

Facultad de Educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Desarrollo de las habilidades de indagación y argumentación científica en 1º de Bachillerato con el diseño de una propuesta didáctica para la unidad de la dinámica

Development of Scientific Inquiry and Argumentation Skills in the First Year of Baccalaureate through the Design of a Didactic Proposal for the Unit on Dynamics

Alumno/a: Lucía Santamaría Bustamante

Especialidad: Física, Química y Tecnología

Director/a: Alfredo Franco Pérez

Curso académico: 2024/2025

Fecha: junio 2025

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica innovadora para la enseñanza de la unidad de la Dinámica en 1º de bachillerato, en la asignatura de Física y Química. Está centrada en el uso de metodologías activas donde el objetivo principal es lograr un aprendizaje significativo, participativo y autónomo favoreciendo el desarrollo de las habilidades de indagación y argumentación científica. A través de actividades prácticas, de experimentación, desarrollo de debates, uso de TIC y el trabajo en equipo, se busca desarrollar competencias clave como el pensamiento crítico, la capacidad de análisis, la comunicación científica y la resolución de problemas reales incluyendo además estrategias de evaluación variadas que permiten valorar los contenidos y las habilidades científicas. Aunque no ha sido aplicada en el aula, se prevé que tenga un impacto positivo en la motivación, la comprensión y el rendimiento del alumnado y se puedan llegar a desarrollar las habilidades de indagación y argumentación científica.

Palabras clave: Indagación científica, argumentación científica, metodologías activas, aprendizaje significativo.

Abstract

This work presents an innovative didactic proposal for teaching the unit of Dynamics in the first year of Spanish upper secondary education (1º de Bachillerato) within the subject of Physics and Chemistry. It focuses on the use of active methodologies, with the main objective of achieving meaningful, participatory, and autonomous learning by fostering the development of inquiry and scientific argumentation skills. Through practical activities, experimentation, debates, the use of ICT, and teamwork, the aim is to develop key competencies such as critical thinking, analytical skills, scientific communication, and real-world problem-solving. In addition, diverse assessment strategies are included to evaluate both content knowledge and scientific skills. Although it has not yet been implemented in the classroom, it is expected to have a positive impact on students' motivation, understanding, and academic performance, while promoting the development of inquiry and argumentation skills.

Key words: Scientific inquiry, Scientific argumentation, Active methodologies, Meaningful learning

Índice

1. Introducción y justificación	7
1.1. Contextualización del problema.....	7
1.2. Relevancia del estudio.....	9
2. Marco teórico	11
2.1. Enfoque de enseñanza de la física en bachillerato	11
2.2. La indagación en la educación científica	13
2.3. La argumentación en la educación científica.....	16
2.4. Metodologías activas en la enseñanza de la dinámica	18
2.5. Estrategias de evaluación de la indagación y la argumentación	22
3. Objetivos	24
3.1. Objetivo general.....	24
3.2. Objetivo específico	25
4. Propuesta didáctica	26
4.1. Introducción	26
4.2. Objetivos.....	26
4.3. Competencias específicas y criterios de evaluación	27
4.4. Saberes básicos	29
4.5. Contenido	30
4.6. Planteamientos metodológicos.....	30
4.7. Situaciones de aprendizaje a desarrollar en el aula	31
4.8. Organización de tiempos y espacios	45
4.9. Recursos y materiales	46
4.10. Procedimientos e instrumentos de evaluación y criterios de calificación.....	46
4.11. Atención a la diversidad	47

5. Análisis de los resultados	47
5.1. Evaluación del impacto de la propuesta en los estudiantes	47
5.2. Dificultades y limitaciones encontradas	48
5.3. Propuestas de mejora.....	49
6. Conclusiones	50
6.1. Implicaciones educativas	51
6.2. Líneas futuras de investigación e intervención.....	52
7. Referencias bibliográficas	54
Anexos	58
Anexo 1. Actividad inicial	58
Anexo 2. Práctica. Estudio de la inercia en diferentes superficies	59
Anexo 3. Práctica. Análisis de la fuerza de fricción en plano inclinado	60
Anexo 4. Práctica. Segunda Ley de Newton	61
Anexo 5. Acción y reacción con globos propulsados.....	62
Anexo 6. Conservación del momento lineal en colisiones.....	63
Anexo 7. Práctica. Empújame en patines	64
Anexo 8. Proyecto final – La dinámica en el mundo real.....	67
Anexo 9. Guiones para los debates científicos	71
Anexo 10. Guiones para simulaciones con PhET y Tracker.....	73
Anexo 11. Actividades de repaso	75
Anexo 12. Autoevaluación final de la unidad didáctica ‘Dinámica’	77
Anexo 13. Rúbrica evaluación argumentación científica	79
Anexo 14. Rúbrica evaluación indagación científica.....	80
Anexo 15. Examen de evaluación de la unidad didáctica de “Dinámica”	81

1. Introducción y justificación

1.1. Contextualización del problema

Al igual que otras materias, la enseñanza de la física y la química fomenta el pensamiento crítico de los estudiantes y les ayuda a desarrollar las principales capacidades y competencias clave para su integración en la sociedad como ciudadanos activos y participativos. Además, es responsable de proporcionar a los estudiantes el conocimiento y las habilidades necesarias que les permiten abordar los retos del futuro, contribuyendo a la capacidad de aportar al progreso científico, tecnológico y creativo, los principales pilares del desarrollo económico y social. (Sardà y Puig, 2000)

La dinámica es la disciplina dentro de la física encargada de estudiar el movimiento de los cuerpos y su causa. En 1º de bachillerato estos conocimientos son esenciales para comprender los principios del movimiento, las leyes de Newton, la conservación de la cantidad de movimiento y el estudio de las fuerzas en diferentes sistemas y son de gran importancia dentro de la física (Cristobal y García, 2013)

Pero existe un problema, ya que la enseñanza tradicional de la física y la química ha utilizado siempre una metodología expositiva en la que el docente es el que explica y presenta los conceptos de la asignatura y los estudiantes asimilan la información de una manera pasiva sin participar en su aprendizaje. En cambio, esta enseñanza tradicional no es suficiente para desarrollar un aprendizaje significativo por lo que para poder solucionar este problema se deben integrar en el proceso de enseñanza estrategias de indagación y argumentación científica, que son fundamentales en la enseñanza de las ciencias.

En la enseñanza de la física y química la indagación permite que los estudiantes puedan desarrollar habilidades científicas mediante la exploración activa y el cuestionamiento debido a que fomenta que los estudiantes formulen preguntas, diseñen experimentos, recolecten datos y lleguen a conclusiones utilizando el método científico. Este aprendizaje por indagación permite que los alumnos logren una mayor

comprensión de los conceptos y puedan desarrollar la autonomía en su proceso de desarrollo del conocimiento en que se transforma al docente en un facilitador de la información y los estudiantes en este caso, se convierten en los investigadores.

Las estrategias de indagación siguen un ciclo de aprendizaje que está estructurado en diferentes pasos, comenzando por la focalización, la exploración, la reflexión y la aplicación de los conocimientos adquiridos y esto permite que con un aprendizaje basado en la experiencia se evita la enseñanza monótona y memorística. Este tipo de aprendizaje permite alejar a la enseñanza de un modelo pasivo adoptando metodologías que motiven la curiosidad y el pensamiento científico de los estudiantes. En cuanto a la aplicación de esta metodología en la enseñanza de la dinámica, se puede plasmar mediante la exploración de problemas de caída libre, el movimiento de los proyectiles o la dinámica de los sistemas con fuerzas externas e internas. (Cristobal y García, 2013)

Por otra parte, la argumentación científica es de gran importancia dentro del área de las ciencias debido a que permite que los estudiantes puedan defender sus explicaciones y conclusiones basándose en modelos teóricos y evidencias. En el caso de la enseñanza de la dinámica, este aspecto es de gran relevancia debido a que los alumnos pueden comprender y aplicar las leyes de Newton y otros principios físicos gracias al desarrollo de estas habilidades argumentativas. Esta habilidad puede mejorar la comprensión conceptual y desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de comunicación en los estudiantes. Según un estudio de (Sardà y Sanmartí, 2000), la dificultad que tienen los alumnos para argumentar viene de que no tienen la capacidad de diferenciación entre los hechos observables y los supuestos y además, no realizan un uso adecuado del lenguaje científico. Por lo que, en el caso de la disciplina de la dinámica, el desarrollo de esta habilidad de argumentación permite que los estudiantes sean capaces de explicar la causa de que un objeto que está en caída libre acelere de forma constante, de justificar la validez de la segunda ley de Newton con evidencias experimentales, de comparar diferentes modelos de fricción y analizar el impacto que tienen en el movimiento de los objetos o de debatir sobre la implicaciones de la tercera ley de Newton en la vida real como por ejemplo el movimiento de dos patinadores cuando se empujan o chocan. (Sardà y Puig, 2000)

Se puede afirmar que el uso combinado de las estrategias de indagación y argumentación favorecen la comprensión conceptual y mejora la capacidad de los estudiantes para poder resolver problemas de manera autónoma, formular hipótesis, diseñar experimentos y comunicar los resultados de una manera clara y segura. Estos aprendizajes no sólo son útiles en un contexto científico o tecnológico, sino que son útiles en cualquier aspecto de la vida cotidiana de los estudiantes. Entonces, el uso de estrategias de argumentación e indagación permite que, en la enseñanza en el curso de 1º de bachillerato de la dinámica se pueda transformar el aprendizaje de los estudiantes, de una experiencia pasiva a una activa mejorando su desempeño académico, desarrollando su pensamiento científico y preparándolos para los retos científicos y tecnológicos de su futuro académico y profesional.

1.2. Relevancia del estudio

La enseñanza de la dinámica en 1º de bachillerato tiene un papel muy importante para la formación científica del alumnado ya que permite que los estudiantes comprendan los principios que rigen el movimiento y las interacciones que suceden entre los cuerpos. Pero, como se ha comentado al principio de este trabajo, los modelos más tradicionales no son suficientes para que los estudiantes tengan un aprendizaje significativo. Por esta razón, en este trabajo se plantea una propuesta didáctica basada en metodologías activas y enfocadas en la indagación y la argumentación para mejorar así la comprensión de los conceptos estudiados en la dinámica, fortalecer las competencias específicas del alumnado y desarrollar estas habilidades de indagación y argumentación científica en los alumnos.

La propuesta didáctica que se plantea se alinea con el currículo de Cantabria para el curso de 1º de bachillerato y con las competencias clave establecidas en la LOMLOE. Los contenidos y competencias que deben desarrollar los estudiantes en cada nivel educativo se presentan en el Decreto 73/2022, de 27 de julio y en el caso de la asignatura de física y química en 1º de bachillerato, la enseñanza de la dinámica se establece en el bloque de estática y dinámica, que presenta los contenidos de fuerzas, las leyes de Newton, los principios de inercia y sistemas de referencia, las fuerzas de rozamientos y las aplicaciones de la dinámica.

El currículo de Cantabria para el curso de 1º de bachillerato mencionado, destaca que es necesario que los alumnos aprendan mediante la experimentación y la indagación para poder desarrollar así un pensamiento científico y además logren argumentar mediante evidencias. Debido a esto, la propuesta didáctica desarrollada en este trabajo va a permitir desarrollar estos aspectos mediante actividades que logren que los estudiantes formulen preguntas, diseñen experimentos, analicen los datos y elaboren y defiendan sus conclusiones. Además, el currículo de Cantabria establecido en el Decreto 73/2022, de 27 de julio, menciona que el aprendizaje de los estudiantes debe ser competencial, autónomo y significativo entonces, los alumnos no solo tienen que adquirir los conocimientos teóricos de la asignatura sino que tiene que desarrollar habilidades para el mundo real. Para el caso de la unidad didáctica de la dinámica, si se utilizan metodologías activas, se pueden relacionar los conocimientos teóricos con la práctica y así los conocimientos puedan ser más claros y útiles. (Gobierno de Cantabria, 2022; Gobierno de España 2020; Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)

La LOMLOE establece que en la enseñanza de las ciencias se debe fomentar la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) que se entiende como la capacidad de comprender el mundo a través del uso de métodos científicos, el razonamiento y la representación matemática, así como la aplicación de la tecnología y los principios de ingeniería para modificar el entorno de manera ética, responsable y sostenible. Por ello, la propuesta didáctica desarrollada contribuye al desarrollo de las competencias STEM ya que proporciona a los alumnos herramientas para comprender y aplicar el método científico en el estudio del movimiento y las fuerzas, para resolver problemas de dinámica en contextos reales, para interpretar datos experimentales y formular conclusiones y argumentar científicamente explicando fenómenos físicos y justificando sus respuestas con evidencias. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)

Además de la competencia STEM, que es de gran importancia, también se debe desarrollar la competencia digital (CD) para que los estudiantes puedan utilizar y saber manejar las herramientas tecnológicas como por ejemplo los simuladores de física. También debido a que la argumentación científica que se trabaja en esta propuesta

didáctica requiere manejar adecuadamente el lenguaje, la competencia de comunicación lingüística (CCL) es clave. Por otro lado, por la habilidad de indagación en la que se diseñan experimentos, formulan preguntas y se buscan soluciones innovadoras se tiene que desarrollar la competencia emprendedora (CE) para además tomar decisiones, asumir riesgos y desarrollar una mentalidad crítica y creativa. La última competencia es la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) que se fortalece también por la metodología basada en la indagación en la que se promueve la autonomía y el desarrollo de estrategias para la adquisición del conocimiento. (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023)

Al aplicar unas metodologías basadas en la indagación y la argumentación, la propuesta didáctica desarrollada permite desarrollar de manera significativa las competencias y así preparar a los estudiantes para los futuros retos científicos y tecnológicos de su futuro profesional y académico.

2. Marco teórico

2.1. Enfoque de enseñanza de la física en bachillerato

En primero de bachillerato, la enseñanza de la física tiene un papel muy importante en la formación del alumnado ya que permite que comprendan los principios y fenómenos por los que se rige el mundo y además desarrollar las habilidades de indagación y argumentación. En el caso concreto de la enseñanza de la unidad didáctica de la dinámica en 1º de bachillerato se puede fomentar en los estudiantes el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la aplicación del método científico pero se tienen que revisar los enfoques pedagógicos actuales y aplicar estrategias innovadoras para potenciar un aprendizaje significativo.

