



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso

Quintanal Pérez, Felipe

Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 2, 2023
Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956008>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201

Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso

Problem based learning for Physics and Chemistry of High school. A case study

Felipe Quintanal Pérez
Seminario de Ciencias y Tecnología, Colegio marista La
Inmaculada. Granada, España
felipeqp@maristasmediterranea.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2291-341X>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956008>

Recepción: 07 Junio 2022
Revisado: 21 Octubre 2022
Aprobación: 13 Noviembre 2022

RESUMEN:

El presente trabajo es resultado de la implementación del proyecto *Dinflux*, realizado con alumnos de Física y Química de 1º de Bachillerato y la investigación efectuada. Los objetivos principales han sido el desarrollo de las competencias básicas y el impulso al aprendizaje significativo de dicha materia. La metodología seguida ha consistido en el desarrollo del proyecto y en el diseño de una encuesta de percepción estudiantil. El resultado más relevante ha sido la valoración elevada de todas las tareas planteadas. Como conclusión principal se revela el potencial que presenta el aprendizaje basado en problemas (ABP) en el proceso de enseñanza–aprendizaje de los estudiantes. En el aspecto menos favorecedor, la necesidad de ampliar el ABP a más asignaturas y a una mayor continuidad para obtener beneficios en el desarrollo de las competencias.

PALABRAS CLAVE: Bachillerato, Física, Aprendizaje basado en problemas, Metodología activa.

ABSTRACT:

The present work is the result of the implementation of the *Dinflux* project, carried out with Physics and Chemistry students of 1st year of Baccalaureate and the research carried out. The main objectives have been the development of basic skills and the promotion of significant learning in this subject. The methodology followed has consisted in the development of the project and the design of a student perception survey. The most relevant result has been the high assessment of all the tasks proposed. As a main conclusion, the potential of problems based learning (PBL) in the teaching-learning process of students is revealed. In the least favorable aspect, the need to extend the PBL to more subjects and to a greater continuity to obtain benefits in the development of competences.

KEYWORDS: High school, Physics, Problem based learning, Activity methodology.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, se invoca el desarrollo del bien común; en muchos foros se discute de forma maniquea y se aplaude todo lo relacionado con la solidaridad; por lo que los modelos didácticos de enseñanza–aprendizaje deben ser contemplados de una manera más amplia y no pueden quedar reducidos a preparar y superar pruebas académicas. Por la misma razón, la educación no debe quedar reducida exclusivamente a una finalidad propedeútica o de formación para alcanzar unas cotas laborales determinadas.

De acuerdo con Boss *et al.* (2015), Ferreiro (2006), Oliveras *et al.* (2018) y Sevillano (2005), se pueden enunciar los siguientes retos didácticos a los que se enfrenta la educación: variación en la misión de la escuela, énfasis del aprendizaje frente a la enseñanza, autorregulación del propio proceso de aprendizaje, currículum flexible y contextualizado, ubicación del centro del proceso de enseñanza–aprendizaje en el alumno, fomento del mundo interior y del pensamiento crítico del alumno, nueva visión de la calidad educativa alejada de la óptica instrumental actual, desarrollo de la capacidad de construcción de conocimiento por parte del alumno,

arraigo de la evaluación docente externa e interna, desarrollo de la autonomía personal, de la capacidad crítica y de la cooperación, establecimiento de la formación por competencias e inclusión de la tecnología en el aula.

Por tanto, para este mundo voluble, líquido y flexible en el que nos movemos, se hace inevitable una reforma didáctica construida en base a los modelos didácticos emergentes, también conocidos como metodologías activas o modelos alternos. La Tabla 1 recoge una síntesis de los modelos didácticos emergentes más importantes.

TABLA 1
Modelos didácticos emergentes destacados

MODELOS DIDÁCTICOS EMERGENTES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Modelo sistémico (Pérez, 1985).	La escuela se considera como un sistema y, por tanto, también el aula. Esta se considera como un sistema complejo, constituida por elementos humanos y materiales que interactúan con los sistemas que constituyen su contexto, produciéndose un intercambio continuo de elementos materiales, energías e informaciones.
Integración de los modelos socio-comunicativo y colaborativo (Heinemann, 1980; Jacobs, Lee y Ball, 1997).	Las acciones comunicativas son la expresión del pensamiento y la acción, por lo que la atmósfera de la enseñanza se concreta en las formas de actuar y decidir que hacen del lenguaje el eje que vertebra la acción comunicativa. Permite al docente escoger las tareas más relevantes para su alumnado que le posibilite avanzar en las relaciones sociales y ayuden a generar conocimientos nuevos por descubrimiento junto a sus compañeros, por lo que precisa complementarse con la dimensión colaborativa.
Modelos didácticos alternos o integradores (Stem y Huber, 1997; Carroll, 1963; Cazden y Titone, 1986).	A través de los cuales se efectúa un análisis crítico de la realidad educativa en los que se insertan y se orientan hacia una intervención que favorezca un cambio en todos los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje y en el propio sistema educativo. Los tipos más importantes son el modelo activo situado, el aprendizaje para el dominio, el modelo contextual, el modelo colaborativo, la investigación en la escuela, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y conectivismo (e-learning y modelo tecnológico didáctico).

Elaborado a partir de Sevillano (2005), López Meneses (2008), Hernández y Guárate (2017).

Esto nos conduce a la pregunta fundamental de la investigación: ¿el uso de alguno de estos modelos emergentes, en concreto el ABP, puede mejorar el aprendizaje competencial y curricular de nuestros alumnos? De ahí que orientaremos la investigación hacia la mejora de las competencias y del aprendizaje significativo de la parte de la asignatura estudiada.

