 26, no. 3-4, pp. 369–398, 1991.
- [18] J. W. Thomas, "A review of research on project-based learning. 2000," *The Autodesk Foundation: San Rafael*, 2010.
- [19] J. Larmer and J. R. Mergendoller, "Seven essentials for project-based learning," *Educational leadership*, vol. 68, no. 1, pp. 34–37, 2010.
- [20] K. P. Dickinson, S. Soukamneuth, H. C. Yu, M. Kimball, R. D'amico, R. Perry, C. Kingsley, and S. P. Curan, "Providing educational services in the summer youth employment and training program. technical assistance guide.," 1998.
- [21] G. Bottoms and L. D. Webb, *Connecting the curriculum to real life.* "Breaking Ranks: Making it happen. ERIC Clearinghouse, 1998.
- [22] K. Willard and M. Duffrin, "Utilizing project-based learning and competition to develop student skills and interest in producing quality food items," *Journal of food science education*, vol. 2, no. 4, pp. 69–73, 2003.
- [23] D. Mioduser and N. Betzer, "The contribution of project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills," *International Journal of technology and design education*, vol. 18, pp. 59–77, 2008.
- [24] J. Gutiérrez-Pérez and F. Pirrami, "Water as focus of problem-based learning: An integrated curricular program for environmental education in secondary school.," *Online Submission*, 2011.
- [25] J. Lidstone and J. Stoltman, "international research in geographical and environmental education," 2012.
- [26] W. E. Cashin, "Improving lectures. idea paper no. 14.," 1985.
- [27] K. M. DeNeve and M. J. Heppner, "Role play simulations: The assessment of an active learning technique and comparisons with traditional lectures," *Innovative higher education*, vol. 21, pp. 231–246, 1997.
- [28] P. R. Ramón, R. F. Redondo, O. A. Gundín, and L. Á. Fernández, "Percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de competencias a través de diferentes metodologías activas," *Revista de investigación educativa*, vol. 33, no. 2, pp. 369–383, 2015.

- [29] T. Harland, "Vygotsky's zone of proximal development and problem-based learning: Linking a theoretical concept with practice through action research," *Teaching in higher education*, vol. 8, no. 2, pp. 263–272, 2003.
- [30] A. Churches, "Taxonomía de bloom para la era digital," 2009.
- [31] J. López, "La taxonomía de bloom y sus actualizaciones," 2015.
- [32] P. Martínez Osés and I. Martínez Martínez, "La agenda 2030:¿ cambiar el mundo sin cambiar la distribución del poder?," 2016.
- [33] F. J. Perales Palacios *et al.*, "Retos y dificultades para una educación ambiental informal," 2010.
- [34] J. Ayerbe, F. J. Perales Palacios, *et al.*, "Reinventa tu ciudad: aprendizaje basado en proyectos para la mejora de la conciencia ambiental," 2020.
- [35] J. Gutiérrez-Pérez and F. Pirrami, "Water as focus of problem-based learning: An integrated curricular program for environmental education in secondary school.," *Online Submission*, 2011.
- [36] A. Bermúdez, "Proyectos escolares de reciclaje como estrategia para promover actitudes y conductas proambientales en la educación media," *Revista Internacional de Pedagogía y Currículo*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [37] J. Larmer and J. R. Mergendoller, "Seven essentials for project-based learning," *Educational leadership*, vol. 68, no. 1, pp. 34–37, 2010.

6 Apéndice

En esta sección se va a exponer información relacionada tanto con la situación de aprendizaje llevada a cabo asociada a las emisiones de gases por automóviles y su impacto en el medio ambiente, como con la elaboración de material de evaluación para los distintos aspectos descritos en la situación propuesta. Además, se va a exponer un conjunto de resultados obtenidos en el diseño experimental de la parte más técnica (científica) de la secuenciación didáctica diseñada para el desarrollo de la situación de aprendizaje. Este material va a servir al docente como apoyo en la presentación de la actividad general, así como va a permitir obtener una idea del tipo de material que el alumnado debe desarrollar.