Volviendo a comentar las estrategias utilizadas históricamente para la enseñanza de la física, éstas se han basado en enfoques tradicionales que desarrollan la enseñanza de las unidades didácticas de la asignatura con la exposición de los contenidos en clases magistrales, la resolución de problemas estándar y la aplicación de las fórmulas sin haber realizado antes un análisis de su significado físico. Este modelo de enseñanza tradicional además de que implica una participación pasiva de

los estudiantes con falta de motivación y resultados bastante deficientes en los exámenes y evaluaciones también presenta limitaciones en cuanto a la dificultad de los estudiantes para retener la información y los contenidos, resolver y analizar los problemas y realizar prácticas. (Gamboa y Rafaela, 2024)

Por el contrario, con el uso de metodologías activas el estudiante es el protagonista de su aprendizaje, ya que se basan en metodologías innovadoras que permiten acercar el conocimiento adquirido de los estudiantes a la vida real, convirtiéndose en un proceso útil y motivador para el alumno.

El aprendizaje basado en la indagación (ABI) es una de las metodologías innovadoras comentadas que permite que el alumnado tenga un papel activo en su aprendizaje. Esta metodología permite que los alumnos sean capaces de poder formular preguntas, diseñar experimentos, analizar datos y elaborar conclusiones a partir de las evidencias. En la unidad didáctica de la dinámica se puede aplicar esta metodología por ejemplo, con experimentos donde los alumnos puedan investigar la relación entre las fuerzas y la aceleración. Los procesos de indagación pueden ser de tres tipos dependiendo de la función que tenga el docente y el estudiante. El primero de ellos, cuando el docente plantea tanto el problema como los pasos a seguir para resolverlo es la indagación estructurada. El segundo es la indagación guiada donde el docente plantea el problema pero el alumno decide cómo resolverlo. Y el último se trata de la indagación abierta donde el problema como el método de resolución lo deciden los alumnos. (Aramendi, et al. 2018)

Otra de las estrategias innovadoras que se puede aplicar es el aprendizaje basado en problemas (ABP) donde en este caso se le da más importancia al rol del estudiante para que sea responsable de su propio aprendizaje. Con esta metodología se presentan situaciones reales o desafiantes que los alumnos deben resolver aplicando los conocimientos de física. (Quintanal, 2023)

Por último, para favorecer una comprensión conceptual y no limitarse sólo a la simple aplicación de ecuaciones es necesario integrar actividades como el uso de simulaciones y laboratorios virtuales y la realización de prácticas en el laboratorio así como actividades donde los estudiantes puedan debatir sobre los conceptos de la

dinámica, como la interpretación de las Leyes de Newton en diferentes contextos para desarrollar y fortalecer su capacidad de argumentar científicamente con base en evidencias empíricas. (Sardà y Puig, 2000)

Pasando ahora al modelo educativo, tradicionalmente este se ha caracterizado por seguir un aprendizaje estructurado donde los estudiantes van avanzando según un plan de estudios establecido y van pasando a niveles superiores cuando alcanzan la puntuación mínima requerida que certifica que el estudiante ha adquirido los conocimientos fundamentales de la materia en cuestión. Además, todos reciben la misma evaluación e instrucción siguiendo unas normas definidas por una institución nacional o estatal. Pero, en cambio, el modelo educativo impuesto actualmente enfatiza el desarrollo de competencias para que los estudiantes tengan la capacidad de adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes para resolver los problemas en situaciones reales. Para el caso concreto de la enseñanza de la unidad didáctica de la dinámica en 1º de bachillerato en la asignatura de física y química, la educación basada en competencias es clave para preparar a los alumnos en sus futuros desafíos académicos y profesionales del siglo XXI. (Open LMS, 2023)

En conclusión, se debe evolucionar hacia un modelo que se centre en la argumentación y la indagación con el uso de estrategias y metodologías innovadoras y un modelo educativo basado en competencias en la enseñanza de la física y química en bachillerato para que los alumnos tengan un aprendizaje con una experiencia significativa y aplicable en su vida cotidiana más allá del aula.

2.2. La indagación en la educación científica

Antes de adentrarnos en la indagación en la educación científica vamos a definir de forma teórica que es la indagación. La indagación es una actitud mental que está marcada por la curiosidad y el deseo de investigar.

Indagar significa “buscar la verdad, la información o el conocimiento” y la cita que dijo Benjamin Franklin: “*Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo*” es la esencia del aprendizaje por indagación.

La indagación científica es un enfoque de enseñanza en el cual los estudiantes desarrollan conocimientos a través de la formulación de preguntas, la investigación, la recopilación de datos y la construcción de explicaciones basadas en evidencias. Este método permite que los estudiantes se conviertan en participantes activos del aprendizaje en lugar de ser receptores pasivos de información. (Cristobal y García, 2013)

Según Sosa y Dávila (2019), la indagación científica puede contextualizarse en tres niveles:

1. Procesos lógicos de verificación del conocimiento en los cuales se utiliza el análisis y la deducción para validar hipótesis.
2. Modo de aprendizaje donde se enfatiza el papel activo del estudiante en la construcción del conocimiento.
3. Metodología de instrucción, donde el docente guía a los estudiantes a través de experiencias diseñadas para fomentar la exploración y el descubrimiento.

Los modelos de enseñanza que se basan en la indagación siguen un ciclo de aprendizaje que se muestra en la Figura 1 y está estructurado en varias etapas, que están fundamentadas en las teorías de Kolb y Piaget. La primera de ellas es la experiencia concreta (EC) en la que los estudiantes pueden interactuar directamente con un fenómeno y recoger la información a través de la observación. La segunda es la observación reflexiva (OR) en la que los alumnos analizan lo observado en la primera etapa y elaboran explicaciones iniciales. La tercera es la contextualización abstracta (CA) donde se elaboran las ideas generales y se estructuran los conceptos basados en sus observaciones y reflexiones. Por último, en la etapa de experimentación activa (EA), se aplican los conocimientos que han adquirido a nuevas situaciones y se consolidan estos con la práctica. Este ciclo se repite continuamente (Rovira, 2017).



Figura 1. Ciclo de aprendizaje de Kolb (Rovira, 2017)

Para implementar la indagación en la enseñanza de la dinámica, según Cristóbal y García (2013), se pueden seguir cuatro etapas clave:



Figura 2 Etapas de implementación de la indagación

En cuanto a los beneficios de la indagación en el aprendizaje de la dinámica en física y química, permite desarrollar habilidades como la formulación de preguntas, la experimentación, el análisis de los datos y la argumentación científica. Este enfoque mejora la comprensión conceptual, dado que los estudiantes no solo memorizan ecuaciones, sino que las aplican en situaciones del mundo real.

Si nos centramos en el caso de la unidad didáctica de la dinámica, la indagación permite que los alumnos puedan experimentar mediante actividades prácticas, prácticas en el laboratorio o con la utilización de softwares de simulación todos los conocimientos adquiridos y mejorar la retención del conocimiento y fomentar su comprensión.(Sosa y Dávila, 2019; Cristobal y García, 2013) .

2.3. La argumentación en la educación científica

La argumentación científica es una herramienta clave para favorecer el aprendizaje en distintos aspectos, ayudando a desarrollar la comprensión a mejorar la forma en que se trabaja y se organiza la información, y a fortalecer actitudes como la reflexión y el pensamiento crítico. Por eso, cada vez más especialistas, docentes y autoridades educativas reconocen su importancia en la enseñanza.

Se puede establecer una serie de niveles según la argumentación. En el primer nivel la argumentación está basada en afirmaciones simples que se oponen directamente a una objeción o contraargumento, sin mayor desarrollo. Después, en el segundo nivel se presentan argumentos que responden a una objeción utilizando datos, garantías o respaldos pero sin incluir una discusión del argumento contrario. El tercer nivel incorporar múltiples afirmaciones respaldadas por datos, normas o fundamentos y puede haber una discusión aunque suele ser poco elaborada. En el cuarto nivel los argumentos incluyen discursos con una identidad definida. Por último, en el quinto nivel la argumentación tiene discusiones bien estructuradas, respaldos sólidos y una postura clara (Espinoza,2020)

El pensamiento crítico es una habilidad esencial en la enseñanza de las ciencias, ya que permite a los estudiantes a analizar, evaluar y estructurar conocimientos de manera lógica y fundamentada. Según Sardà y Puig (2000), el aprendizaje de la

argumentación en el ámbito científico no solo contribuye a una mejor comprensión de los conceptos, sino que también favorece el desarrollo de habilidades metacognitivas y discursivas necesarias para la construcción del conocimiento de la ciencia.

La argumentación es fundamental para poder validar las hipótesis e interpretar los datos experimentales, además mejora la comprensión de los conceptos científicos. Además, la argumentación científica no solo es una herramienta de aprendizaje, sino también un medio para desarrollar ciudadanos críticos y participativos en la sociedad. (Sardà y Puig, 2000). Además, tiene una estructura en la que al principio se debe comenzar exponiendo la idea que se quiere demostrar, después pasar a los argumentos y por último realizar un resumen de los argumentos reformulando la tesis. Dependiendo del orden puede ser inductivo o deductivo, en donde en el primer caso se va de lo concreto a lo general empezando con un ejemplo y en el segundo caso de lo general a lo concreto terminando con los ejemplos.

Para fortalecer la argumentación en la enseñanza de las ciencias, es fundamental aplicar metodologías activas que permitan a los estudiantes desarrollar su capacidad de razonamiento y justificación. Una de ellas es el debate, que es una estrategia que fomenta el pensamiento crítico y la argumentación debido a que los estudiantes pueden discutir diferentes puntos de vista con razonamientos basados en la evidencia. En estas actividades los alumnos investigan sobre el tema a debatir, recopilan evidencias, construyen argumentos y los defienden favoreciendo así sus habilidades comunicativas y el aprendizaje.

Otra estrategia es elaborar argumentos a partir de datos experimentales donde los estudiantes tienen que diseñar y realizar experimentos que, a través de los resultados obtenidos formulen las conclusiones.

Luego también está, el análisis y la producción de textos argumentativos en ciencias es una estrategia efectiva para mejorar las habilidades de argumentación de los estudiantes. Sardà y Puig (2000), destacan que los textos científicos tienen una estructura específica, caracterizada por la presentación de datos, justificaciones y conclusiones. Sin embargo, muchos estudiantes tienen dificultades para organizar sus ideas de manera coherente y estructurada.

Por último, tenemos el trabajo colaborativo y el aprendizaje basado en proyectos (ABP) donde los estudiantes, trabajando en grupos, se enfrentan a la resolución de problemas reales a través de la investigación y la experimentación. Esta estrategia mejora las habilidades de comunicación y el trabajo en equipo.

La argumentación científica es un componente esencial en la enseñanza de la ciencia, ya que permite a los estudiantes desarrollar el pensamiento crítico, analizar información de manera rigurosa y construir conocimientos de forma autónoma. Fomentar la argumentación en la enseñanza de ciencias no solo mejora el aprendizaje de los conceptos científicos, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de una sociedad en la que la toma de decisiones basada en evidencia es cada vez más relevante. (Sardà y Puig, 2000)

2.4. Metodologías activas en la enseñanza de la dinámica

El aprendizaje y la enseñanza de la unidad de la dinámica de 1º de bachillerato puede generar dificultades en la comprensión si se emplean metodologías tradicionales basadas en la memorización y la resolución mecánica de ejercicios. Por esta razón es fundamental recurrir a metodologías activas que promuevan un aprendizaje significativo, en el que los estudiantes participen activamente. Estrategias activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje por indagación y el desarrollo de prácticas de laboratorio permiten aplicar la física a situaciones reales, fomentar el pensamiento crítico y mejorar la retención de los conocimientos.

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una estrategia en la que el proceso de aprendizaje gira en torno a la resolución de problemas reales en la que el docente plantea un problema desde el inicio y guía a los estudiantes en la búsqueda de soluciones (Pérez, 2019). En la dinámica, este aprendizaje permite que los estudiantes analicen situaciones del mundo real en las que actúan fuerzas, formulan hipótesis y aplican modelos físicos para llegar a conclusiones fundamentadas fomentando la autonomía del estudiante, el trabajo en equipo y la capacidad de argumentación basada en evidencias científicas (Fernández et al., 2021)

Esta estrategia tiene unas fases que se deben de tener en cuenta para aplicarla, comenzando con el diseño del problema, que es el punto crítico en el que el docente debe contemplar una serie de variables como orientar a los alumnos hacia la importancia del problema, vincular el contenido del tema con la vida real, guiar a los alumnos a buscar, estudiar y aplicar la temática de la unidad didáctica y esto exige plantear varias hipótesis y comprobarlas posteriormente (Quintanal, 2023). Después esta la aplicación de la estrategia en el que se puede seguir el modelo clásico del ABP o el modelo en siete pasos de Maastricht:

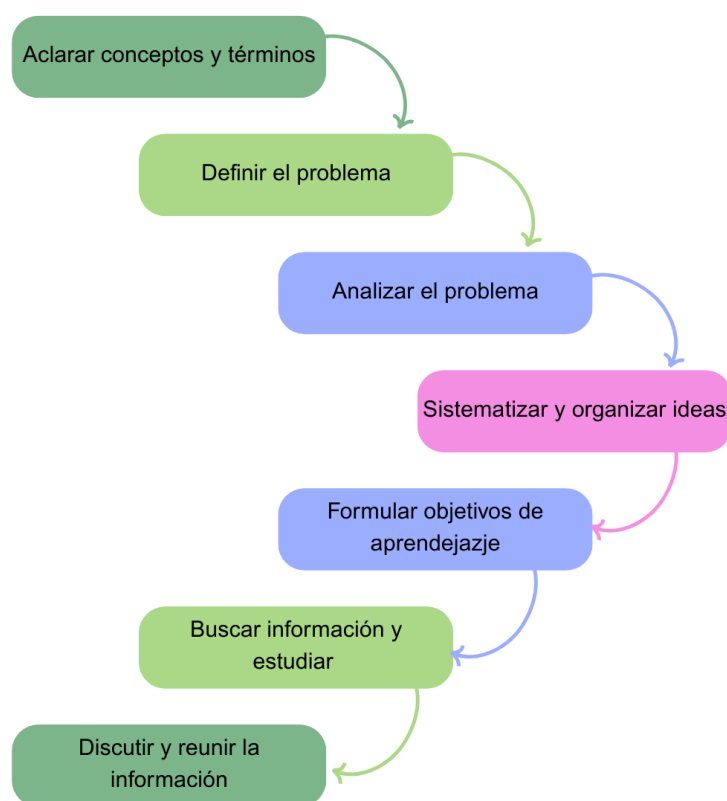


Figura 3. Modelo en siete pasos de Maastricht

Primero se tienen que aclarar los términos complicados o técnicos. El segundo paso es definir el problema en el que se realiza un primer intento de identificación del problema con la posibilidad de poder volver a esta fase si fuese necesario. El tercer paso es la lluvia de ideas con todos los conocimientos y teorías sobre el problema y se valorará la cantidad de ideas no que sean ciertas. El cuarto paso es organizar las ideas y resumirlas metódicamente para que resalten las conexiones entre las ideas propuestas. El quinto paso es formular los objetivos de aprendizaje determinando qué

aspectos del problema deber ser investigados y comprendidos mejor. El quinto paso es buscar la información distribuyendo los objetivos de aprendizaje para el estudio individual o en grupo. Y, por último, el séptimo paso es discutir y reunir la información sintetizándola y extrayéndola para realizar las conclusiones pertinentes (Quintanal, 2023).