Por ende, los objetivos que se plantean para este proyecto, relacionados con la mejora del aprendizaje competencial y curricular, son:

- El desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la Física que permita tener una visión global de esta ciencia.

2. Aplicar conceptos, leyes, teorías y modelos aprendidos a situaciones de la vida cotidiana.

3. Desarrollar un pensamiento crítico, analizando, comparando hipótesis y diversas teorías contrapuestas.
4. Utilizar destrezas investigadoras documentales de manera autónoma.
5. Emplear los procedimientos científicos para la resolución de problemas: búsqueda de información, descripción, análisis y tratamiento de datos, formulación de hipótesis, diseño de estrategias de contraste, elaboración de conclusiones y comunicación de estas a los demás haciendo uso de las nuevas tecnologías.
6. Familiarizarse con el vocabulario científico para poder emplearlo de manera habitual al expresarse en el ámbito científico.
7. Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
 - Mejorar el aprendizaje significativo de la Física y Química.
 - Desarrollar un mayor compromiso del alumnado con la asignatura mencionada.
 - Favorecer el aprendizaje cooperativo.
 - Conocer la visión del alumnado sobre el proyecto realizado en base a la vivencia experimentada durante su realización.

Este problema planteado puede ser interesante para comprobar mejoras en la enseñanza–aprendizaje de la Física y Química, además de animar a otros investigadores a profundizar en este campo de la Didáctica de las ciencias experimentales. Todo ello dentro de un contexto determinado como ha sido la realización de la investigación en un centro concertado y comprendiendo una parte de la asignatura como ha sido la Dinámica; por tanto, el proyecto se considera iniciático.

MARCO TEÓRICO

El aprendizaje basado en problemas

Hacia una definición

Las primeras noticias sobre el ABP hacen referencia a la década de los 70 del siglo XX en la facultad de Medicina de la Universidad de McMaster (Canadá) en la que se introduce esta nueva forma de aprender relacionando la enseñanza de la Medicina con los casos prácticos a los que se enfrentará en la práctica el futuro médico. Los buenos resultados obtenidos de esta praxis educativa favorecieron su rápida expansión hacia otras áreas de la Medicina y, por extensión, hacia otras universidades y otras áreas diversas.

Autores como Villalobos *et al.* (2016) y Espinoza (2018) consideran el ABP como una metodología de aprendizaje en la cual el alumno es el centro de su propio aprendizaje, mientras que el profesor se convierte en el orientador de ese proceso. Dicha metodología se enfoca hacia el desarrollo de competencias y habilidades trasladable al desarrollo profesional mediante la resolución de problemas.

Otros autores como Olivares y Heredia (2012) o Palacios y Barreto (2021) lo consideran como una técnica didáctica que sirve como alternativa al método tradicional, basada en la resolución de problemas relacionados con la vida corriente y caracterizados por no presentar una única forma de solución, lo que contribuye al desarrollo de las competencias genéricas del estudiante.

También se puede considerar el ABP como «un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos» (Barrows, 1996, p. 3).

Por otra parte, se considera que «el aprendizaje basado en problemas representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en aspectos muy diversos» (Prieto, 2006, p. 186).

Independientemente de cómo se considere el ABP según las definiciones expuestas, los puntos comunes de estas son lo más interesante, es decir, se trata de la resolución de un problema, original, que necesita de la búsqueda de datos para su resolución y de naturaleza divergente, es decir, que no hay un único camino de solución. Además, el ABP conduce al alumnado a “aprender a aprender”, trabajando de manera cooperativa para buscar soluciones a los retos planteados, adaptándose a los cambios y favoreciendo el espíritu crítico (Margetson, 1994).

Aunque se trata de una metodología empleada principalmente en la enseñanza superior, es conveniente intentar usar sus beneficios para la didáctica de las ciencias en etapas educativas básicas, a pesar de que la bibliografía en estos contextos es exigua. Se puede citar el abordaje del ABP utilizando el diagrama heurístico como una de las investigaciones pioneras e interesantes en estas etapas (Pérez–Campillo y Chamizo, 2013).

Fases del ABP

- Diseño del problema: es el punto crítico del sistema. Debe contemplar las siguientes variables: relevancia, que oriente a los alumnos hacia la importancia que tiene para que estos aprendan las cuestiones específicas del curso en el que se presenta y su conexión con la vida real; cobertura, por la cual el problema ha de guiar a los estudiantes a buscar, estudiar y aplicar la temática que la unidad didáctica debe entregarles; complejidad, el problema debe exigir el planteamiento de varias hipótesis y su posterior comprobación.

- Aplicación de la estrategia: se puede seguir el modelo clásico del ABP o modelo en siete pasos de Maastricht (Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007; Schmidt, 1983). Este consiste en:

1. Aclarar conceptos y términos: se trata de clarificar aquellos términos no entendibles o excesivamente técnicos para todos los miembros del grupo.

2. Definir el problema: se trata de un primer intento de identificar el problema. Posteriormente, se podrá volver a esta fase si se considera necesario.

3. Analizar el problema: mediante una lluvia de ideas se proponen todos los conocimientos que se tienen sobre la problemática propuesta. Interesa más la cantidad de ideas que su veracidad.

4. Sistematizar y organizar las ideas anteriores: se trata de realizar un resumen metódico, resaltando las conexiones existentes entre las ideas propuestas en el paso anterior.

5. Formular objetivos de aprendizaje: se decide qué aspectos del problema deben ser investigados y comprendidos mejor, constituyendo sus objetivos de aprendizaje.

6. Buscar información y estudiar de forma personal: se distribuyen los objetivos de aprendizaje o los trabajan todos dependiendo del acuerdo al que lleguen con el profesor, estudiando la información que les falta.

