



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas
Especialidad de Física y Química

Metodologías didácticas alternativas para un
docente de Física y Química

Alternative teaching methodologies for a
teacher of Physics and Chemistry

Autor

Javier Cadena Serrano

Director

Jorge Diego Lahoza Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN
2020

Índice

1.	Introducción.....	1
1.1.	Conocimientos y experiencias previas.....	1
1.2.	Por qué quiero ser docente.....	1
1.3.	Mi paso por el Máster de Profesorado.....	2
2.	Justificación de la selección de los proyectos incluidos en la memoria.....	5
2.1.	Aproximación teórica.....	5
2.2.	Objetivos de la memoria.....	8
2.2.1.	Objetivo general de la memoria.....	8
2.2.2.	Objetivos específicos de la memoria.....	8
2.3.	Contribución de los trabajos en alcanzar los objetivos.....	9
2.3.1.	Contribución del Proyecto Didáctico.....	10
2.3.2.	Contribución del Proyecto de Innovación Docente.....	11
3.	Presentación de los proyectos seleccionados.....	13
3.1.	Proyecto Didáctico (PD): Termodinámica desde la ecología.....	13
3.1.1.	Descripción.....	13
3.1.2.	Objetivos.....	14
3.1.3.	Secuenciación de actividades.....	15
3.1.4.	Propuesta de evaluación.....	16
3.1.5.	Perspectiva como alumno al final del Máster.....	17
3.1.6.	Propuesta de mejora.....	18
3.2.	Proyecto de Innovación Docente (PID): Uso de las TIC y la gamificación para la enseñanza del movimiento y las fuerzas.....	19
3.2.1.	Descripción.....	19
3.2.2.	Objetivos.....	21
3.2.3.	Secuenciación de actividades.....	21
3.2.4.	Propuesta de evaluación.....	23
3.2.5.	Perspectiva como alumno al final del Máster.....	24
3.2.6.	Propuesta de mejora.....	25
4.	Reflexiones.....	26
4.1.	Reflexión sobre los proyectos seleccionados.....	26
4.2.	Reflexión personal sobre la labor del docente.....	29
5.	Conclusiones.....	30
6.	Bibliografía.....	31
	Anexos.....	35

1. Introducción

En la presente memoria voy a llevar a cabo un análisis de dos de las producciones que he realizado a lo largo del Máster de Profesorado, intentando que quede reflejado mi proceso de aprendizaje durante el mismo, así como la utilidad de los conocimientos adquiridos de cara a mi futuro como docente.

1.1. Conocimientos y experiencias previas

A pesar de que, durante toda mi vida, siempre me he decantado académicamente por las ciencias (escogí optativas de ciencias en la ESO, y cursé el Bachillerato científico), siempre me han producido curiosidad muchas otras ramas del conocimiento, como la psicología, la antropología, la sociología, la historia, o las artes.

Sin embargo, la necesidad ir eligiendo una formación cada vez más específica me acabó llevando hasta el grado de Ciencias Ambientales (en la Universidad de Zaragoza, concretamente en la Escuela Politécnica Superior de Huesca), el cual me llamó por encima del resto de grados universitarios debido, entre otras cosas, a su carácter multidisciplinario.

Dentro de este grado, cursé las asignaturas optativas relacionadas con química analítica (química ambiental, análisis instrumental...). Me sentía cómodo trabajando en el laboratorio, y podría haber acabado especializándome en el campo de la química analítica y la investigación científica, pero no llegaba a sentir la misma pasión que me producía la docencia. Por ello, en cuanto tuve la oportunidad, ingresé en el Máster de Profesorado. Había barajado otras opciones, pero en el fondo sabía que iba a terminar eligiendo esto.

1.2. Por qué quiero ser docente

El hecho de sentir curiosidad por diversas ramas del conocimiento hizo que me resultase difícil elegir qué formación quería recibir durante mi vida académica, ya que no sabía con seguridad cuál me atraía más. No obstante, si algo tenía claro es que la docencia es una de mis pasiones. Se trata de una profesión por la que, desde pequeño, siempre había sentido cierta predilección. Antes siquiera de saber lo que quería estudiar, ya veía la enseñanza como uno de los caminos a elegir para alcanzar una futura vida feliz. Siempre me ha gustado compartir conocimientos, explicar fenómenos, analizar la forma particular

de entender y aprender de cada persona para encontrar la mejor manera de enseñarle un concepto o, simplemente, de transmitirle un mensaje.

Además de esta pasión innata por la enseñanza, mis propias experiencias como alumno a lo largo de mi formación académica han ido alimentando mi deseo de dedicarme a la docencia. Por un lado, he tenido profesores que han supuesto una gran inspiración para mí por sus habilidades didácticas y su estilo de liderazgo democrático. Sin embargo, como es habitual, no todos mis profesores en secundaria y en el grado universitario eran tan buenos. Las habilidades para transmitir conocimientos de algunos dejaban mucho que desear. Al ver la forma que tenían de impartir sus clases estos últimos profesores, recuerdo una mezcla de sentimientos entre rabia y desinterés por su asignatura, y no podía evitar compararlos mentalmente con los buenos profesores que tenía, pensando en lo que podría haber sido la asignatura con un buen docente. Todo esto es algo que también me ha motivado en gran medida a querer dedicarme a la docencia. Me encantaría contribuir a que la futura enseñanza se parezca un poco más a la de los primeros profesores, y un poco menos a la de los últimos.