El aprendizaje basado en problemas (ABP) como cualquier metodología, tiene sus ventajas y sus desventajas. Algunas de las ventajas son que genera una mayor motivación de los estudiantes, un aprendizaje más significativo, la amplificación de las habilidades de pensamiento y aprendizaje, la posibilidad de la integración del conocimiento, la ampliación de la comprensión entre otras. Y alguna desventaja es que puede haber una transición difícil del cambio de perspectiva de los alumnos y del profesor y la demanda de más tiempo (Quintanal, 2023).

Otra de las metodologías activas es el aprendizaje basado en la indagación (ABI), donde los estudiantes lo que hacen es formular preguntas, realizar experimentos y construir conocimientos a partir de sus propias observaciones permitiendo que los alumnos, en el caso de la dinámica puedan descubrir por sí mismos los conceptos clave en lugar de recibirlos de manera pasiva desarrollando así la capacidad de observación, reflexión científica y la capacidad de argumentar a partir de las evidencias. (Cristobal y García, 2013) .

Al igual que el aprendizaje basado en problemas, el ABI tiene un ciclo con cinco fases, comenzando con la fase de orientación en la que nace la curiosidad con respecto al tema que se va a investigar que puede ser elegido por los alumnos o por el docente. En esta fase se tienen que identificar las variables involucradas y definir el problema a investigar. La siguiente fase es la conceptualización en la que se definen las preguntas de investigación y las hipótesis que se van a probar. Seguimos con la fase de conceptualización donde se plantea y se realiza el proceso de recogida y el análisis de los datos para poder dar solución a las preguntas que se han planteado anteriormente. La cuarta fase es la de las conclusiones donde a partir de la información obtenida se obtienen las conclusiones y se comparan los resultados del análisis con la hipótesis que se ha planteado inicialmente. Y, por último, se presentan los resultados del proceso para realizar una discusión (Silva, 2020).



Figura 4. Fases del aprendizaje basado en la indagación

Por último, la realización de prácticas en el laboratorio es fundamental en el caso de la dinámica para reforzar así los conceptos teóricos ya que a través de la observación y la realización de las prácticas, analizando los resultados, los estudiantes pueden comprobar las leyes físicas estudiadas y mejorar sus explicaciones. Además, el uso de los laboratorios implica que los alumnos tengan una mayor motivación ya que el aprendizaje es más dinámico y atractivo que las clases teóricas.

Además, las prácticas que se pueden realizar en el laboratorio pueden ser diferentes dependiendo de la cantidad de información que el docente quiera dar al alumno sobre el problema, el objetivo, los materiales, el método y la respuesta al problema en el guión de prácticas y esto se va a distinguir por el nivel de abertura.

Las prácticas con nivel de abertura 0 (Demostración) su objetivo es básicamente comprobar principios teóricos y el docente da prácticamente todo el camino hecho. Las de nivel de abertura 1 (Ejercicio), el docente da todos los pasos para realizar la práctica con excepción del resultado teniendo como objetivo aprender a utilizar el material del laboratorio siguiendo las instrucciones del guión de prácticas. Las de nivel de abertura 2 (Investigación estructurada) el docente marca el objetivo al que hay que

llegar y algunos materiales que hay que utilizar y parte del proceso a seguir. Las de nivel de abertura 3 (Investigación abierta) solo tienen el objetivo que es marcado por el docente, todo lo demás lo deben desarrollar los alumnos. Y, por último, en el nivel de abertura 4 (Proyecto), el objetivo lo pueden marcar los alumnos o el docente (Llorente, 2016)

Nivel	Nombre	Objetivo	Material	Método/ proceso	Solución
0	Demostración	SI	SI	SI	SI
1	Ejercicio	SI	SI	SI	NO
2	Investigación estructurada	SI	En parte	En parte	NO
3	Investigación abierta	SI	NO	NO	NO
4	Proyecto	Elección	NO	NO	NO

Figura 5. Niveles de abertura para el guión de prácticas (Llorente, 2016)

Entonces el uso de todas estas metodologías activas en la enseñanza de la dinámica tiene muchas ventajas ya que el estudiante participa en su aprendizaje y desarrolla las habilidades de investigación, argumentación y resolución de problemas.

2.5. Estrategias de evaluación de la indagación y la argumentación

Para la evaluación de la enseñanza de la dinámica en física y química se debe valorar tanto el aprendizaje de los conceptos como el desarrollo de las habilidades de indagación y argumentación científica. Por ello se combina la evaluación formativa y sumativa combinándolo con el uso de rúbricas y pruebas de desempeño para facilitar la mejora continua de los estudiantes y una valoración integral de sus progresos.

En primer lugar, la evaluación formativa es interactiva y frecuente por lo que permite que se puedan ir ajustando las estrategias didácticas a las necesidades del alumnado. Se puede llevar a cabo con la observación del proceso de indagación

analizando como los alumnos formulan las hipótesis, diseñan los experimentos y recolectan los datos y para la argumentación se puede evaluar mediante la justificación de las respuestas a los problemas y sus reflexiones acerca de su aprendizaje mediante autoevaluaciones. (Tapia, 2023).



Figura 6. Evaluación formativa y sumativa

Por otro lado, la evaluación sumativa tiene como finalidad valorar el nivel de conocimiento y competencias adquiridas por los estudiantes. Se recoge información sobre los logros del alumnado y se compara y mide sus competencias en relación con los estándares de aprendizaje establecidos. Se puede ajustar a la enseñanza de la dinámica mediante exámenes escritos con preguntas de desarrollo en el que deben explicar las leyes de Newton y resolver problemas aplicando los principios físicos, con la realización de proyectos de investigación en el que los alumnos deben diseñar y desarrollar experimentos sobre el tema de la dinámica analizando los datos obtenidos y generando conclusiones fundamentadas en la evidencia científica así como el desarrollo de informes de prácticas. También se pueden realizar pruebas orales para evaluar la argumentación científica al explicar fenómenos físicos o defender sus hipótesis ante el grupo. (Tapia, 2023).

Pasando ahora al uso de la rúbricas, estas son herramientas clave para la evaluación de la indagación y la argumentación debido a que permiten definir con claridad los criterios de evaluación y los distintos niveles de desempeño de una tarea.

Este sistema de evaluación permite que sea más transparente y objetiva y además, ofrece a los estudiantes una guía sobre las expectativas y criterios en cada unidad. En una rúbrica de evaluación para la enseñanza de la dinámica se pueden incluir aspectos como la precisión en el diseño experimental, la claridad y coherencia en la exposición de ideas, el uso correcto de la terminología científica o la capacidad para analizar datos y justificar conclusiones (CEDEC, s.f.). Las rúbricas deben evaluar aspectos que los estudiantes hayan aprendido explícitamente en clase, que su grado de dominio es medible, y que en su conjunto representan el aprendizaje necesario para lograr la totalidad de los objetivos de aprendizaje planteados.

Por último, con las pruebas de desempeño se puede evaluar el aprendizaje de los estudiantes en las situaciones prácticas donde deben aplicar los conocimientos teóricos adquiridos. En el caso de la unidad de la dinámica se pueden realizar con el diseño y realización de prácticas y experimentos presentando las conclusiones en informes de prácticas o exposiciones orales, con el planteamiento de problemas que deban resolver y justificar sus respuestas con argumentación científica o con el desarrollo de debates que es una buena actividad para la evaluación de la indagación y la argumentación científica de los estudiantes. (García, 2022) (Muñoz-Campos, et al., 2020)

Para concluir, la evaluación de la indagación y la argumentación en la asignatura de física y química debe ir más allá de la comprobación de conocimientos, integrando estrategias que valoren el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas, donde el uso de la evaluación formativa y sumativa, junto con herramientas de evaluación como las rúbricas y las pruebas de desempeño se puede valorar de manera más precisa la capacidad del alumnado para analizar, argumentar y comunicar fenómenos físicos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

En este trabajo el objetivo general es diseñar y evaluar una propuesta didáctica asentada en metodologías activas para poder desarrollar las habilidades de

indagación y argumentación científica en los estudiantes en la enseñanza de la unidad didáctica de la dinámica en 1º de bachillerato, y fomentar así un aprendizaje significativo con actividades como el desarrollo de prácticas de laboratorio, la experimentación, la resolución de problemas y el análisis crítico de los fenómenos de la física.

La propuesta didáctica se diseñará para poder mejorar la comprensión de los principios fundamentales de la dinámica por parte de los estudiantes, en la que se promoverá la formulación de hipótesis, la obtención y análisis de los datos experimentales y la construcción de argumentos basados en evidencias científicas. Además se pretende evaluar el impacto de esta estrategia diseñada considerando la capacidad de los estudiantes para justificar las conclusiones, razonar y aplicar los métodos científicos en la resolución de problemas reales.

3.2. Objetivo específico

En este trabajo se analizarán diferentes enfoques y metodologías activas e innovadoras que han demostrado ser eficientes en el desarrollo de las habilidades de indagación y argumentación en los estudiantes. Se diseñará una propuesta didáctica alineada con el currículo de física y química en 1º de bachillerato según la normativa educativa de Cantabria en la que los criterios de evaluación, competencias específicas y contenidos cumplan con los requisitos normativos y desarrollen las competencias clave. La propuesta didáctica elaborada se basará en metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje por indagación (ABI) y la elaboración de prácticas que buscará el desarrollo de las habilidades de indagación y argumentación y lograr un aprendizaje significativo de los conocimientos de la dinámica. Además, en la propuesta didáctica se diseñará un sistema de evaluación para evaluar el desarrollo de estas habilidades con instrumentos como rúbricas, cuestionarios y análisis de las actividades. Por último, se evaluará el impacto esperado de la propuesta didáctica en los estudiantes, la limitaciones y dificultades encontradas y las acciones o medidas que se puedan llevar a cabo para solventarlas.

4. Propuesta didáctica

4.1. Introducción

La propuesta didáctica desarrollada para la unidad didáctica de “Dinámica” está diseñada, como se ha mencionado anteriormente, para 1º de bachillerato en la asignatura de Física y Química y tiene un enfoque que está centrado en el desarrollo de las habilidades de indagación y argumentación científica. Está basada en las metodologías activas y competenciales explicadas en el marco teórico del trabajo y esta unidad busca que el estudiante sea el protagonista de su propio aprendizaje mediante actividades experimentales, la resolución de problemas y los debates científicos. El enfoque de esta propuesta didáctica responde a las pautas que dictan la LOMLOE y se encuentra enmarcada dentro del currículo de Cantabria, promoviendo un aprendizaje significativo, contextualizado y con una perspectiva científica.

4.2. Objetivos

Los objetivos de esta propuesta didáctica tienen un doble propósito formativo que es promover el desarrollo de la indagación y la argumentación científica y profundizar en la comprensión de la unidad didáctica de la dinámica.

- Comprender el concepto de fuerza y sus efectos sobre cuerpos rígidos y deformables incluyendo la comprensión de la Ley de Hooke y su aplicación en materiales elásticos.
- Conocer las unidades de fuerza, transformar unas en otras mediante cálculo algebraico y utilizar instrumentos adecuados para su medición precisa.
- Manejar correctamente las magnitudes asociadas a las fuerzas, incluyendo la representación gráfica y la descomposición en componentes.
- Determinar las condiciones de equilibrio de un cuerpo.
- Conocer y aplicar las leyes de Newton a la resolución de problemas de movimiento rectilíneo, circular y a sistemas de cuerpos enlazados.
- Establecer la fuerza resultante en sistemas de fuerzas.
- Analizar el movimiento de rotación y los momentos de fuerza.

- Aplicar el teorema del impulso para explicar el efecto de fuerzas en cortos intervalos de tiempo.
- Analizar la conservación de la cantidad de movimiento en colisiones e interacciones de sistemas de partículas.
- Aplicación de las leyes de Newton. Identificar y analizar las fuerzas normales, estudiar las fuerzas de rozamiento, resolver problemas de dinámica de sistemas de cuerpos enlazados y comprender la dinámica del movimiento circular.
- Fomentar la experimentación y el trabajo científico con prácticas en el laboratorio que permitan medir fuerzas, verificar las leyes de Newton y analizar la conservación de la cantidad de movimiento.
- Desarrollar habilidades de indagación y argumentación científica planteando hipótesis, con experimentos, interpretación de datos y argumentación de conclusiones en relación con las leyes de la dinámica.
- Relacionar la dinámica con aplicaciones tecnológicas y fenómenos cotidianos del mundo real.