7. Discutir y reunir la información: se sintetiza la información recogida y se extraen las conclusiones pertinentes.

Generalmente, los pasos uno a cinco se realizan en una sesión con el profesor. El paso seis se realiza personalmente en dos o tres clases y el paso siete en una sesión conjunta con el profesor.

Ventajas y desventajas del ABP

La Tabla 2 recoge de manera resumida las ventajas más importantes del ABP.

TABLA 2
Ventajas del ABP en el proceso de aprendizaje del alumno

VENTAJAS	DESCRIPCIÓN
Mayor motivación de los estudiantes.	Se implican más en su proceso de aprendizaje al observar cómo interacciona este con la realidad.
Un aprendizaje más significativo.	Proporciona utilidad y sentido a lo que se aprende al conectarlo con la realidad.
Amplificación de las habilidades de pensamiento.	La dinámica del ABP y el hecho de encarar los problemas desarrollan el pensamiento creativo y crítico.
Ampliación de las habilidades de aprendizaje.	Se promueve la observación sobre el proceso de autoaprendizaje y la evaluación de este comprobando la producción de estrategias para definir el problema, la recogida de información para resolverlo, el análisis de datos, la construcción de hipótesis y la evaluación del proceso completo.
Integración de un modelo de trabajo.	El ABP conduce a los alumnos al aprendizaje de contenidos de manera semejante a la que emplearán en situaciones futuras, favoreciendo la comprensión frente a la memoria.
Mayor acumulación de información.	Al enfrentarse los alumnos a situaciones reales, el aprendizaje es más significativo y ello hace que recuerden la información más fácilmente.
Posibilita la integración del conocimiento.	El conocimiento de varias disciplinas es necesario para resolver el problema, por lo que el aprendizaje sucede de manera dinámica y global.
Mayor perdurabilidad de las habilidades desarrolladas.	Al incentivar el aprendizaje autodirigido, los alumnos mejoran sus capacidades de investigación y de estudio de manera independiente, lo que les permitirá afrontar cualquier obstáculo futuro, teórico o práctico, a lo largo de su vida.
Aumento de su autodirección.	Los alumnos asumen la responsabilidad de su aprendizaje y de la selección de recursos que necesitan para su investigación.
Ampliación de la comprensión.	Deben entender el problema para su resolución, usando adecuadamente sus habilidades y conocimiento.
Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.	La metodología del ABP demanda la interacción con los integrantes del grupo, favoreciendo aspectos como la dinámica de grupos, la coevaluación y la presentación y defensa del trabajo realizado.
Actitud automotivada.	Al enfrentarse a situaciones reales, aumenta la atención y motivación, lo que les ayuda a continuar con su aprendizaje fuera de la escuela.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) (2005).

En la Tabla 3 se presentan las desventajas más habituales del ABP.

TABLA 3
Dificultades principales del ABP

DESVENTAJAS	DESCRIPCIÓN
Transición difícil.	Al modificar el paradigma educativo el cambio no es sencillo, ni rápido, lo que implica un cambio de perspectiva de los alumnos y del profesor, asumiendo responsabilidades y realizando acciones no habituales en el aprendizaje usual.
Modificación curricular.	Al trabajar en base a problemas, se pueden abordar desde diferentes enfoques y asignaturas, por tanto, se requiere el análisis de los contenidos de diferentes cursos y asignaturas y, por ende, una modificación del currículo para evitar duplicidades.
Demanda de más tiempo.	Se requiere de más tiempo para conseguir los aprendizajes de los alumnos, para el planteamiento de los problemas por parte del docente, así como la atención y retroalimentación de los alumnos.
Es más costoso.	Se necesitan fuentes de información fiables, amplias y de fácil acceso tanto para alumnos como para profesores. Además, mayor tiempo para conseguir los objetivos de aprendizaje y más recursos.
La evaluación.	Los estudiantes están acostumbrados a las técnicas tradicionales, por lo que les resultará difícil comprender la necesidad de la autoevaluación y de la coevaluación.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) (2005), Escribano y Del Valle (2015).

Marco educativo legal

En este epígrafe se fundamenta curricularmente la intervención efectuada dentro del escenario educativo legal vigente en el momento de ser realizada.

La Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE) ha intentado promover las competencias como eje vertebrador del sistema educativo español y ha pretendido replantear los modelos de enseñanza al completo. Se ha intentado que los alumnos salten del «saber» al «saber hacer», del «aprender» al «aprender a aprender» para que, una vez terminada la etapa de enseñanza obligatoria, el alumno haya alcanzado una serie de competencias que le permitan incorporarse con éxito a la vida adulta y al mercado laboral.

En el anexo II de la Orden ECD/65/2015 se detallan sugerencias para posibilitar el desarrollo de estrategias metodológicas que permitan trabajar por competencias en el aula. Se puede considerar como una guía sobre las posibles transformaciones del sistema educativo español en el cual es preciso el cambio del papel del alumno, el empleo de metodologías activas en el aula, como el ABP, y el aprendizaje cooperativo, el compromiso de los profesores en la generación de materiales y recursos, sobre todo para atender a la diversidad, y la cooperación entre docentes. Resalta claramente que el aprendizaje basado en proyectos es una metodología que permite conseguir las competencias básicas y aprender de forma significativa a los alumnos, por lo que, aunque algunos objetivos de aprendizaje cambien, se mantiene la conexión directa con el currículo.