6.1 Situación de aprendizaje

El documento en el que se expone la situación de aprendizaje completa, así como se puede descargar, se encuentra descrito en el siguiente enlace: [Situación de aprendizaje](#)

6.2 Material de evaluación

El documento en el que se expone el conjunto completo de material de evaluación para la situación de aprendizaje, así como se puede descargar, se encuentra descrito en el siguiente enlace: [Material evaluación situación de aprendizaje—> Trabajo del alumnado](#)

6.3 Diseño experimental

En esta sección se va a incluir el conjunto material llevado a cabo por el docente relacionado con el desarrollo más técnico de la secuenciación didáctica de la situación de aprendizaje. Se expone material similar que el alumnado debe desarrollar a partir del proceso experimental que realice en los grupos de trabajo asignados.

t(s)	Concentración (ppm)	T(°C)
0	886 ± 5	18.9
15	838 ± 10	21.5
30	721 ± 6	22.9
45	567 ± 40	25.4
60	483 ± 15	26.7
75	426 ± 21	27.3
90	366 ± 6	29.4
105	336 ± 41	30.1
120	309 ± 10	31.5
135	285 ± 16	33.3
150	263 ± 27	33.9
165	253 ± 3	34.4
180	240 ± 15	35.0
195	218 ± 21	34.9
210	218 ± 31	35.0
225	208 ± 14	37.6
240	209 ± 13	35.7
255	199 ± 5	36.3
270	190 ± 4	37.1
285	170 ± 43	37.0
300	159 ± 32	36.6
315	191 ± 21	37.6
330	158 ± 20	37.1
345	145 ± 10	35.3
360	153 ± 6	35.8
375	159 ± 2	36.1
390	140 ± 10	35.5
405	123 ± 24	35.9
420	110 ± 15	36.3
435	116 ± 23	37
450	112 ± 21	37.1
465	109 ± 5	36.3
480	116 ± 41	37.2
495	114 ± 14	36.5
510	112 ± 23	36.6
525	105 ± 3	36.5
540	121 ± 12	37.8
555	140 ± 6	37.3
570	119 ± 40	37.0
585	110 ± 23	37.2
600	105 ± 15	36.2

Tabla 4: Medidas CO motor gasolina

t(s)	Concentración (ppm)	T(°C)
0	250 ± 21	13.5
15	268 ± 12	13.6
30	277 ± 16	14.0
45	306 ± 15	14.8
60	326 ± 41	16.0
75	343 ± 14	17.4
90	436 ± 25	18.5
105	562 ± 18	19.4
120	755 ± 17	20.2
135	838 ± 12	21.1
150	836 ± 2	21.9
165-615	836 ± 2	22.2-35.0
630	811 ± 10	35.4
645	806 ± 20	35.9
660	756 ± 24	36.5
675	729 ± 15	36.4
690	698 ± 21	36.8
705	632 ± 14	36.9
720	601 ± 10	37.1
735	576 ± 5	37.6
750	581 ± 24	37.8
765	551 ± 36	38.0
780	512 ± 14	38.1
795	521 ± 41	38.4
810	532 ± 23	38.6
825	524 ± 12	38.1
840	523 ± 10	38.6
855	536 ± 12	38.9
870	527 ± 17	39.0
885	515 ± 11	39.1
900	517 ± 9	39.4

Tabla 5: Medidas CO motor diésel

t(s)	Concentración (ppm)	T(°C)
0	1523 ± 130	23.8
30	1526 ± 98	23.8
60	5054 ± 149	24.3
90	4972 ± 321	25.0
120	4264 ± 214	25.6
150	426 ± 1452	26.7
180	4560 ± 123	28.4
210	7254 ± 564	30.0
240	7060 ± 298	31.4
270	1527 ± 632	31.9
300	4974 ± 109	32.2
330	5023 ± 120	32.4
360	6014 ± 216	32.6
390	5632 ± 12	33.1
420	4901 ± 123	33.1
450	5230 ± 197	34.2
480	5123 ± 234	34.6
510	7123 ± 324	34.5
540	4698 ± 126	36.1
570	6320 ± 149	36.9
600	5208 ± 147	37.2