4.3. Competencias específicas y criterios de evaluación

Como se recoge en el Decreto 73/2022, de 27 de julio el desarrollo de las competencias clave en física y química de 1º de bachillerato se logra a través de las siguientes competencias específicas:

Competencia específica 1	
1. Resolver problemas y situaciones relacionadas con la física y la química, aplicando leyes y teorías científicas adecuadas, para comprender y explicar los fenómenos naturales y evidenciar el papel de estas ciencias en la mejora del	Criterio de evaluación: 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.

bienestar común y en la realidad cotidiana.	Criterio de evaluación: 1.2. Resolver problemas fisicoquímicos planteados a partir de situaciones cotidianas aplicando las leyes y teorías científicas para encontrar y a argumentar las soluciones, expresando adecuadamente los resultados.
Descriptores del perfil de salida: STEM1, STEM2, STEM5, CPSAA1.2	
Competencia específica 2	
2. Razonar con solvencia, usando el pensamiento científico y las destrezas relacionadas 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 estas a través de la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.	Criterio de evaluación: 2.3. Integrar las leyes y teorías científicas conocidas en el desarrollo del procedimiento de la validación de las hipótesis formuladas, aplicando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las diferentes variables, de manera que el proceso sea más fiable y coherente con el conocimiento científico adquirido.
Descriptores del perfil de salida: STEM1, STEM2, CPSAA4, CE1	
Competencia específica 3	
3. Manejar con propiedad y solvencia el flujo de información en los diferentes registros de comunicación de la ciencia como la nomenclatura de compuestos químicos, el uso de lenguaje matemático, el uso correcto de las	Criterio de evaluación: 3.3. Emplear diferentes formatos para interpretar y expresar información relativa a un proceso fisicoquímico concretos relacionando entre sí la información que cada uno de ellos contiene y extrayendo

unidades de medida, la seguridad en el trabajo experimental, para la producción e interpretación de información en diferentes formatos y a partir de fuentes diversas.	de él lo más relevante durante la resolución de un problema.
Descriptores del perfil de salida: CCL1, CCL5, STEM4, CD2	
Competencia específica 4	
4. 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.	Criterio de evaluación: 4.1. Interactuar con otros miembros de la comunidad educativa a través de diferentes entornos de aprendizaje, reales y virtuales, utilizando de forma autónoma y eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, con rigor y respeto y analizando críticamente las aportaciones de todo el mundo.
Descriptores del perfil de salida: STEM3, CD1, CD3, CPSAA3.2, CE2	

4.4. Saberes básicos

Los saberes básicos son los siguientes:

- Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas.

- Relación de la mecánica vectorial aplicada sobre una partícula con su estado de reposo o de movimiento: aplicaciones estáticas o dinámicas de la física en otros campos, como la ingeniería o el deporte.
- Interpretación de la leyes de la dinámica en términos de magnitudes como el movimiento lineal y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real.
- Formulación de hipótesis y diseño de estrategias de investigación a partir de fenómenos observables del entorno.
- Búsqueda, análisis y selección de información procedente de fuentes científicas diversas para fundamentar el trabajo experimental o argumentativo.
- Recogida sistemática de datos y uso de herramientas digitales para el registros y análisis de resultados experimentales.
- Elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos experimentales, contrastándolas con las hipótesis iniciales.
- Comunicación oral y escrita de resultados utilizando el lenguaje específico de la física y química
- Discusión científica y participación en debates en torno a fenómenos físicos, valorando las ideas propias y ajenas.

4.5. Contenido

Bloque	Tema	Apartados
Concepto de naturaleza y fuerzas	Carácter vectorial de las fuerzas	
	Medida de las fuerzas	
	Ley de Hooke y elasticidad	
Fuerza resultante y equilibrio	Composición de fuerzas	Fuerzas concurrentes
		Fuerzas paralelas
	Momento de una fuerza y par de fuerzas	
	Condiciones generales de equilibrio	
Dinámica y leyes de Newton	Relación entre fuerzas y movimiento	Primera Ley de Newton (Ley de la Inercia)
		Segunda Ley de Newton (Ley Fundamental de la Dinámica)
		Tercera Ley de Newton (Principio de Acción y Reacción)
Impulso y cantidad de movimiento	Teorema del impulso	
	Conservación de la cantidad de movimiento	
Aplicaciones de la dinámica	Fuerzas normales y de rozamiento	
	Dinámica de los sistemas de cuerpos enlazados	
	Dinámica del movimiento circular	

4.6. Planteamientos metodológicos

La propuesta metodológica para el desarrollo de esta unidad didáctica parte del enfoque competencial que establece la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre) en la que se utilizarán metodologías como el aprendizaje basado en la indagación (ABI), el aprendizaje basado en problemas (ABP), la gamificación,

actividades que incluyan el uso de simulaciones y laboratorio virtuales y la realización de prácticas en el laboratorio.

La metodología basada en la indagación (ABI) se desarrollará principalmente a través de experimentos en el laboratorio de física y química en donde los estudiantes formularán hipótesis sobre fenómenos relacionados con la dinámica, diseñarán experimentos, registrarán datos, los analizarán y por último compararán las conclusiones con los modelos teóricos estudiados en el aula (Bermúdez, 2021). Con el aprendizaje basado en problemas (ABP), los alumnos resolverán en equipo problemas prácticos relacionados con las leyes de Newton fomentando la reflexión, el debate y la aplicación del conocimiento teórico a situaciones del entorno (Arrieta et al., 2024).

Con la incorporación de la gamificación se reforzarán los conceptos aprendidos en la unidad, motivando al alumnado y generando un ambiente de aprendizaje lúdico y colaborativo (Vila et al., 2022). Y, con la realización de debates en el aula sobre temas concretos de la dinámica se desarrollarán las habilidades de comunicación, argumentación e indagación. En las sesiones de laboratorio, se incorporará explícitamente la argumentación y la indagación científica como herramienta didáctica para favorecer la comprensión de la dinámica y trabajar las habilidades de observación, análisis crítico y justificación de conclusiones (Bermúdez, 2021).

4.7. Situaciones de aprendizaje a desarrollar en el aula

Situación de aprendizaje 1. ¿Por qué se detiene si no empujo?	
Duración: 2 sesiones.	Espacios: Aula, laboratorio de física y química
Contexto: a menudo se piensa que para que un objeto siga en movimiento hay que seguir empujándolo y esta idea es la que se va a cuestionar en esta situación de aprendizaje en la que los alumnos	Justificación: esta situación permite abordar el concepto de inercia debido a que esta ley no es siempre intuitiva para el alumnado, ya que contradice la experiencia cotidiana en la que todo parece necesitar un “impulso constante”

analizarán lo que ocurre cuando no hay fricción o fuerzas externas.	y la realización de experimentos y la observación van a permitir desmentir esa creencia.
Utilidad: permite entender los fenómenos cotidianos como el desplazamiento sobre hilo, además refuerza el pensamiento científico y la interpretación crítica del mundo físico y prepara el terreno para aplicar correctamente la 2ª ley de Newton.	Objetivos de aprendizaje: comprender el principio de inercia, identificar casos reales de movimiento con y sin fricción, diferenciar entre fuerza aplicada y neta y argumentar de forma científica qué ocurre en cada caso.
Problema: <i>Si lanzo un objeto sobre el suelo, ¿por qué se detiene? ¿Dejaría de moverse si no existiera fricción?</i>	
Secuencia de actividades A1. Lluvia de ideas sobre una serie de cuestiones. Realización de un experimento práctico en el que se realizará el movimiento de un objeto sobre diferentes superficies. Se compararán los resultados de la práctica con una simulación (PhET) de los mismos casos. Realización de un informe de prácticas con los resultados y con una argumentación basada en las evidencias y en los modelos teóricos. A2. Realización de un debate guiado una serie de cuestiones.	
Enfoque metodológico: el aprendizaje por indagación (ABI), el trabajo en equipo y el uso de simuladores y el laboratorio de prácticas de física y química.	Recursos necesarios: pizarra digital, carritos, masas calibradas, cronómetros, metro y diferentes superficies, ordenadores, simuladores PhET, rúbricas de evaluación y cuaderno laboratorio.
Descriptores del perfil de salida: STEM2, CPSAA1.2, CCL1	

Criterios de evaluación relacionados	
<p>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.</p>	<p>2.3. Integrar las leyes y teorías científicas conocidas en el desarrollo del procedimiento de la validación de las hipótesis formuladas, aplicando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las diferentes variables, de manera que el proceso sea más fiable y coherente con el conocimiento científico adquirido.</p>
<p>Saberes básicos implicados para 1º de bachillerato</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas. • Elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos experimentales, contrastándolas con las hipótesis iniciales. • Comunicación oral y escrita de resultados utilizando el lenguaje específico de la física y química y análisis de resultados experimentales. • Recogida sistemática de datos y uso de herramientas digitales para el registros y análisis de resultados experimentales. • Formulación de hipótesis y diseño de estrategias de investigación a partir de fenómenos observables del entorno. 	

Situación de aprendizaje 2. Las fuerzas en movimiento

Duración: 3 sesiones

Espacios: Aula, laboratorio de física y química

<p>Contexto: los estudiantes deben aplicar los conceptos teóricos explicados en el aula de la dinámica a través de la realización de experimentos relacionados con las Leyes de Newton, desarrollando las habilidades de indagación y argumentación científica.</p>	<p>Justificación: las prácticas y enfoques tradicionales presentan limitaciones para la comprensión de los contenidos de la unidad didáctica de la dinámica, esta situación de aprendizaje que integra metodologías activas que favorece el desarrollo de las competencias científicas, el pensamiento crítico y las habilidades de comunicación.</p>
<p>Utilidad: busca relacionar la dinámica con los fenómenos reales, favorecer la comprensión de las leyes de Newton, fomentar el uso de las evidencias científicas para elaborar los argumentos y estimular la motivación con la realización de experimentos y la resolución de problemas.</p>	<p>Objetivos de aprendizaje: aplicar las Leyes de Newton a situaciones reales y cotidianas, diseñar y realizar experimentos prácticos, interpretar los datos empíricos y construir los argumentos científicos a partir de las evidencias obtenidas, representar gráficamente las fuerzas y los movimientos y comunicar de manera clara y con fundamento, oralmente y por escrito, los resultados científicos.</p>
<p>Problema: <i>¿Cómo podemos demostrar que las Leyes de Newton explican el movimiento de objetos en diferentes contextos de la vida real, como un globo que se mueve por reacción o una caja que se desliza por una rampa?</i></p>	
<p>Secuencia de actividades</p> <p>A1. Explicación de las Leyes de Newton. Lluvia de ideas sobre ejemplos cotidianos de las fuerzas. Visualizar y analizar videos reales sobre estos ejemplos y mediante simuladores PhET recrear varios ejemplos y analizarlos.</p>	

A3. Realización de tres prácticas en el laboratorio de Física y Química sobre las Leyes de Newton. **Práctica 1.** 2º Ley de Newton: con carritos y pesos. **Práctica 2.** Fuerzas en plano inclinado y **Práctica 3.** Acción-reacción con globos. Se realizará un registro y análisis de los datos y explicación de los procesos estudiados, las leyes implicadas y el procedimiento de la práctica en un informe de prácticas.

A3. Realizar una presentación oral por equipos de los resultados obtenidos en las prácticas.

Enfoque metodológico: aprendizaje por indagación (ABI), el aprendizaje basado en problemas (ABP), el trabajo en equipo y el uso de recursos digitales y el laboratorio de prácticas de física y química.

Recursos necesarios: carritos, masas calibradas, dinamómetros, globos, un plano inclinado, cajas, la pizarra digital, simuladores (PhET), ordenadores, rúbrica de evaluación, el cuaderno de laboratorio y las fichas con los experimentos prácticos a realizar

Descriptores del perfil de salida: STEM2, STEM4, CPSAA1.2, CE2

Criterios de evaluación relacionados

- **1.2.** Resolver problemas fisicoquímicos planteados a partir de situaciones cotidianas aplicando las leyes y teorías científicas para encontrar y argumentar las soluciones, expresando adecuadamente los resultados.
- **2.3.** Integrar las leyes y teorías científicas conocidas en el desarrollo del procedimiento de la validación de las hipótesis formuladas, aplicando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las diferentes variables, de manera que el proceso sea más fiable y coherente con el conocimiento científico adquirido.
- **3.3.** Emplear diferentes formatos para interpretar y expresar información relativa a un proceso fisicoquímico concretos relacionando entre sí la información que cada uno de ellos contiene y extrayendo de él lo más relevante durante la resolución de un problema.

- **4.1.** Interactuar con otros miembros de la comunidad educativa a través de diferentes entornos de aprendizaje, reales y virtuales, utilizado de forma autónoma y eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, con rigor y respeto y analizando críticamente las aportaciones de todo el mundo.

Saberes básicos implicados para 1º de bachillerato

- Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas.
- Interpretación de la leyes de la dinámica en términos de magnitudes como el movimiento lineal y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real.
- Elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos experimentales, contrastándolas con las hipótesis iniciales.
- Comunicación oral y escrita de resultados utilizando el lenguaje específico de la física y química y análisis de resultados experimentales.
- Recogida sistemática de datos y uso de herramientas digitales para el registros y análisis de resultados experimentales.
- Formulación de hipótesis y diseño de estrategias de investigación a partir de fenómenos observables del entorno.

Situación de aprendizaje 3. Choque de carritos, ¿se conserva la cantidad de movimiento?

Duración: 3 sesiones

Espacios: Aula, laboratorio de física y química

Contexto: se va a realizar la simulación de colisiones con carritos para analizar la conservación de la cantidad de movimiento.

Justificación: permite realizar experimentos prácticos con conceptos abstractos como la conservación del momento lineal y su utilidad en accidentes, deportes y seguridad.

<p>Utilidad: se relaciona la física con situaciones reales como por ejemplo el choque entre vehículos y las colisiones en los deportes.</p>	<p>Objetivos de aprendizaje: comprobación de la conservación de la cantidad de movimiento, distinguir entre las colisiones elásticas y las inelásticas y relacionar las leyes de Newton con la interacción entre los cuerpos.</p>
<p>Problema: <i>Cuando dos cuerpos chocan ¿se conserva la cantidad de movimiento? ¿qué se conserva? ¿cómo lo medimos?</i></p>	
<p>Secuencia de actividades</p> <p>A1. Lluvia de ideas sobre ejemplos cotidianos de las fuerzas. Visualizar y analizar videos reales sobre estos ejemplos y mediante simuladores PhET recrear varios ejemplos y analizarlos. Introducción a la herramienta Tracker y explicación del experimento práctico que se realizará en el laboratorio.</p> <p>A2. En primer lugar los alumnos deberán grabar en vídeo la caída libre de diferentes pelotas que tendrán diferentes masas y formas. Se realizará el análisis del movimiento con la herramienta de simulación Tracker, en la que se irán marcando las posiciones y después se hará un registro de los tiempos y posiciones en una tabla de datos para cada pelota. Los alumnos deberán elaborar unos gráficos posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo y comparar con la teoría el valor de la gravedad. Tendrán que elaborar un informe de prácticas en donde recogerán todo el procedimiento de la práctica, los resultados obtenidos y las conclusiones argumentadas basadas en las evidencias científicas.</p> <p>A3. Realizar una presentación oral por equipos de los resultados obtenidos en las prácticas con apoyo de los gráficos realizados y después se realizará un debate científico sobre las siguientes cuestiones: ¿se cumplen las hipótesis iniciales? ¿Qué demuestra el experimento?. Por último realizarán una evaluación de las argumentaciones de cada uno de sus compañeros.</p>	

<p>Enfoque metodológico: el aprendizaje por indagación (ABI), el aprendizaje basado en problemas (ABP), el trabajo en equipo y el uso de recursos digitales y el laboratorio de prácticas de física y química.</p>	<p>Recursos necesarios: diferentes pelotas, cronómetros y un móvil para grabar en video la caída libre, ordenadores para el simulador Tracker, guiones de prácticas y las rúbricas de evaluación de la argumentación de los debates.</p>
<p>Descriptor del perfil de salida: STEM2, STEM4, CD2, CCL1</p>	
<p>Criterios de evaluación relacionados</p>	
<p>1.2. Resolver problemas fisicoquímicos planteados a partir de situaciones cotidianas aplicando las leyes y teorías científicas para encontrar y argumentar las soluciones, expresando adecuadamente los resultados.</p>	<p>3.3. Emplear diferentes formatos para interpretar y expresar información relativa a un proceso fisicoquímico concretos relacionando entre sí la información que cada uno de ellos contiene y extrayendo de él lo más relevante durante la resolución de un problema.</p>
<p>Saberes básicos implicados para 1º de bachillerato</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas. • Interpretación de la leyes de la dinámica en términos de magnitudes como el movimiento lineal y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real. • Elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos experimentales, contrastándolas con las hipótesis iniciales. 	