Concreción educativa en la Comunidad Autónoma de Andalucía

La Orden de 14 de julio de 2016, que establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, ahonda en el aprendizaje basado en competencias. Detalla, además, que la materia de Física y Química, como disciplina científica que es, debe dotar al alumno de las herramientas particulares que le permitan afrontar el futuro con garantías. Se acomete desde un enfoque en el que el profesorado deberá conducir al estudiante, no solo en la adquisición de conocimientos, sino también en el desarrollo de las habilidades y destrezas propias del trabajo investigador; debiendo fomentar la creatividad y la curiosidad con el objetivo de promover actitudes positivas hacia la ciencia y el trabajo científico.

Para que esto sea posible, procurará actividades que analicen entornos reales en los que el alumnado, partiendo de los conocimientos aprendidos, sea capaz de explicarlas. La realización de pequeños proyectos de investigación y trabajo de laboratorio serán actividades clave que el alumnado deberá desarrollar para favorecer su aprendizaje autónomo y comprender el significado de la ciencia. Se trata de que aprenda haciendo, que extraiga sus propias conclusiones y llegue por sí mismo a una concepción científica del mundo que le rodea, pudiendo aportar una explicación de lo estudiado más formal.

El ABP propuesto se refiere al bloque siete, Dinámica, del currículo vigente en su momento para Física y Química de 1º de Bachillerato y en él se trataron los criterios de evaluación 1, 2, 7 y 8:

- Identificar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.
- Resolver situaciones desde un punto de vista dinámico que involucran planos inclinados y/o poleas.
- Asociar el movimiento orbital con la actuación de fuerzas centrales y la conservación del momento angular.
- Determinar y aplicar la ley de Gravitación Universal a la estimación del peso de los cuerpos y a la interacción entre cuerpos celestes teniendo en cuenta su carácter vectorial. (Orden del 14 de julio, 2016).

Competencias clave

Se considera que «las competencias clave son aquellas que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo» (Real Decreto 1105/2014, 2015).

La LOMCE incluye las competencias clave como elemento curricular sobre el cual pivota todo el proceso de enseñanza en la etapa obligatoria y en Bachillerato.

En línea con la Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, este real decreto se basa en la potenciación del aprendizaje por competencias, integradas en los elementos curriculares para propiciar una renovación en la práctica docente y en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Real Decreto 1105/2014, 2015).

«Se identifican siete competencias clave esenciales para el bienestar de las sociedades europeas, el crecimiento económico y la innovación, y se describen los conocimientos, las capacidades y las actitudes esenciales vinculadas a cada una de ellas» (Real Decreto 1105/2014, 2015).

METODOLOGÍA

Organización del caso estudiado

Se desarrolló un estudio no experimental, basado en un enfoque cuantitativo. El tipo de investigación fue transversal con un alcance exploratorio y descriptivo.

Competencias clave trabajadas

La Tabla 4 muestra las competencias clave ejecutadas en el proyecto realizado con los alumnos.

TABLA 4
Competencias clave y su aportación con el ABP efectuado.

COMPETENCIA CLAVE	CONTRIBUCIÓN DEL ABP
Comunicación lingüística.	Se trabajó a lo largo de todo el proyecto, pues al ser un trabajo cooperativo, los alumnos debieron leer y entender la teoría, así como los enunciados de los problemas, resolver por escrito las tareas propuestas y culminaron con la exposición realizada en vídeo.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.	Debido a la naturaleza de la asignatura fueron las más desarrolladas. Los alumnos las trabajaron mediante la asimilación de la teoría explicada y la resolución de problemas. Además, se complementó mediante el uso de diferentes herramientas tecnológicas a lo largo del proyecto.
Competencia digital.	Fue gestionada mediante el uso de la plataforma Teams, reproductores de vídeo, simulaciones en línea y la elaboración final de contenidos digitales.
Aprender a aprender.	Los alumnos se convirtieron en protagonistas de su propio aprendizaje y aprendieron haciendo. La metodología seguida favoreció su autonomía para completar las tareas encomendadas.
Competencias sociales y cívicas.	Se implementaron mediante el trabajo cooperativo, respetando los derechos y criterios de sus compañeros y eliminando cualquier tipo de discriminación.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.	Debieron ser capaces de analizar, planificar, organizar y gestionar las diversas tareas propuestas, actuando de forma creativa y teniendo iniciativa para ello.
Conciencia y expresiones culturales.	Fundamentalmente la trabajaron mediante el visionado de vídeos de películas, expresiones del séptimo arte, y de la conciencia existente tras estos.

Elaboración propia

Organización del proyecto

Se implementó el ABP durante el mes de mayo, pues se apostó porque el alumno ya hubiese adquirido los conocimientos básicos mediante la metodología convencional, con objeto de que el ABP estuviese más centrado en temáticas más aplicadas; lo que no implica que este se pueda usar sin el apoyo de esta metodología tradicional.

Se le designó como proyecto *Dinflex* (Dinámica y Netflix) y, con la estética de este último, se mostraban cinco módulos presentados mediante cinco fragmentos de series o películas. En cada sección aparecía el fragmento seleccionado inicialmente, una presentación sobre los contenidos que se iban a trabajar y una tarea aplicada y relacionada con estos. La Figura 1 muestra un ejemplo de una de las secciones del proyecto.



FIGURA 1
Vista de la sección Dinámica del proyecto *Dinflux*

La Tabla 5 expone las tareas propuestas en el proyecto *Dinflux*.