Tabla 6: Medidas CO₂ motor gasolina

t(s)	Concentración (ppm)	T(°C)
0	6374 ± 214	18.7
30	6375 ± 136	18.9
60	5547 ± 136	18.9
90	5329 ± 124	19.4
120	5032 ± 136	20.4
150	4462 ± 139	21.0
180	4435 ± 175	21.3
210	1526 ± 123	21.9
240	1321 ± 532	22.4
270	1313 ± 563	22.6
300	3856 ± 328	22.9
330	5611 ± 127	23.2
360	5867 ± 164	23.9
390	3967 ± 231	23.6
420	3568 ± 199	24.6
450	2987 ± 214	25.3
480	3261 ± 197	26.0
510	2304 ± 146	26.7
540	2657 ± 137	26.8
570	1987 ± 134	28.1
600	1967 ± 147	28.1
630	78 ± 687	29.4
660	402 ± 547	30.6
690	1205 ± 128	30.4
720	1712 ± 169	31.8
750	1763 ± 148	32.1
780	2291 ± 147	32.8
810	2330 ± 164	33.9
840	2061 ± 146	35.2
870	1502 ± 132	36.2
900	1230 ± 187	36.4

Tabla 7: Medidas CO₂ motor diésel

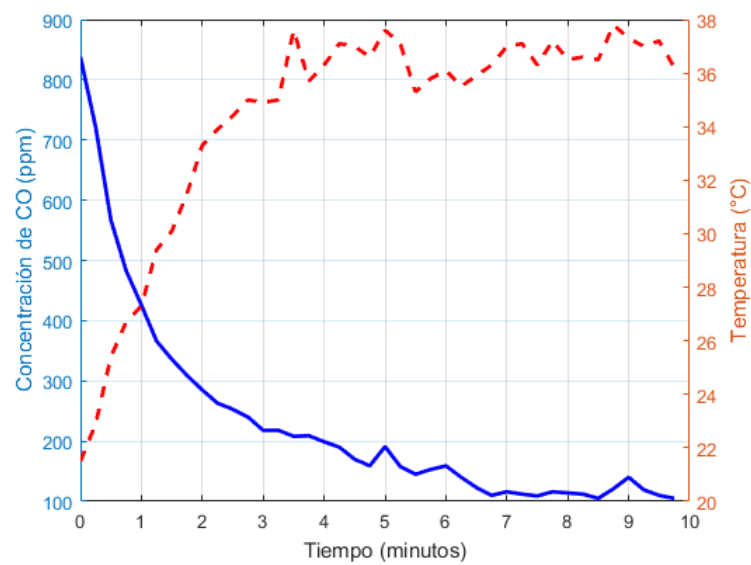


Figura 8: Concentración CO y temperatura motor gasolina

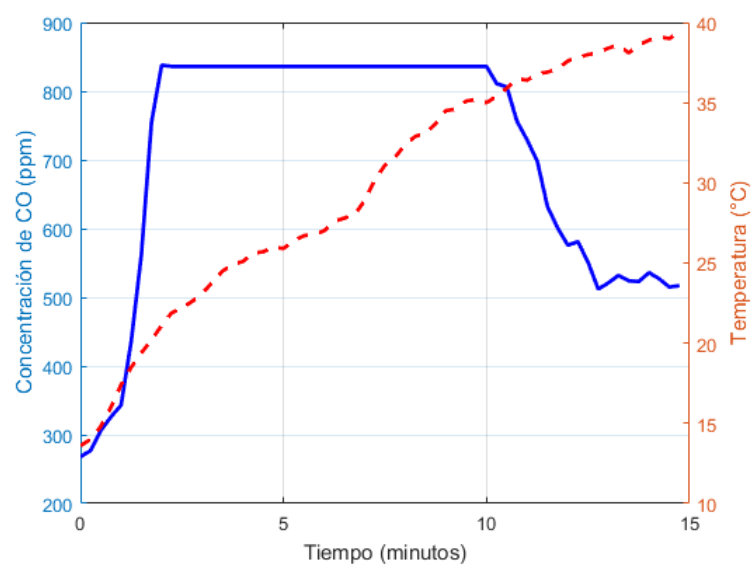


Figura 9: Concentración CO y temperatura motor diésel

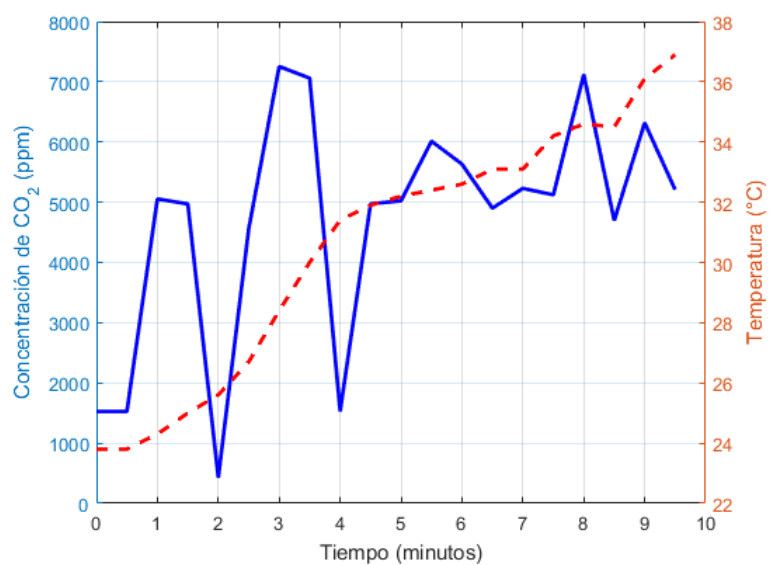


Figura 10: Concentración CO₂ y temperatura motor gasolina

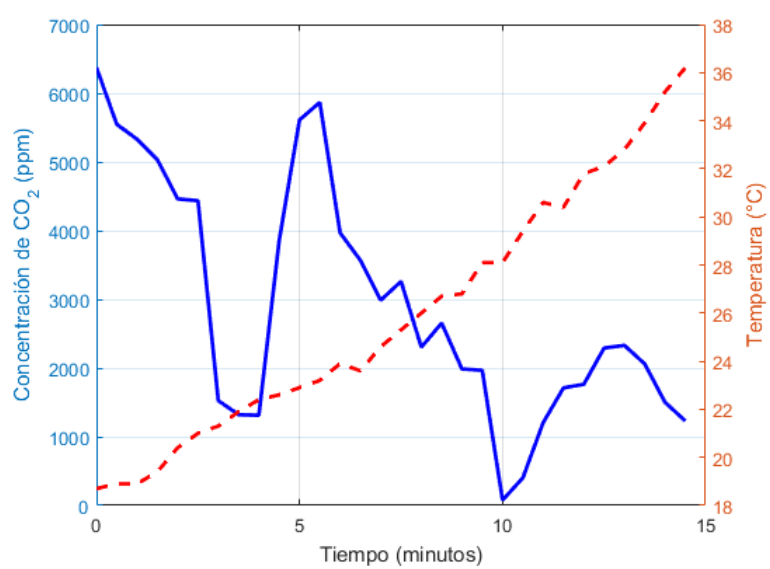


Figura 11: Concentración CO₂ y temperatura motor diésel