- Comunicación oral y escrita de resultados utilizando el lenguaje específico de la física y química y análisis de resultados experimentales.
- Recogida sistemática de datos y uso de herramientas digitales para el registros y análisis de resultados experimentales.
- Formulación de hipótesis y diseño de estrategias de investigación a partir de fenómenos observables del entorno.
- Discusión científica y participación en debates en torno a fenómenos físicos, valorando las ideas propias y ajenas.

Situación de aprendizaje 4. Empújame en patines

Duración: 2 sesiones **Espacios:** Aula, patio, laboratorio de Física y Química

Contexto: las situaciones en las que dos personas con patines se empujan, el retroceso que hacen las armas cuando disparan o el despegue de un cohete en la que la fuerza tiene una reacción igual y opuesta no siempre se comprenden por parte de los estudiantes. Por ello esta situación de aprendizaje permite demostrar la tercera ley de Newton con experimentos prácticos sencillos.

Justificación: la tercera ley de Newton suele pasarse por algo y es eclipsada por la segunda ley, además suele malinterpretarse por ello esta situación de aprendizaje permite trabajar con ella de manera experimental fomentando la indagación, el uso del método científico, la capacidad de argumentar fenómenos físicos y el trabajo en equipo.

Utilidad: entender cómo actúan las fuerzas en pares en el mundo real, desarrollar habilidades de observación, experimentación y razonamiento científico. También poder aplicar estos conocimientos a situaciones cotidianas y

Objetivos de aprendizaje: identificar y describir pares de fuerzas acción-reacción, diseñar y desarrollar una práctica para observar la tercera ley de Newton y explicar oralmente y de forma

tecnológicas y mejorar la comunicación científica y escrita a través del debate y la defensa de ideas.	escrita los fenómenos dinámicos con base científica.
<p>Problema: <i>¿Qué ocurre cuando empujamos a otra persona sobre patines? ¿Quién se mueve y por qué? ¿Se aplica aquí la tercera ley de Newton? ¿Cómo podríamos demostrarlo?</i></p>	
<p>Secuencia de actividades</p> <p>A1. En el aula se visualizarán videos con ejemplos de casos donde se aplica la tercera ley de Newton. A continuación se realizará una discusión guiada sobre los videos en los que tendrán que responder las siguientes preguntas: ¿qué fuerzas actúan? ¿por qué se mueven en direcciones opuestas?. Por último, se planearán hipótesis sobre el experimento práctico que van a realizar: ¿se moverán ambos? ¿en qué sentido? ¿a qué velocidad?. Se realizará una actividad práctica por parejas en la que los estudiantes sobre patines se empujarán mutuamente. Registrarán la actividad en video a cámara lenta y tendrán que medir los desplazamientos, las masas y el tiempo para poder relacionar las reacciones.</p> <p>A2. Elaborarán un informe de prácticas en donde incluirán datos, gráficos, la interpretación de los resultados y su justificación. Tendrán que realizar una exposición oral defendiendo sus conclusiones y se generará un debate abierto con toda la clase sobre las siguientes cuestiones: ¿se han cumplido las predicciones? ¿cómo se evidencian las fuerzas? ¿existen errores?</p>	
<p>Enfoque metodológico: es el aprendizaje por indagación (ABI), el trabajo en equipo y la resolución de problemas reales.</p>	<p>Recursos necesarios: metro, patines, móviles para grabar, cronómetros, pizarra digital, guiones de prácticas y rúbricas de evaluación de la presentación oral.</p>

Descriptores del perfil de salida: STEM2, STEM4, CPSAA3.2, CCL1	
Criterios de evaluación relacionados	
1.1. Resolver problemas fisicoquímicos planteados a partir de situaciones cotidianas aplicando las leyes y teorías científicas para encontrar y argumentar las soluciones, expresando adecuadamente los resultados.	2.3. Integrar las leyes y teorías científicas conocidas en el desarrollo del procedimiento de la validación de las hipótesis formuladas, aplicando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las diferentes variables, de manera que el proceso sea más fiable y coherente con el conocimiento científico adquirido.
Saberes básicos implicados para 1º de bachillerato <ul style="list-style-type: none"> • Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas. • Interpretación de la leyes de la dinámica en términos de magnitudes como el movimiento lineal y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real. • Elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos experimentales, contrastándolas con las hipótesis iniciales. • Comunicación oral y escrita de resultados utilizando el lenguaje específico de la física y química y análisis de resultados experimentales. • Recogida sistemática de datos y uso de herramientas digitales para el registros y análisis de resultados experimentales. • Formulación de hipótesis y diseño de estrategias de investigación a partir de fenómenos observables del entorno. • Discusión científica y participación en debates en torno a fenómenos físicos, valorando las ideas propias y ajenas. 	

Situación de aprendizaje 5. Proyecto experimental propio	
Duración: 4 sesiones Espacios: Aula, patio, laboratorio de Física y Química	
Contexto: para finalizar la unidad didáctica de la dinámica, el alumnado desarrollará un proyecto experimental propio donde se les propone diseñar, ejecutar y defender una investigación científica que demuestre algún principio de la dinámica fomentando así la transferencia del conocimiento a situaciones reales y la construcción del conocimiento a través de la experiencia.	Justificación: esta situación de aprendizaje va a permitir consolidar los conceptos de la unidad y permite al alumnado integrar todas las leyes de Newton en un contexto de indagación y aplicación real desarrollando la autonomía, la creatividad, pensamiento crítico y la comunicación científica.
Utilidad: integrar los conocimientos teóricos con habilidades prácticas, fomentar la autonomía, la cooperación y la creatividad científica desarrollando las competencias científicas, digitales, lingüísticas y personales.	Objetivos de aprendizaje: diseñar y desarrollar una investigación científica sobre la dinámica, formular hipótesis y verificar con datos experimentales, aplicar las leyes de Newton a fenómenos reales, evaluar el impacto de las fuerzas sobre objetos en movimiento y comunicar de forma clara y argumentada el proceso y los resultados obtenidos.
Problema: <i>¿Podemos diseñar y realizar un experimento fuera del laboratorio que demuestre cómo actúan las leyes de Newton en la vida real? ¿Somos capaces de convencer a otros de las conclusiones obtenidas?</i>	
Secuencia de actividades	
A1. Se presentará y explicará la actividad práctica que deben realizar: “Demostrar una de las leyes de Newton con un experimento real”. Se realizará una lluvia de	

ideas por grupos sobre posibles fenómenos que se puedan realizar y seleccionar el tema y la planificación de sus experimentos.

A2. Los estudiantes tendrán que realizar el experimento que han diseñado en el lugar que hayan definido, ya sea en el aula, el laboratorio o en el patio del centro.

A3. Analizarán los resultados obtenidos de sus experimentos y realizarán tablas, gráficos, registrarán los errores, etc. y lo registrarán y redactarán todo en un informe de prácticas con una introducción, las hipótesis iniciales, el procedimiento, los resultados y las conclusiones. Tendrán que desarrollar una presentación oral sobre su práctica y practicar la exposición oral en el aula para que los demás estudiantes y el profesor puedan darle una retroalimentación constructiva. Tendrán que desarrollar una presentación oral sobre su práctica y practicar la exposición oral en el aula para que los demás estudiantes y el profesor puedan darle una retroalimentación constructiva.

A4. Cada alumno presentará su práctica en el aula, se realizará una evaluación del trabajo con una rúbrica del informe de prácticas y de la presentación oral y por último se realizará una autoevaluación y una evaluación de los compañeros de clase.

Enfoque metodológico: es el aprendizaje por indagación (ABI), el trabajo en equipo, trabajo autónomo y la resolución de problemas reales.

Recursos necesarios: para la realización de la práctica (depende de lo que necesite cada alumno), plantilla para el informe de prácticas, guión de prácticas, rúbricas informe de prácticas y presentación oral, fichas de autoevaluación y coevaluación.

Descriptores del perfil de salida: STEM1,STEM2,STEM3,CD2,CCL1, CPSAA1.2

Criterios de evaluación relacionados

- **1.2.** Resolver problemas fisicoquímicos planteados a partir de situaciones cotidianas aplicando las leyes y teorías científicas para encontrar y a argumentar las soluciones, expresando adecuadamente los resultados.
- **3.3.** Emplear diferentes formatos para interpretar y expresar información relativa a un proceso fisicoquímico concretos relacionando entre sí la información que cada uno de ellos contiene y extrayendo de él lo más relevante durante la resolución de un problema.
- **4.1.** Interactuar con otros miembros de la comunidad educativa a través de diferentes entornos de aprendizaje, reales y virtuales, utilizado de forma autónoma y eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, con rigor y respeto y analizando críticamente las aportaciones de todo el mundo.

Saberes básicos implicados para 1º de bachillerato

- Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas.
- Interpretación de la leyes de la dinámica en términos de magnitudes como el movimiento lineal y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real.
- Elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos experimentales, contrastándolas con las hipótesis iniciales.
- Comunicación oral y escrita de resultados utilizando el lenguaje específico de la física y química y análisis de resultados experimentales.
- Recogida sistemática de datos y uso de herramientas digitales para el registros y análisis de resultados experimentales.
- Formulación de hipótesis y diseño de estrategias de investigación a partir de fenómenos observables del entorno.
- Discusión científica y participación en debates en torno a fenómenos físicos, valorando las ideas propias y ajenas.

4.8. Organización de tiempos y espacios

La unidad didáctica de Dinámica en 1º de Bachillerato tendrá una duración de cinco semanas (con la posibilidad de ampliación). Los espacios necesarios para el desarrollo de la unidad didáctica serán el aula, el laboratorio de prácticas de física y química y el patio. El desarrollo de la unidad didáctica tendrá la siguiente temporalización::

Sesión 1. Se realizará un diagnóstico inicial sobre los conocimientos previos de la dinámica y se presentará la unidad realizando un debate en grupos sobre fuerzas en la vida cotidiana. Se realizará una explicación teórica del concepto de fuerza, carácter vectorial, medida y ley de Hooke con ejemplos prácticos. Resolución de problemas mediante ABP.

Sesión 2. Explicación teórica sobre composición de fuerzas, momento de una fuerza y equilibrio. Práctica con simuladores PhET, resolución de problemas en grupo, ejemplo con barra de equilibrio y evaluación tipo kahoot.

Sesión 3. Explicación teórica de impulso, cantidad de movimiento, conservación y fuerzas normales y de rozamiento, con apoyo visual y vídeos. Resolución de problemas aplicados.

Sesión 4 - 5. Se llevará a cabo la situación de aprendizaje 1.

Sesión 6 - 8. Se llevará a cabo la situación de aprendizaje 2.

Sesión 8 - 11. Se llevará a cabo la situación de aprendizaje 3.

Sesión 12 - 13. Se llevará a cabo la situación de aprendizaje 3.

Sesión 14 - 17. Se llevará a cabo la situación de aprendizaje 5.

<p>Sesión 16. Repaso General. Actividades de gamificación con preguntas tipo examen en grupos. Resolución de problemas en equipos y resolución de dudas.</p>

<p>Sesión 17. Examen de la unidad didáctica. Autoevaluación.</p>

4.9. Recursos y materiales

Para el desarrollo de la unidad didáctica de “Dinámica”, se requerirán diversos recursos y materiales organizados según las necesidades de cada sesión. En el aula, se utilizarán la pizarra digital para las explicaciones teóricas, videos interactivos y simulaciones digitales. Además, se emplearán fichas de ejercicios y material impreso para actividades prácticas y resolución de problemas en grupos. En sesiones específicas, se utilizarán ordenadores para reforzar el aprendizaje a través de la gamificación. En el laboratorio de física y química, se utilizarán los materiales específicos para cada práctica. Y, para la evaluación y seguimiento del aprendizaje, se proporcionarán rúbricas de evaluación, fichas de observación y hojas de análisis, actividades de autoevaluación y reflexión además de exámenes escritos para medir el nivel de comprensión de la unidad.

4.10. Procedimientos e instrumentos de evaluación y criterios de calificación

Como se ha mencionado en el marco teórico de este trabajo, la evaluación combinará la evaluación formativa, sumativa y se integrará además la autoevaluación para fomentar la reflexión del alumnado sobre su propio aprendizaje a través de rúbricas y cuestionarios para que valoren la comprensión de los conceptos, su desempeño práctico y el desarrollo de las habilidades de argumentación e indagación científica. También se aplicará la coevaluación de la actividades grupales para que los alumnos puedan valorar el trabajo de sus compañeros de forma crítica y constructiva. Para superar la unidad didáctica el alumno deberá obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 y haber entregado todos los informes de prácticas.