TABLA 5
Secciones y tareas formuladas en el ABP

TAREA	TÍTULO DE LA SECCIÓN	VÍDEO ASOCIADO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
1	Estática	El tirón de Hércules	En la prueba citada del programa “The Titan Games” los concursantes intentan tirar un cilindro con todas sus fuerzas. Esto permite proponer tres problemas sobre composición de fuerzas.
2	Peso y Fg	Mars 2020	El vídeo introduce la misión aludida y favorece presentar tres problemas relacionados con el peso y la fuerza gravitatoria.
3	Leyes de Newton	Newton en el espacio	El clip de vídeo introductorio da paso a un cuestionario de 10 preguntas sobre las leyes de Newton aplicadas a pequeñas secuencias de películas.
4	Otras fuerzas	Flash. Force!	Se presenta el tema de la velocidad del sonido en el vídeo. Ello desemboca en la realización de una simulación sobre el rozamiento y la elaboración del correspondiente informe de laboratorio.
5	Dinámica	Légolas inclinado	La tarea consiste en buscar una secuencia donde aparezca un objeto deslizándose por un plano inclinado, medir su ángulo mediante una aplicación, redactar un problema relacionado con la secuencia escogida, resolverlo y presentar todo en un vídeo.

Elaboración propia

Los alumnos se asociaron en grupos cooperativos informales y dispusieron de cinco sesiones, correspondientes a la asignatura de Física y Química, para la realización del ABP, siguiendo el modelo en siete pasos descrito en el marco teórico, adaptado a las circunstancias temporales que se dieron (organización colegial), lo que obligó a comprimir algunos pasos del método.

El profesor se aseguró que seguían dicho modelo en el trabajo de los equipos cooperativos y resolvió todas las dudas surgidas en los diferentes grupos, aunque procurando ser lo menos directivo posible, exceptuando la tarea cinco en la que se supervisó el fragmento de vídeo escogido y el texto del problema elaborado, con objeto de que no realizasen un trabajo baldío.

Evaluación

Se evaluaron dos aspectos diferentes del proyecto *Dinflux*. Por un lado, el proceso de aprendizaje efectuado durante las sesiones grupales que fue evaluado por el profesor mediante observación y por los alumnos mediante los ítems 13 y 14 del cuestionario que rellenaron al término del proyecto.

Por otro lado, mediante los productos obtenidos al realizar las diversas tareas propuestas, que se valoraron mediante las rúbricas correspondientes y que conllevaron sus posteriores retroalimentaciones. La Tabla 6 muestra qué elaboraciones debían efectuar los estudiantes.

TABLA 6
Producciones asociadas a las tareas del proyecto *Dinflux*

TAREA	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
1	Resolución de tres problemas propuestos sobre composición de fuerzas.
2	Selección del módulo de carga del <i>Perseverance</i> , razonar si dicho módulo soportaría esa carga hasta abandonar el campo gravitatorio terrestre y extrapolar estos resultados a una posible misión a Júpiter.
3	Solución al cuestionario propuesto de 10 preguntas sobre las leyes de Newton.
4	Realización de un informe de laboratorio de las simulaciones efectuadas sobre la fuerza de rozamiento.
5	Elaboración de un vídeo que recoja una secuencia de película, videojuego, serie, etc., que contenga un movimiento de deslizamiento sobre un plano inclinado, la determinación del ángulo de este, el enunciado de un problema con dos apartados basado en dicha secuencia y su resolución.

Elaboración propia

Adicionalmente, se realizó una actividad individual que consistió en un examen sobre los contenidos tratados, con objeto de comprobar la adquisición de conocimientos.

Procedimiento

La ejecución del proyecto supuso una innovación metodológica en el desarrollo de la asignatura respecto a la metodología tradicional utilizada hasta ese momento en el curso 2020–2021. Se realizó durante el mes de mayo del curso citado y siguiendo la organización expuesta anteriormente en el apartado de metodología, subapartado contexto.

Adicionalmente, se pretendió conocer también la visión y reacción de los alumnos ante el uso de esta metodología activa.

Instrumento para la recogida de datos

Para la recogida de datos de este estudio se escogió el modo de encuesta de valoración estudiantil. Para la encuesta mencionada se diseñó un cuestionario que constaba de 14 ítems en escala tipo Likert (1, valor mínimo, a 5, valor máximo) y una pregunta adicional de respuesta libre (cf. Anexo I). Los principios usados para conocer la percepción estudiantil han sido la idoneidad de las tareas desarrolladas, con seis ítems; la utilidad de éstas, con cinco ítems; la valoración del aprendizaje cooperativo, con dos ítems y la competencia digital, con un ítem.

En el diseño del cuestionario se procedió a fraccionar la recogida de información en cuatro categorías, que se recogen en la Tabla 7.

TABLA 7
Categorías y ejemplos de ítems asociados en el cuestionario suministrado al alumnado

CATEGORÍAS	EJEMPLOS
Percepción del estudiante sobre las tareas realizadas	Valora la tarea dos (Mars 2020)
Utilidad y aplicación de dichas tareas	Me parece útil usar simulaciones (tarea cuatro)
Valoración sobre las diferentes aplicaciones informáticas usadas	¿Qué te han parecido las diferentes aplicaciones informáticas usadas?
Estimación global del trabajo y el del equipo en el que había colaborado cada participante	Valora el trabajo de los otros miembros del grupo
Ítem libre	Nos interesa mejorar el proyecto <i>Dinflux</i> . Destaca qué te ha gustado más, lo que menos y cómo se puede mejorar

Elaboración propia

La consistencia del cuestionario se concretó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach con la ayuda de la suite ofimática Office 16 (Excel), obteniéndose un valor de 0,93, muestra de una consistencia interna excelente. En cuanto a su fiabilidad, se determinó mediante prueba piloto, que fue la que lo validó.

Una vez completado el proyecto se les pasó una semana más tarde, por escrito y en el aula, el cuestionario creado, disponiendo de un tiempo que osciló entre los 30 minutos que emplearon los alumnos más ágiles y los 40 minutos que utilizaron los más reflexivos.

Con las respuestas recolectadas se procedió posteriormente a la aplicación de las herramientas estadísticas oportunas para su representación y para la elaboración de los estadísticos descriptivos más importantes.

RESULTADOS

En la Figura 2 se presentan las medias obtenidas sobre la valoración aportada por los estudiantes para las tareas realizadas y la dificultad del proyecto, pertenecientes a la primera categoría señalada anteriormente.

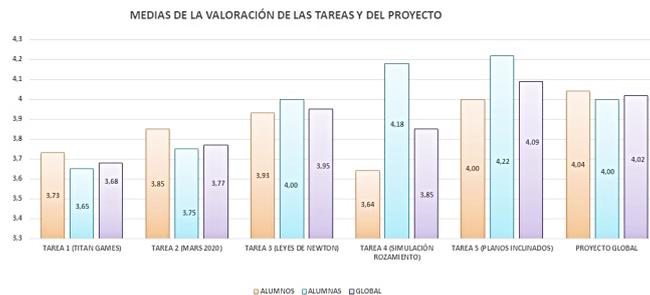


FIGURA 2

Valoración media por sexo e íntegramente de las tareas y del proyecto en conjunto

Como se puede deducir de los resultados representados en la Figura 2, se observa que las tareas realizadas han sido evaluadas con etiquetas que oscilan entre buena y muy buena, y en algunos casos se encaminan hacia el excelente. Las más valoradas han sido las tareas tres, sobre las leyes de Newton, y la tarea cinco, sobre planos inclinados. La que menos, aunque con una valoración superior a buena, ha sido la tarea uno, Titan Games. Por sexo, las alumnas no coinciden en sus apreciaciones con los alumnos, valorando de manera más alta las tareas tres y cinco, y de manera más baja, la tarea uno. En el caso de los alumnos, solo valoran ligeramente por encima de las alumnas las tareas uno y dos. Con respecto a la valoración global del proyecto es muy buena, 4,02, destacando ligeramente la de los alumnos, 4,04, sobre la de las alumnas, 4,00.

En la Figura 3 se presentan las medias obtenidas sobre la valoración aportada por los estudiantes a la utilidad de las tareas realizadas, pertenecientes a la segunda categoría del cuestionario.



FIGURA 3

Valoración media, por sexo y general, sobre la utilidad y aplicación de las tareas efectuadas

De la Figura 3 se infiere que la utilidad y aplicación de las tareas realizadas han sido evaluadas con etiquetas que oscilan entre muy buena y excelente. Las más valoradas fueron las tareas empleadas como repaso de conceptos y aplicaciones concretas (tareas uno y tres) y la tarea dos que se considera útil por su relación con la actualidad. Por sexo, las alumnas valoran más la utilidad y aplicación de las tareas que sus homólogos masculinos. Lo que menos valoran es la utilidad de la simulación efectuada (tarea cuatro) y la redacción y resolución de un problema de plano inclinado basado en alguna situación cinematográfica. Según las aportaciones del ítem último, que era voluntario, se expresa que la dificultad mayor que se encontraron fue la búsqueda de una situación cinematográfica que recogiese un plano inclinado.

En la tercera categoría del cuestionario, la valoración de las aplicaciones informáticas empleadas fue de muy buena, rozando la etiqueta de excelente. La media global obtenida fue de 4,13, siendo más alta para las alumnas, 4,21, que, para los alumnos, 4,07, aunque constatamos que la diferencia no es significativa. Creemos que las alumnas han sido más benévolas y maduras al juzgar las aplicaciones utilizadas que los alumnos, cuya actitud ha sido más proclive al deslumbramiento por parte de las aplicaciones propuestas.

En la cuarta y última categoría, la valoración de los estudiantes sobre su trabajo y el de los compañeros del grupo fue excelente. Así, la media global obtenida fue de 4,31 y de 4,29, respectivamente. Por sexo, los alumnos consiguieron una media de 4,21 y de 4,14, respectivamente, mientras que las alumnas valoraron con una media de 4,47 y de 4,58, respectivamente. Llama la atención que los alumnos se autovaloran de

manera más alta así mismos que a sus compañeros, mientras que en el caso de las alumnas es al revés. Esto nos plantea la cuestión de si las alumnas tienen una autoestima más baja que los alumnos, sintiéndose más cómodas trabajando en cooperativo.

Se debe recordar que, al ser una muestra pequeña, hay que tomar con precaución los resultados obtenidos a la hora de efectuar una generalización de estos, ya que son aplicables a este estudio en concreto.

Por último, en el ítem de redacción libre varios de ellos expresaron lo que más le gustó, lo que menos y algunas sugerencias para una posible mejora. A modo de ejemplo:

«La buena organización grupal. Buscar información relacionada con los temas dados, viéndolos y aplicándolos más allá de los problemas del libro y la cantidad de situaciones a las que se puede aplicar. Lo que menos, el tiempo, ya que era un poco justo y más, estando de exámenes» (Estudiante 1).

«Lo que más me ha gustado es que lo que estudiamos se aplica a situaciones de cine o series que hoy en día las consumimos mucho. El trabajo en sí no tiene ningún problema o aspecto negativo, el problema es que se juntó con todos los exámenes y estaba bastante agobiada» (Estudiante 32).

«Lo que más me ha gustado ha sido el formato del trabajo (como si fuera Netflix)» (Estudiante 9).

«Ha estado súper chulo trabajar con aplicaciones de simulaciones y buscar vídeos. Lo único malo es que se tarda mucho en hacerlo, pero me ha gustado» (Estudiante 25).