Los instrumentos de evaluación para registrar y valorar el progresos del alumnado y su ponderación son los siguientes:

- Prueba escrita final: 40%
- Informes de laboratorio : 30%
- Resolución de ejercicios y tareas: 5%
- Presentaciones orales y debates: 20%
- Participación en clase y actitud: 5%

4.11. Atención a la diversidad

La atención a la diversidad son acciones fundamentales para ofrecer una educación inclusiva y adaptada a las distintas necesidades del alumnado, bajo el marco de la LOMLOE. En esta propuesta se contemplan medidas generales como ajustes metodológicos como el uso de apoyos visuales o la simplificación de enunciados y el uso de metodologías activas como el aprendizaje cooperativo y por proyectos. También se pueden realizar desdobles o agrupamientos flexibles para facilitar una atención más individualizada, especialmente para las sesiones de prácticas en el laboratorio (Rodríguez, 2023; Aunión, 2006).

En cuanto a la evaluación se aplicarán instrumentos variados como los informes, pruebas escritas y trabajos para valorar de forma integral las competencias. Para el alumnado con necesidades educativas especiales (NEAE) se podrán aplicar adaptaciones curriculares significativas y diseñar planes de trabajo individualizados, coordinados con especialistas para garantizar su acceso y participación en el currículo.

5. Análisis de los resultados

5.1. Evaluación del impacto de la propuesta en los estudiantes

Aunque esta propuesta didáctica no ha podido ser implementada en el aula el impacto que se espera en los estudiantes es positivo y bastante significativo debido a que la estructura de la propuesta que se centra en el desarrollo de las situaciones de aprendizaje busca generar un aprendizaje activo, autónomo y significativo.

Se espera que el alumnado tenga una mejora en la comprensión de los contenidos conceptuales que están relacionados con la unidad didáctica de la dinámica ya que

en comparación con las metodologías más tradicionales que están centradas en la exposición teórica y la memorización de fórmulas, esta propuesta estaba basada en actividades de indagación y argumentación que permiten que los estudiantes adquieran los conocimientos a través de los experimentos prácticos, el análisis de datos y resultados y la resolución de problemas reales. Además se prevé que los alumnos estén más motivados e implicados ya que al combinar las actividades prácticas, el trabajo en equipo, las actividades como los Kahoot y el uso de la tecnología combina diferentes estilos de aprendizaje fomentando un entorno participativo y puede ser beneficioso para mejorar el rendimiento académico y el clima en el aula.

En cuanto a las competencias clave definidas por la LOMLOE esta propuesta didáctica desarrolla la competencia STEM mediante el uso de métodos científicos, experimentación, la formulación de hipótesis, la recogida de datos y la construcción de modelos científicos. La competencia digital CD a través del uso de simuladores y herramientas TIC como PhET y Tracker para la simulación y el análisis de fenómenos físicos. La competencia personal, social y de aprender a aprender CPSAA mediante los procesos de autoevaluación, reflexión y planificación de estrategias propias de aprendizaje. Y la competencia lingüística CCL y la competencia emprendedora CE por el uso de la argumentación científica, la toma de decisiones, la exposición oral y la resolución de problemas reales.

Por lo que, esta propuesta se espera que mejore la comprensión de los conocimientos de la dinámica y desarrolle y adquiera las habilidades de indagación, argumentación y las imprescindibles para el desarrollo personal, académico y social de los estudiantes.

5.2. Dificultades y limitaciones encontradas

Aunque la propuesta didáctica tiene muchas ventajas pedagógicas también se pueden prever algunas dificultades o limitaciones como la resistencia al cambio del alumnado, ya que estos están acostumbrados a las metodologías tradicionales basadas en la exposición de la teoría y la resolución de los ejercicios teniendo un papel más pasivo en su aprendizaje y pueden no encajar al principio estas dinámicas

más activas en las que desarrollen la indagación o el trabajo por proyectos. Otra limitación puede ser que como en el grupo de alumnos haya diversidad en cuanto a los conocimientos previos, competencias y estilos de aprendizaje puede ser difícil aplicar de forma homogénea las actividades y haya que adaptarlas.

El tiempo también puede ser una limitación debido a que estas metodologías activas requieren un número mayor de sesiones que las metodologías tradicionales y ajustar todos los contenidos y objetivos al calendario puede ser complicado. Además los recursos y materiales pueden ser limitados en el centro y algunas de las actividades haya que adaptarlas. Por último otra dificultad es la carga de trabajo del docente ya que para la preparación, el desarrollo y la evaluación de esta propuesta didáctica se necesita un mayor esfuerzo para la planificación y en el seguimiento individualizado del alumno.

5.3. Propuestas de mejora

Para poder disminuir o solucionar las dificultades y limitaciones explicadas en el apartado anterior se plantean una serie de estrategias de mejora y prevención para facilitar que la aplicación de esta propuesta didáctica sea más efectiva.

En primer lugar, se puede dedicar la primera sesión para explicar a los alumnos el nuevo enfoque metodológico así como sus objetivos y beneficios y diferencias con respecto a la enseñanza tradicional favoreciendo así la aceptación del cambio y proporciona seguridad sobre lo que se espera de ellos.

En cuanto a la gestión del tiempo, es recomendable dejar márgenes temporales entre los bloques temáticos para poder tener una flexibilidad en la temporalización y poder realizar ajustes en función del ritmo real del grupo. También es útil combinar las explicaciones teóricas con las actividades prácticas en la misma sesión para así optimizar el tiempo disponible y además poder reforzar la conexión entre los conceptos y su aplicación.

Pasando ahora a la atención a la diversidad, es recomendable realizar diferenciaciones y atender a la diversidad con actividades que incluyan tareas con diferentes niveles de dificultad, ofreciendo apoyos visuales y guías paso a paso y

plantear retos y actividades opcionales para los alumnos con un nivel más avanzado y mayor autonomía. Esto permite adaptar el aprendizaje sin renunciar a los objetivos comunes.

Si existieran restricciones o recursos limitados para los materiales, se pueden emplear recursos alternativos o de bajo coste, aunque los simuladores utilizados en la propuesta son gratuitos .

Por último, otra propuesta de mejora puede ser compartir la propuesta didáctica con otros docentes del departamento para favorecer una implementación más eficaz y sostenible, reducir la carga de trabajo individual y facilitar el intercambio de ideas.

6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar una propuesta didáctica de la unidad didáctica de la dinámica de la asignatura de física y química para el curso de 1º de bachillerato que esté basada en la enseñanza mediante metodologías activas e innovadoras que permitan que los alumnos adquieran de manera significativa todos los conceptos y puedan desarrollar las habilidades de indagación y argumentación científica y además esté enmarcada en el enfoque competencial que define la LOMLOE.

La planificación que se ha elaborado en la propuesta didáctica aborda los conceptos teóricos de la dinámica y busca además desarrollar las competencias clave en el alumnado mediante las situaciones de aprendizaje.

Esta propuesta se ha desarrollado por la necesidad de tener que transformar los modelos tradicionales de la enseñanza que están basados en el aprendizaje memorístico y desmotivador que no consiguen tener un aprendizaje significativo en el alumnado por un modelo que esté basado en metodologías innovadoras y activas que fomenten el pensamiento crítico, la resolución de problemas y conectar los conocimientos teóricos con la vida real. Además, los experimentos prácticos, las actividades de indagación, los debates argumentativos, las actividades de gamificación y el uso de las TIC permiten que los alumnos tengan un papel activo en su propio proceso de aprendizaje.

Aunque no se ha podido poner en práctica e implementar la propuesta didáctica en el aula se ha explicado el impacto que se prevé que tenga en los estudiantes así como las posibles dificultades y limitaciones de su aplicación y las medidas que pueden implementarse para resolver estos imprevistos. Se espera que esta propuesta tenga una respuesta positiva por parte del alumnado aumentando su motivación, implicación y la mejora de la comprensión de los conceptos de la dinámica.

Por lo que, esta propuesta puede ser un ejemplo de cómo desarrollar la enseñanza de la dinámica en la asignatura de física y química en bachillerato de una forma competencial que prepare al alumnado y lo ayude a superar la asignatura y además desarrolle las habilidades de indagación y argumentación científica así como prepararlos para enfrentarse a los retos científicos, tecnológicos y sociales de hoy en día.

6.1. Implicaciones educativas

La propuesta didáctica desarrollada en este trabajo tiene unas implicaciones educativas significativas no solo en la enseñanza de la Dinámica de la física y química en bachillerato sino que también en el desarrollo de un enfoque pedagógico que sea coherente con los principios competenciales mencionados en la LOMLOE. Cada una de las estrategias metodológicas y de evaluación planteadas en esta propuesta responden a los objetivos planteados y están apoyadas en las bases teóricas descritas en este trabajo.

En primer lugar, la estructura de la unidad didáctica planteada está diseñada para poder alcanzar el objetivo general de fomentar un aprendizaje significativo de la dinámica a través de la indagación y la argumentación científica así como el desarrollo de estas habilidades. Como se menciona en el marco teórico de este trabajo, la indagación permite que los alumnos puedan construir el conocimiento mediante la observación, la formulación de hipótesis, la realización de experimentos y la interpretación de los datos y este enfoque se ve reflejado en las prácticas de laboratorio planteadas y en las actividades de resolución de problemas reales que no solo refuerzan y asientan los contenidos conceptuales si no que desarrollan las habilidades científicas clave.

Asimismo, la argumentación, también explicada en el marco teórico del trabajo, se incorpora en la propuesta mediante los debates, presentaciones orales y la justificación de los resultados experimentales que refuerzan la competencia comunicativa, promueven la capacidad de razones, evaluar evidencias y tomar decisiones cumpliendo con los objetivos específicos relacionados con el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de aplicar el método científico.

Además, las metodologías activas utilizadas han sido elegidas no solo por su efectividad demostrada, sino también porque permite atender a la diversidad del alumnado y estimular su motivación para tener así un aprendizaje profundo y duradero (Arrieta et al., 2024; Vila et al., 2022).

En cuanto a la evaluación, la combinación formativa, sumativa, la autoevaluación y la coevaluación que se detalla en la propuesta está alineada con lo que se propone en el marco teórico, en el que se defiende la necesidad de no valorar solo el producto final sino también el proceso, las competencias desarrolladas y la reflexión del alumno sobre su propio aprendizaje (Cristóbal y García, 2013).

En resumen, la propuesta además de responder a los requerimientos curriculares y pedagógicos actuales ofrece un modelo de enseñanza replicable, innovador y centrado en el alumno y puede llegar a tener un impacto transformador en el modelo de enseñanza de las ciencias.

6.2. Líneas futuras de investigación e intervención

El desarrollo de esta propuesta didáctica abre varias líneas futuras de investigación e intervención para mejorar su futura aplicación. En primer lugar, sería validar la propuesta en un aula real, debido a que no se ha podido implementar todavía, permitiendo así poder recoger datos cuantitativos y cualitativos sobre su eficacia en relación con los términos de comprensión de los contenidos de la unidad, la motivación del alumnado y el desarrollo de las competencias para poder modificar la propuesta si fuese necesario y fundamentarla con las evidencias.

También se puede realizar una comparación entre los resultados obtenidos utilizando esta metodología y los alcanzados con metodologías más tradicionales para

así poder resaltar las ventajas específicas de las metodologías activas en la enseñanza de contenidos complejos.

Otra propuesta de línea de investigación sería adaptar la propuesta didáctica a otros niveles educativos como por ejemplo a 4º de ESO ajustándola a los conceptos del curso pero siempre manteniendo los principios de indagación y argumentación científica como ejes metodológicos y objetivos de desarrollo.

Por último, una cuarta línea de investigación podría ser diseñar una versión interdisciplinar en la que se puedan integrar contenidos de otras asignaturas como tecnología o matemáticas abordando temas comunes pero desde diferentes ángulos de visión lo que puede llegar a tener una comprensión más global del conocimiento alineándose con la necesidad de formar ciudadanos capaces de abordar problemas complejos desde distintas perspectiva como marca la LOMLOE.

Esta propuesta es una base que tiene flexibilidad y está abierta a nuevas aplicaciones, evaluaciones y mejoras que contribuye a la mejora y avance de la enseñanza de las ciencias desde un perspectiva activa, competencial e inclusiva que con estas líneas futuras de investigación se muestra que no es un producto cerrado.

7. Referencias bibliográficas

Sardà Jorge, A. y Sanmartí Puig, N. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. UAB . (2000). Enseñar a Argumentar Científicamente: Un reto de las clases de Ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 18(3),405-422.
<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n3/02124521v18n3p405.pdf>

Cristobal Tembladera, C.M y García Poma, H.A. Huancayo – Perú (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. Horizonte de la Ciencia (Vols. 3- 5, pp 99-104) FE-UNCP/ISSN 2304 – 4330

Gobierno de Cantabria (2022). Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. In Boletín Oficial De Cantabria.

Gobierno de España. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2023). Competencias clave en Bachillerato según la LOMLOE.
<https://educagob.educacionfpydeportes.gob.es/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/bachillerato/competencias-clave.html>

Rafaella Bello, M.I y Gamboa Graus, M.E. Universidad Autónoma de Guerrero y Universidad de la Tunas (2024) Revitalizando la Física en la Educación Media Superior: enfoque innovador basado en la resolución de problemas y prácticas de ejercicios. Didasc@lia: Didáctica y Educación (Vol 15, nº 1, pp 184-214) ISSN-e 2224-2643

Aramendi Jauregui, P. Arburua Goinetxe, R.M. y Buján Vidales, K. (2018). El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria. Revista de Investigación Educativa, 36(1), 109-124.DOI:
<http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.1.278991>

Pérez Quintanal, F. (2023). Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 20(2).

https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201

Open LMS. (2023). Educación basada en competencias: cómo aplicarla. Open LMS.

<https://www.openlms.net/es/blog/recursos/educacion-basada-en-competencias-como-aplicarla/>

Sosa, J. A. y Dávila, D. T. (2019). La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. *Educación y Ciencia*, (23), 605–624.

<https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2019.23.e10275>

Isabel Rovira Salvador. (2017). El Modelo de Kolb sobre los 4 estilos de aprendizaje.

Portal Psicología y Mente. <https://psicologiaymente.com/desarrollo/modelo-de-kolb-estilos-aprendizaje>

Espinoza Freire, E. E. (2020). La argumentación científica una herramienta didáctica. *Uniandes Episteme*, 8(1), 106-121.

Pérez, J. M. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas: aplicación en un ambiente real de aprendizaje. *Revista Criterios*, 26(2), 13-33.

Fernández Martínez, M. García Sánchez J-N. de Caso Fuertes, A. Fidalgo Redondo, R. Arias Gundín, O. (2005) El aprendizaje basado en problemas: revisión de estudios empíricos internacionales. *Revista de Educación*, 341 | Ministerio De Educación, Formación Profesional Y Deportes. <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2006/re341/re341-17.html>

Silva Alcalde, F. (2020). Aprendizaje Basado en la Indagación: pedagogías emergentes. *EDUCACION* 3.0.

<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/aprendizaje-basado-en-la-indagacion/>

Llorente Segura, P. (2016). Efecto de las prácticas experimentales en el aprendizaje y motivación de los alumnos para la asignatura de química de primer curso de Bachillerato. In Universidad Internacional de La Rioja, Máster De Formación De Profesorado De Secundaria – Especialidad Física Y Química [Thesis]. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3594/LLORENTE%20SEGURA%20C%20PATRICIA.pdf?sequence=1>

Tapia, P. T. C., Soria, J. E. Y., Vásquez, M. C. S., Robayo, D. a. C., & Mercedes, S. M. C. (2023). Evaluación formativa y sumativa en el Proceso Educativo: Revisión de Técnicas Innovadoras y sus efectos en el Aprendizaje Del Estudiante. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), 2002–2018. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5450

Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios (CEDEC). (s.f.). Recursos: Guías. INTEF. <https://cedec.intef.es/recursos/?buscador=guias>

GARCÍA MARTÍNEZ, M. (2022). Propuesta didáctica para trabajar contenidos de Física y Química mediante la realización de actividades prácticas. UAH. Máster en formación del profesorado especialidad física y química. https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/54275/TFM_Garcia_Martinez_2022.pdf

Muñoz-Campos, V. Franco-Mariscal, A.J. y Blanco-López, A. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 17(3), 3201. Universidad de Cádiz. APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3201 <http://reuredc.uca.es>

Bermúdez Mendieta, J. (2021). El aprendizaje basado en problemas para mejorar el pensamiento crítico: revisión sistemática. Innova Research Journal, 6(2), 77-89. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n2.2021.1681>

Arrieta, J., Hernández, R. y Casas, J. (2024). Aprendizaje basado en problemas: una ruta para el desarrollo de competencias científicas en el laboratorio de química orgánica. *Praxis*, 20 (3), 494-512.

Vila Tura, L. Márquez Bargalló, C. Oliveras Prat, B. (2023). Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 20, núm. 1. Universidad de Cádiz. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334007>

Rodríguez González, S. (2023). Programación de la enseñanza de la física y química de 1º de bachillerato en el marco normativo de la LOMLOE. Trabajo Fin de Máster. Universidad de la Laguna.

Aunión, J. A. (2006). Aragón divide las clases en las materias principales para reforzar a los alumnos. *El País*. https://elpais.com/diario/2006/09/18/educacion/1158530403_850215.html

Anexos**Anexo 1. Actividad inicial**

Actividad inicial

Nombre: _____**Fecha:** _____**Actividad:**

Imagina que estás en un autobús en movimiento y este frena bruscamente. ¿Qué ocurre con tu cuerpo? ¿Por qué?

Respuesta:

Actividad grupal:

En equipos hay que escribir ejemplos de movimientos que observéis en vuestra vida cotidiana y responder a la siguiente pregunta: ¿Qué fuerzas creéis que están implicadas?

Situación cotidiana	Movimiento observado	Fuerzas implicadas

Anexo 2. Práctica. Estudio de la inercia en diferentes superficies

Práctica. Estudio de la inercia en diferentes superficies

Objetivo: Comprobar que un objeto continúa en movimiento si no actúan fuerzas externas (fricción).

Materiales: Carritos, cronómetros, metro, masas, dinamómetros, superficies lisas y rugosas, ordenadores con simulador PhET.

Procedimiento: En primer lugar se colocará un carrito sobre una superficie lisa y se empujará ligeramente. Se tendrá que medir el tiempo que tarda en detenerse y luego repetirlo sobre una superficie rugosa. Se repetirá con variaciones en la masa del carrito añadiéndole pesos y se registrarán en todo momento los tiempos y la distancia recorrida. Se tendrán que calcular las velocidades promedio en cada situación. Los resultados se tendrán que comparar con simulaciones en PhET “Fuerzas y movimiento”

Informe de prácticas: En el informe de prácticas se tendrá que recoger, en primer lugar antes de realizar la práctica, la reflexión argumentada sobre la hipótesis: ¿qué ocurrirá en cada superficie?. Se recogerá todo el desarrollo de la práctica el procedimiento, materiales, objetivo y resultados y además realizar una reflexión sobre las dificultades encontradas a la hora de realizarla, las conclusiones argumentadas científicamente haciendo evidencia a los modelos teóricos y las evidencias y responder a las siguientes cuestiones: ¿Qué demuestra esto sobre la inercia? ¿En qué se parece y en qué se diferencia el simulador con el experimento real con carritos? ¿Qué ventajas tiene la simulación para estudiar fuerzas?

Anexo 3. Práctica. Análisis de la fuerza de fricción en plano inclinado

Práctica. Análisis de la fuerza de fricción en plano inclinado

Objetivo: Analizar la fricción que actúa sobre un objeto en movimiento en un plano inclinado.

Materiales: Plano inclinado, dinamómetro, carrito, cronómetro, metro, transportador de ángulos.

Procedimiento: En primer lugar se debe medir el ángulo de inclinación del plano inclinado y registrarlo. Una vez medido se colocará el carrito en la parte superior del plano inclinado y se soltará registrando el tiempo que tarda en recorrer una distancia determinada que también habrá que medirla con el metro. Se repetirá la medición para una superficie lisa (sin fricción) y una superficie rugosa (con fricción) y se utilizará el dinamómetro para medir la fuerza que se opone al movimiento.

Una vez realizada la práctica se tendrán que calcular las aceleraciones y fuerzas de fricción.

Informe de prácticas: En el informe de prácticas se tendrá que recoger todo el desarrollo de la práctica el procedimiento, materiales, objetivo y resultados y además realizar una reflexión sobre las dificultades encontradas a la hora de realizarla, las conclusiones argumentadas científicamente haciendo evidencia a los modelos teóricos y las evidencias y responder de forma razonada a estas dos cuestiones:

- ¿Qué diferencia observas entre superficies?
- ¿Cómo afecta la fricción a la aceleración del objeto?

Anexo 4. Práctica. Segunda Ley de Newton

Práctica. Segunda Ley de Newton

Objetivo: Verificar la segunda Ley de Newton $F=ma$

Materiales: Carritos, cronómetros, metro, masas, dinamómetros.

Procedimiento: En primer lugar se colocará en el carrito una masa (cada vez que se vaya a comenzar el experimento hay que pesar todo el sistema). Se empujará el carrito con una determinada fuerza y se medirá el tiempo de recorrido de una distancia fija. Habrá que calcular la aceleración con los datos recogidos del experimento y la fuerza neta aplicando la segunda Ley de Newton. Realizar el proceso con diferentes masas y cambiando la intensidad de la fuerza.

Informe de prácticas: En el informe de prácticas se tendrá que recoger todos los resultados, comparaciones, procedimientos, objetivos de forma razonada y argumentada científicamente con el uso de las palabras adecuadas y basándose siempre en evidencias prácticas y los modelos teóricos. Se tendrá que hacer una comparación de los diferentes casos y representar gráficamente F vs a .

Anexo 5. Acción y reacción con globos propulsados

Práctica. Acción y reacción con globos propulsados

Objetivo: Observar la tercera Ley de Newton.

Materiales: Globos, hilo, pajitas, cinta adhesiva, cronómetro, metro

Procedimiento: En primer lugar se deberán cortar las pajitas y pasar el hilo por el medio que deberá ponerse tensando entre dos puntos fijos. Se inflará el globo sin atar y se pegará con cinta adhesiva a la pajita, situando todo el sistema en un extremo del hilo para que al soltarlo se desplace a lo largo del hilo. Al soltar el globo hay que medir el tiempo de recorrido, la distancia total recorrida y la velocidad estimada. Hay que repetir con globos de distintos tamaños o inflados a diferentes presiones para ver las variaciones.

Informe de prácticas: En el informe de prácticas se tendrá que recoger todos los resultados, comparaciones, procedimientos, objetivos de forma razonada y argumentada científicamente con el uso de las palabras adecuadas y basándose siempre en evidencias prácticas y los modelos teóricos. Se tendrá que hacer una reflexión sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Qué fuerza está impulsando al globo?
- ¿Cuál es la acción y cuál es la reacción?
- ¿Qué ocurre si se infla más o menos el globo?
- ¿Cómo se relaciona esto con el funcionamiento de un cohete?

Anexo 6. Conservación del momento lineal en colisiones

Práctica. Conservación del momento lineal en colisiones

Objetivo: Verificar de forma experimental la conservación de la cantidad de movimiento en distintos tipos de colisiones.

Materiales: Carritos, superficie lisa, masas, móvil, simulador Tracker, metro.

Procedimiento: En primer lugar se colocan dos carritos con masas conocidas y se diseñarán dos tipos de colisiones, una elástica donde los carritos rebotan tras el choque y una inelástica donde los carritos se quedan juntos tras chocar. Se tendrá que grabar el cada colisión desde una vista lateral fija con una referencia de escala visible (una regla). Una vez grabado se cargará el video en Tracker, marcando los puntos de referencia en los carritos y definiendo la escala del vídeo. Habrá que analizar el movimiento de ambos carritos antes y después del impacto obteniendo las velocidades instantáneas y extrayendo los datos de posición y tiempo. Calcular el momento total antes y después del choque.

Informe de prácticas: En el informe de prácticas se tendrá que recoger todos los resultados, comparaciones, procedimientos, objetivos de forma razonada y argumentada científicamente con el uso de las palabras adecuadas y basándose siempre en evidencias prácticas y los modelos teóricos. Se tendrá que hacer una reflexión sobre las siguientes cuestiones y elaborar una gráfica del momento antes y después para cada tipo de colisión:

- ¿Coinciden los resultados de la práctica con la simulación dentro del margen de error?
- Comenta posibles causas de discrepancia (rozamiento, errores de medición, desinformación de carritos, etc)

Anexo 7. Práctica. Empújame en patines

Práctica. Empújame en patines

Objetivo: Comprender la 3ª Ley de Newton.

Materiales: Patines, balanza, metro, móvil, cronómetro, ordenador

Procedimiento: En primer lugar se mide la masa de ambos alumnos y se situarán enfrentados sobre los patines. Uno de ellos tendrá que empujar suavemente al otro y ambos se separarán. Habrá que registrar el desplazamiento y el tiempo y se puede grabar en video para analizarlo después en Tracker. Repetir el experimento cambiando quién empuja a quién y anotar todos los datos (desplazamientos, tiempos, velocidades medias). Y por último hay que estudiar cómo se relacionan las masas y las velocidades en función de la acción y la reacción.

Informe de prácticas: En el informe de prácticas se tendrá que recoger todos los resultados, comparaciones, procedimientos, objetivos de forma razonada y argumentada científicamente con el uso de las palabras adecuadas y basándose siempre en evidencias prácticas y los modelos teóricos. Se tendrá que hacer una reflexión sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Quién se desplaza más rápido? ¿Por qué?
- ¿Qué fuerza realiza cada uno sobre el otro?
- ¿Cómo se representa aquí la tercera ley de Newton?
- ¿Cómo afecta que uno tuviera más masa que el otro?
- ¿Cómo supiste si el momento se conservó?
- ¿Qué relación ves entre la tercera Ley de Newton y la vida cotidiana?
- ¿Cómo podrías mejorar la precisión del experimento?

Ampliación con Tracker:

La ampliación de la práctica es grabar el experimento y analizar el movimiento de ambos alumnos utilizando el simulador Tracker. Hay que marcar los puntos y generar las gráficas de velocidad-tiempo y verificar que las fuerzas entre ambos son iguales y opuestas a partir de las masas y las aceleraciones.

Evaluación:**Rúbrica del informe de prácticas:**

	Excelente	Bien	Aceptable	Insuficiente
Registro de los datos precisos				
Análisis correcto del momento				
Argumentación científica basada en evidencias y modelos teóricos				
Uso adecuado de Tracker				
Presentación oral estructurada				

Autoevaluación (evaluar del 1-5):

	Puntuación
He comprendido cómo se conserva la cantidad de movimiento	
He aprendido a utilizar Tracker para el análisis físico	
He participado activamente en el trabajo experimental	
He contribuido a la discusión de resultados y conclusiones	
He realizado una argumentación clara y científica basada en las evidencias y los modelos teóricos estudiados	

Coevaluación:

Compañero evaluado: _____

	Excelente	Bien	Aceptable	Insuficiente
Participación				
Apoyo al grupo				
Claridad en la exposición				
Análisis de datos				

Anexo 8. Proyecto final – La dinámica en el mundo real

Proyecto final – La dinámica en el mundo real

Guía del proyecto

Título del proyecto: _____

Integrantes del grupo: _____

Fase 1: Elegir una situación cotidiana que tenga relación con la dinámica y las fuerzas, formular una o varias preguntas investigables y elaborar una hipótesis que relacione variables físicas.

Fase 2: Diseño experimental. Diseñar las variables, cómo se medirán los datos, que materiales son los necesarios y elaborar un esquema del proceso de la práctica.

Fase 3: Realización del experimento.

Fase 4: Análisis de los resultados, representaciones gráficas de los datos, cálculo de las variables físicas, comparación con la hipótesis inicial y reflexión sobre la validez y fiabilidad del experimento.

Fase 5: Presentación del informe. Tendrá que ser un informe que tenga el título del proyecto, objetivos e hipótesis, materiales y procedimiento, datos y análisis de los resultados, conclusiones y anexos con las fotos, gráficas, etc.

Fase 6: Defensa oral: Se realizará una presentación oral con una duración entre 5-7 minutos donde todos los integrantes deben intervenir.