Se comprueba que, por los buenos resultados proporcionados por los alumnos, se ha cumplido con el primer objetivo de la investigación realizada, conseguir un aprendizaje más comprometido y motivante de la asignatura mediante el aprendizaje cooperativo, así como el segundo, conocer la visión del alumnado sobre las tareas desarrolladas, las aplicaciones informáticas usadas y el trabajo cooperativo efectuado.

La valoración del educador destacó, como beneficios destacados del proyecto, el incremento del interés del alumnado, verificado en la mejora del rendimiento académico obtenido en la realización de la actividad individual (examen de contenidos), así como un avance en la independencia de los alumnos y de su responsabilidad, una evolución positiva en la adhesión interna de los equipos cooperativos y un impulso del aprendizaje significativo de estos, observado durante el desarrollo del final de curso.

CONCLUSIONES

Según la situación de la enseñanza actual de la Física y Química,

Sería muy conveniente que los materiales y métodos utilizados para presentar los contenidos generasen una conexión entre la realidad y la abstracción, mientras que las estrategias implementadas deberían favorecer el aprendizaje, reconociendo al estudiante como alguien capaz de organizarse y dirigirse. Es por tal motivo por el cual los docentes se deberían apoyar en estrategias donde los discentes desempeñen un papel activo tanto para afrontar las situaciones planteadas, como para integrar conceptos y conclusiones o para proponer alternativas (Quintanal, 2017, p. 125).

Además,

La comunidad educativa trata de introducir, cada vez más, las metodologías activas y cooperativas en las aulas, y el aprendizaje basado en proyectos se está consolidando como una de las metodologías más empleadas y valoradas. Esta metodología apuesta por un rol más activo del alumnado y por una modificación del rol del profesorado (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010), y es coherente con las líneas marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), tendentes a sustituir un modelo de formación centrado en el profesorado por otro más centrado en el estudiante, que incremente su motivación. (Alcober *et al.*, 2003; Ausín *et al.*, 2016; Garrigós y Valero-García, 2012; Simó *et al.*, 2016, citados en Aguirregabiria y García-Olalla, 2020, p. 5).

Se puede verificar, según las valoraciones efectuadas por los estudiantes, la satisfacción general por el proyecto realizado, destacando la diversidad de tareas efectuadas y la utilidad de estas, así como de las aplicaciones informáticas empleadas. La versatilidad del proyecto y la utilización de una metodología activa frente a una metodología tradicional pueden ser las causas que expliquen esta satisfacción generalizada.

Se destaca también la valoración que realizan del trabajo cooperativo, lo que se puede interpretar positivamente como indicativo de que estos alumnos han usado esta metodología en etapas anteriores y que su experiencia en este sentido es buena.

Por otro lado, se debe tener en cuenta la opinión del alumnado con objeto de mejorar la implementación del proyecto, pues en el ítem de libre redacción, varios de ellos expresaron que, al realizarse durante el mes de mayo, el tiempo fue un factor limitante y, por tanto, fue un factor estresante. De ahí que pueda ser una medida correctora implementar el ABP en otro momento del curso o adjudicar más tiempo para su realización.

Por tanto, el diseño e implementación del proyecto *Dinflux* se puede considerar un éxito, permitiendo la realización material de una actividad participativa y motivante, empleando medios informáticos, desarrollando el trabajo cooperativo y usando los conocimientos aprendidos en situaciones próximas a su realidad. Además, se debe recordar que durante la realización del ABP y para no impedir el avance de los grupos en la realización de sus tareas, se les orientó cuando lo solicitaron mediante la intervención y orientación del profesor en las sesiones presenciales de clase o virtualmente mediante el chat de *Teams*, lo que favoreció la aplicación del pensamiento crítico para llegar a las soluciones adecuadas a las tareas propuestas.

Desde el punto de vista del docente se destaca el gran reto que supuso realizar una experiencia como la descrita, aunque extremadamente beneficiosa. No obstante, se detectaron ciertas dificultades e inconvenientes que describimos a continuación:

- El gran número de alumnos, que dificultó la supervisión de algunos aspectos importantes de la metodología ABP como la tutoría de los alumnos, el control del trabajo individual o la revisión de las tareas con objeto de proporcionar la retroalimentación adecuada en tiempo y forma.
- La limitación encontrada para valorar las contribuciones individuales de los estudiantes en el trabajo cooperativo, por lo que se otorgó una puntuación global a todos los miembros del grupo en la realización de las tareas propuestas.
- El problema que encontraron algunos alumnos para completar sus tareas y redactar los productos solicitados en horario extraescolar.
- El gran esfuerzo que se pedía a los estudiantes de resolver las tareas propuestas en el tiempo concedido y cuya cantidad fue imposible de aumentar.

Además de los inconvenientes y dificultades expuestas anteriormente, se deben señalar como limitaciones importantes del ABP propuesto y de la investigación efectuada:

- La gran cantidad de tiempo que invirtió el profesor para la implementación del ABP expuesto en este artículo.
- La ausencia de presentación de los productos elaborados por los grupos de trabajo al resto de los estudiantes y, lógicamente, la evaluación de esta.
- La carencia de peso de la evaluación efectuada por los discentes en la evaluación del proyecto desarrollado, que recayó totalmente en el profesor.
- La falta de evidencias científicas sobre la consecución del desarrollo de las capacidades propuestas en los objetivos y asociadas a la ejecución del ABP, que podría soslayarse incorporando un grupo control e incluyendo medidas objetivas del aprendizaje de los alumnos.
- Para un futuro próximo se hace necesaria la extensión de este estudio de caso a una población mayor, así como una mayor profundización en este campo que, dentro del ámbito de Física y Química y en el nivel de 1º de Bachillerato, presenta actualmente pocas investigaciones.