Rúbrica del proyecto:

	Excelente	Bien	Aceptable	Insuficiente
Claridad en la hipótesis y los objetivos				
Diseño riguroso del experimento				
Recogida y tratamiento de datos				
Argumentación clara y científica en las conclusiones				
Uso de tecnologías (Tracker, gráficas, etc)				
Calidad de la presentación oral				
Trabajo cooperativo y reparto de tareas				
Uso de la indagación científica para el				

desarrollo del proyecto				
Argumentación basándose en las evidencias y modelos teóricos				

Autoevaluación (evaluar del 1-5)

	Puntuación
He participado activamente en todas las fases del proyecto	
He aprendido a diseñar y realizar un experimento completo	
He comprendido mejor las leyes e Newton aplicadas a la vida real	
Me he sentido parte importante del grupo	
Me he expresado con claridad en la presentación	
He utilizado y desarrollado la habilidad de indagación científica en el desarrollo del proyecto	
He argumentado de manera clara y científica basándome en las evidencias y los modelos teóricos	

Coevaluación entre compañeros (evaluar del 1-5):

Nombre del compañero: _____

	Puntuación
Participación	
Trabajo en equipo	
Argumentación	
Colaboración	
Claridad en la exposición	

Anexo 9. Guiones para los debates científicos

Guiones para los debates científicos

Debate 1: ¿Es siempre más fuerza igual a más aceleración?

Formato: Debate en dos equipos

Equipo A: Sí, más fuerza implica siempre más aceleración

Equipo B: No, depende de otras variables

Se tendrán 15 minutos para la preparación del debate donde se tendrá que indagar y buscar ejemplos reales, usar fórmulas y las leyes de Newton. Cada equipo deberá preparar una introducción, tres argumentos, un ejemplo y una conclusión argumentada científicamente basada en evidencias y los modelos teóricos.

Una vez realizada la preparación se realizará el debate de forma estructurada con los siguientes tiempos:

- Introducciones (1 min / equipo)
- Argumentos (3 min / equipo)
- Réplica (1 min / equipo)
- Conclusiones (1 min / equipo)

Debate 2: ¿La tercera ley de Newton se aplica en el espacio?

Equipo A: No Equipo B: Si

La preparación y realización del debate sigue la estructura del debate 1

Rúbrica

	Excelente	Bien	Aceptable	Insuficiente
Claridad del discurso				
Uso de evidencias				
Escucha activa				
Relevancia de ejemplos				
Indagación científica				
Argumentación clara y científica				
Conclusiones basadas en las evidencias y modelos teóricos				
Argumentación basándose en las evidencias y modelos teóricos				

Actividad final individual. Reflexionar acerca de estas cuestiones:

- ¿Qué he aprendido al escuchar a otros?
- ¿Qué argumento fue el más convincente y por qué?

Anexo 10. Guiones para simulaciones con PhET y Tracker

Guiones para simulaciones con PhET y Tracker

Simulación PhET.

Acceso: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>

Actividad 1:

Se tendrá que explorar el módulo Fuerzas del simulador PhET y colocar un objeto en el plano al cual se le colocará una fuerza con el control deslizante y observar el movimiento. Añadir fricción y repetir modificando. También las variables.

Se tendrá que rellenar la siguiente tabla:

Masa (kg)	Fuerza aplicada (N)	Fricción	Aceleración (m/s ²)

¿Qué ocurre cuando se igualan la fuerza aplicada y la fricción? ¿Qué cambia al aumentar la masa?

Actividad 2:

Se Interpretará experimentalmente las leyes de Newton en distintos contextos configurando una escena con dos objetos conectado en donde se aplicarán fuerzas y se analizará el movimiento.

¿Qué ley de Newton explica el movimiento que observas? ¿Cómo varía la aceleración si cambias la masa?

Simulación Tracker.

Actividad 1:

Se analizará experimentalmente el movimiento de caída libre y las colisiones para determinar la aceleración de la gravedad o comprobar la conservación de la cantidad de movimiento. Para ello se grabará un video de una pelota cayendo o dos carritos chocando. Se tendrá que cargar el video en Tracker, marcar los puntos del movimiento y el simulador generará una gráficos $x-t$, $v-t$, $a-t$. Una vez se tengan los resultados, se analizará y compararán con los modelos teóricos.

Se recogerá todo en un informe que deberá tener captura de pantalla, cálculos, procedimientos y conclusiones argumentadas científicamente.

Anexo 11. Actividades de repaso

Actividades de repaso

Actividad 1: Crear un mapa conceptual por parejas que relacione:

- Las tres Leyes de Newton
- Fuerzas
- Cantidad de movimiento y conservación de la cantidad de movimiento.
- Aplicaciones

Actividad 2: Se presentarán 5 retos, que serán fichas con problemas, pistas y códigos relacionados con:

- Cálculo de la aceleración en un sistema de poleas
- Identificación de fuerzas de un choque
- Análisis de un choque (conservación del momento)
- Preguntas tipo test de razonamiento
- Análisis de un experimento grabado

Se trabajará por grupos para descubrir una clave final.

Reto 1: Un bloque A de 2 kg está unido mediante una cuerda a otro bloque B de 1 kg que cuelga por una polea sin fricción. Calcula la aceleración del sistema para obtener una letra de la clave.

Reto 2: Se observará un video del choque entre dos carritos y se tendrán que identificar las fuerzas que actúan durante el impacto, dibujar los vectores de acción y reacción y clasificar el tipo de colisión. Responde correctamente a las 3 para obtener una letra de la clave.

Reto 3: Dos carritos, uno de 0.5 kg y otro de 1kg colisionan frontalmente. Antes del choque, el primero iba a 1 m/s y el segundo estaba en reposo. Después del choque, se mueven juntos. Calcula el momento inicial del sistema, determina la velocidad final

común y verifica si se conserva la cantidad de movimiento. Responde correctamente a las 3 para obtener una letra de la clave.

Reto 4: Responde a las siguientes preguntas tipo test:

- Si un cuerpo no cambia su estado de movimiento, ¿qué podemos decir de la fuerza neta sobre él?
 - A. Está acelerado
 - B. Está en equilibrio
 - C. Tiene masa negativa
- ¿Qué ocurre si duplicamos la masa manteniendo la misma fuerza aplicada?
 - A. Se duplica la aceleración
 - B. La aceleración se reduce a la mitad
 - C. La velocidad es constante

Si ambas respuestas son correctas se obtendrá una letra de la clave.

Reto 5: Se observará un video de la práctica realizada “Empújame en patine” y se tendrá que responder estas cuestiones de forma razonada, con una argumentación científica basada en las evidencias y los modelos teóricos:

- Quién se mueve más rápido
- Relación entre las masas
- Aplicación de la tercera ley de Newton

Si el razonamiento relaciona correctamente la fuerza, masa y aceleración se obtendrá la última letra de la clave.

Una vez se tengan todas las letras habrá que ordenarla para formar una palabra y conseguir la recompensa final.

Anexo 12. Autoevaluación final de la unidad didáctica ‘Dinámica’

Autoevaluación final de la unidad didáctica ‘Dinámica’

Parte 1: Valoración personal (puntuar del 1 = nada de acuerdo, al 5 = totalmente de acuerdo)

	Puntuación
He comprendido las Leyes de Newton y su aplicación	
He sido capaz de resolver problemas y experimentos por mí mismo/a	
Me he implicado activamente en las actividades de grupo	
He mejorado mi capacidad de argumentar con base científica	
He aprendido a utilizar herramientas digitales	
He disfrutado aprendiendo física en esta unidad	
He mejorado mi capacidad de indagación científica	

Parte 2: Cuestionario de opinión sobre la unidad didáctica

1. ¿Qué actividad o práctica te ha ayudado más a entender los conceptos de dinámica? ¿Por qué?

2. ¿Qué parte de la unidad te ha resultado más difícil o confusa?

3. ¿Qué mejorarías de esta unidad para que fuera más útil y motivadora?

4. ¿Cómo valoras el uso de simuladores y la realización de prácticas?

5. ¿Recomendarías este enfoque a otros cursos? ¿Por qué?

Parte 3. Valoración del modelo de aprendizaje utilizado. Marca con una X lo que más ha contribuido a tu aprendizaje:

☐ Las explicaciones teóricas del profesor/a ☐ Las prácticas de laboratorio

☐ Las simulaciones digitales ☐ El trabajo cooperativo

☐ Las presentaciones orales y debates científicos

☐ El proyecto final

Anexo 13. Rúbrica evaluación argumentación científica

Rúbrica evaluación: habilidad de argumentación científica

Nivel	Claridad en la tesis	Uso de evidencia	Coherencia en el razonamiento	Lenguaje científico
Excelente	Presenta una tesis clara y precisa	Usa múltiples datos relevantes y precisos	El razonamiento sigue una secuencia lógica impecable	Uso preciso y variado del vocabulario científico
Bien	Presenta una tesis clara	Usa datos relevantes	Razonamiento mayormente lógico, con leves omisiones	Lenguaje mayormente científico
Aceptable	La tesis es poco clara o ambigua	Usa algunos datos, pero sin conexión clara	Presenta saltos o errores lógicos	Usa algunos términos científicos básicos
Insuficiente	No presenta una tesis clara	No usa evidencia o es irrelevante	El razonamiento no es coherente	Uso incorrecto/ ausente lenguaje cient

Anexo 14. Rúbrica evaluación indagación científica

Rúbrica evaluación: habilidad de indagación científica

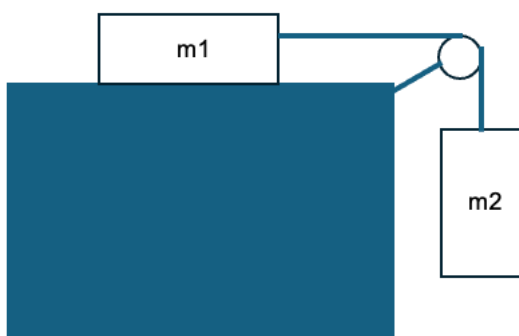
Nivel	Formulación de hipótesis	Diseño experimental	Registro y análisis de datos	Interpretación y conclusiones
Excelente	Hipótesis clara, verificable y bien fundamentada	Diseño detallado y replicable con control de variables.	Registro riguroso y análisis estadístico o gráfico pertinente	Conclusiones sólidas basadas en los datos y conectadas con la hipótesis
Bien	Hipótesis clara y coherente	Diseño correcto con variables básicas controlada	Registro ordenado y análisis adecuado	Conclusiones acordes a los resultados
Aceptable	Hipótesis vaga o poco justificable	Diseño incompleto o poco riguroso	Registro parcial o incompleto	Conclusiones poco fundamentadas o sin conexión clara
Insuficiente	No se plantea una hipótesis válida	Diseño incorrecto o ineficaz	Datos desordenados o ausentes	Conclusiones erróneas o inexistentes

Anexo 15. Examen de evaluación de la unidad didáctica de “Dinámica”**Examen de evaluación de la unidad didáctica de “Dinámica”**

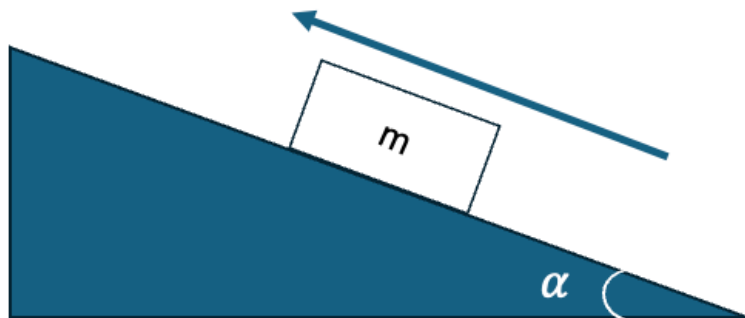
Nombre _____

Fecha _____ Curso _____ Nota _____

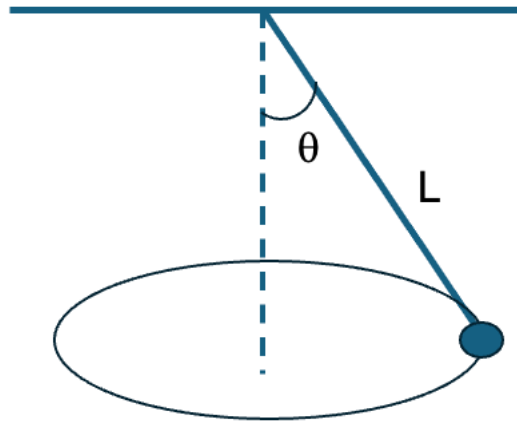
- 1) Un ascensor de 500 kg está sujeto por un cable de acero. Calcula la tensión que soporta cuando:
- a. Sube con una aceleración de 0.5 m/s^2 **(0.5 puntos)**
 - b. Sube con velocidad constante de 2 m/s **(0.5 puntos)**
 - c. Baja con una aceleración de 0.2 m/s^2 **(0.5 puntos)**
- 2) En la figura se representa un cuerpo de 8 kg que es arrastrado por otro de 2kg que cuelga de una polea. El coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie es de 0.2.
- a. Representa todas las fuerzas que actúan sobre el sistema. **(0.5 puntos)**
 - b. Calcula la aceleración con que se mueve el sistema suponiendo que la masa de la cuerda es despreciable. **(1 punto)**
 - c. Calcula la tensión de la cuerda. **(1 punto)**



- 3) Un proyectil de 10g incide perpendicularmente con una velocidad de 400 m/s sobre un bloque de madera de 3,990 kg que se encuentra en reposo.
- Si el proyectil se incrusta en el bloque, ¿con qué velocidad se mueve el conjunto bloque-proyectil? **(1 punto)**
 - Si el proyectil rebota sin perder velocidad, calcula el impulso que recibe el bloque durante el choque. **(1 punto)**



- 4) Se lanza un bloque de 2 kg con una rapidez de 3 m/s por un plano inclinado 30° . El coeficiente de rozamiento es de 0.3. Representa claramente las fuerzas que actúan sobre el bloque y calcula la altura a la que asciende. **(2 puntos)**
- 5) Una piedra atada a una cuerda de longitud L gira describiendo un círculo horizontal de 20 cm de radio. La cuerda forma un ángulo de 30° con la vertical. Representa claramente todas las fuerzas que actúan sobre la piedra y calcula la velocidad de la piedra. **(2 puntos)**



- 6) Algunas personas afirman que los objetos más pesados caen más rápido que los ligeros. A partir de los principios de la dinámica y la experiencia científica, ¿cómo responderías a esta afirmación? Justifica tu respuesta utilizando conceptos científicos y apoyándote en los modelos teóricos. (1 punto)
- 7) Imagina que quieres comprobar experimentalmente si el coeficiente de rozamiento entre un bloque y una superficie cambia con la velocidad. (1 punto)
- ¿Qué procedimiento seguirías para llevar a cabo esta investigación?
 - ¿Qué variables controlarías y cuáles medirías?
 - ¿Qué conclusión podrías sacar si el coeficiente se mantiene constante?