Por último, se debe indicar que sería muy adecuado favorecer la continuidad de los alumnos en el uso de la metodología ABP, así como una implementación en un mayor número de asignaturas con objeto de conseguir una adecuada consecución de competencias como el trabajo autónomo o el cooperativo (Valero y Navarro, 2008).

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo I. Ítems del cuestionario de percepción estudiantil utilizado en la investigación, exceptuando la parte socioacadémica. (pdf)

AGRADECIMIENTOS

A Iris Morey Serra, profesora del IES Son Rullan, por haber compartido su proyecto en redes sociales, por haber compartido su material con el autor y por haberle dado permiso para usarlo en la publicación de este artículo. A los estudiantes de la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato del curso 2020–21 del colegio marista La Inmaculada de Granada, por su disponibilidad y participación.

REFERENCIAS

- Aguirregabiria, F. Javier y García-Olalla, A. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 5–24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2717>
- Alcober, J., Ruiz, S. y Valero, M. (2003). Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003). XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú. <http://hdl.handle.net/2117/350331>
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de Innovación Docente desde las *Aulas Universitarias*. *Formación Universitaria*, 3(9), 31–38.
- Barrows, H. (1996). Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview en L. Wilkerson y W. H. Gijsselaers (Ed.), *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*, (pp. 3–12). Jossey-Bass Publishers. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>
- Boss, S., Larmer, J. y Mergendoller, J. (2015). *PBL for 21st century success: teaching critical thinking, collaboration, communication, and creativity*. Buck Institute for Education.
- Escribano, A. y Del Valle, Á. (2015). *El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Narcea.
- Espinoza, E. E. (2018). Presencia de los métodos problémicos en la educación básica. *Mendive. Revista de Educación*, 16(2), 262–277.
- Ferreiro, R. (2006). El reto de la educación del siglo XXI: la generación N. *Apertura*, 6 (5), 72–85. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68800506.pdf>
- Garrigós, J. y Valero-García, M. (2012). Hablando sobre aprendizaje basado en proyectos con Julia. *Revista de Docencia Universitaria-REDU*, 10(3), 125-151. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6017>
- Hernández, C. y Guárate, A. (2017). *Modelos didácticos para situaciones y contextos de aprendizaje*. Narcea.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM (2005). *El Aprendizaje Basado en Problemas como Técnica Didáctica*. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica.
- Ley Orgánica 8/2013. Para la mejora de la calidad educativa. 9 de diciembre de 2013. Boletín Oficial del Estado, 295.
- López Meneses, E. (2008). *Análisis de los modelos didácticos y de las estrategias de enseñanza en Teleformación: diseño y experimentación de un instrumento de evaluación de las estrategias de enseñanza de cursos telemáticos de formación universitaria* [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla].
- Margetson, D. (1994). Current educational reform and the significance of problem-based learning. *Stud Higher Edu*, 19, 5 –19.
- Moust, J. H. C., Bouhuijs, P. A. J. y Schmidt, H. G. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: guía del estudiante*. Servicio de publicaciones de la UCLM.

- Olivares, S., y Heredia, Y. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 759–778.
- Oliveras, B., Sanmartín, N. y Simón, M. (2018). Retos de la educación secundaria actual. *Aula de secundaria*, 25, 29–32. <https://consejoescolar.educacion.navarra.es/web1/wp-content/uploads/2018/02/1425.pdf>
- Orden de 14 de julio de 2016 [Consejería de Educación]. Por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 145, 220–543.
- Orden ECD/65/2015. Por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. 21 de enero de 2015. *Boletín Oficial del Estado*, 25.
- Palacios, J. B., y Barreto, G. I. (2021). Breve análisis de los métodos empleados en la enseñanza de la historia en educación básica. *Sociedad & Tecnología*, 4(1), 65–73.
- Pérez–Campillo, Y. y Chamizo, J. A. (2013). El abp y el diagrama heurístico como herramienta para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciência & Educação*, 19(3), 499–516.
- Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas, revista de Ciencias Humanas y Sociales*. 64(124), 173–196.
- Quintanal, F. (2017). Estudio de caso con estudiantes de física y química de bachillerato: estilos de aprendizaje, ciencia y publicidad. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 10 (20), 106–130. <https://doi.org/10.55777/rea.v10i20.1059>
- Real Decreto 1105/2014. Por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. 26 de diciembre de 2014. *Boletín Oficial del Estado*, 3.
- Rodríguez–Sandoval, E., Vargas–Solano, E. M. y Luna–Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia «aprendizaje basado en proyectos». *Educación y Educadores*, 13(1), 13–25. <https://doi.org/10.5294/edu.2010.13.1.1>
- Schmidt, H. G. (1983): Problem-based learning: rationale and description. *Medical Education*, 17, 11–16. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1983.tb01086.x>
- Sevillano, M. L. (2005). *Didáctica en el siglo XXI. Ejes en el aprendizaje y enseñanza de calidad*. Mc Graw Hill.
- Simó, Á., Ferreira, S. y Ortuño, P. (2016). Workshops interdisciplinares: implementación de metodologías de aprendizaje basado en proyectos y cooperativo. *Opción*, 32(10), 752–772. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5875194.pdf>
- Valero, M. y Navarro, J. J. (2008). La planificación del trabajo del estudiante y el desarrollo de su autonomía en el aprendizaje basado en proyectos en J. García (Ed.), *La metodología del aprendizaje basado en problemas*.
- Villalobos, V., Ávila, J. y Olivares, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas en Química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa. RMIE*. 21(69), 557–581.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Quintanal Pérez, 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), 2201. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201