Me encantaría conseguir llegar a ser uno de esos buenos profesores cuyos alumnos y alumnas recuerdan por explicar bien las cosas, por todo lo que aprendieron, por fomentar un ambiente ameno y de respeto mutuo en la clase, por comprender la situación en la que se encuentran, y por ser justo. Soy consciente de que, para ello, necesitaré años de práctica, pues hay habilidades que sólo se aprenden con la experiencia *in situ*, como las que conlleva la docencia dirigida a adolescentes, al poder surgir una gran cantidad de acontecimientos diversos a los que hay que enfrentarse día a día.

Finalmente, además de permitirme conocer todas estas habilidades que necesita desarrollar un docente, el Máster de Profesorado me ha servido para reafirmar mis sentimientos hacia la docencia. Tras mi paso por el Máster tengo todavía más claro, si cabe, que me quiero dedicar a esto.

1.3. Mi paso por el Máster de Profesorado

Durante el primer cuatrimestre del Máster de Profesorado, pude observar que las asignaturas que estábamos cursando claramente tenían como uno de sus propósitos

principales generar en nuestras mentes un retrato fiel de la realidad en los centros educativos.

En “Psicología del desarrollo y de la educación”, aprendí acerca de las características de la adolescencia y de las implicaciones que tiene esta intensa e inestable etapa en el proceso de aprendizaje, ya que se trata de un período acompañado de numerosos cambios, el descubrimiento y desarrollo de la identidad y personalidad, el desarrollo cognitivo, la búsqueda de la autonomía personal, etcétera. En esta misma asignatura, también pudimos aprender acerca de los distintos modelos de aprendizaje existentes y el funcionamiento de la memoria.

Por otro lado, en “Sociedad, familia y procesos grupales”, pude apreciar la estrecha relación entre la educación y la sociedad, aprendiendo el papel de la educación en la sociedad y el papel de la sociedad en la educación, pues una no puede existir sin la otra, así como los agentes socializadores que intervienen en la socialización de individuos. Además, en la misma asignatura, también aprendimos acerca de las interacciones sociales dentro del aula, los estilos de liderazgo y comunicación, y la adecuación de actividades según la situación o proceso grupal en el que se encuentre el aula.

“Educación emocional en el profesorado” me sirvió de utilidad como fuente de información y recursos para gestionar mejor las emociones como docente, dada la gran diversidad de situaciones a las que presumiblemente deberé enfrentarme sin dejarme llevar por sentimientos negativos para poder ejercer de la forma más profesional posible.

En “Procesos y contextos educativos”, así como en “Diseño curricular e instruccional en ciencias experimentales”, se le dio especial importancia a la existencia de una gran diversidad del alumnado, a la que el docente debe adaptarse en todo momento para ofrecer una educación lo más inclusiva posible. Concretamente, en la parte de diseño instruccional, recibí mis primeras nociones sobre los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado, y sobre la importancia de los recursos didácticos y el lenguaje utilizados por el docente en el aula. Por otra parte, atendiendo ahora en concreto a “Procesos y contextos educativos”, aprendí las diferentes metodologías de enseñanza existentes, algunas de las cuales generalmente aún se consideran innovadoras cuando se llevan estudiando y poniendo en práctica desde hace varias décadas. En ambas asignaturas nos mostraron también todos los documentos y procedimientos que deberemos conocer a

nivel legislativo para ejercer como docentes, así como el funcionamiento del sistema educativo en cuanto a las funciones de cada una de las instituciones y personas que lo conforman. Esta fue la parte que menos disfruté del Máster, pero en todo momento entendí la necesidad de que nos fueran impartidos dichos contenidos, y los profesores hicieron todo lo posible por hacerlo más llevadero.

Todos estos conocimientos me resultaron bastante útiles durante mi Prácticum I (el cuál sí pudimos disfrutar de forma presencial), ya que pude analizar desde un punto de vista más crítico y formado el comportamiento de los alumnos y alumnas de las aulas a las que tuve la oportunidad de asistir, así como las metodologías de enseñanza de mi tutora del centro y su estilo de liderazgo, y pude entender mejor el funcionamiento del centro al conocer el papel de cada persona trabajando en el mismo y la importancia y función del Proyecto Educativo de Centro y el resto de documentos que nos mostraron. Así pues, al haber apreciado la utilidad de estos conocimientos en una situación real, pude confirmar que la formación recibida hasta ese momento había sido adecuada.

Pasando ya al segundo cuatrimestre, una vez finalizado puedo decir que, a pesar de la situación excepcional de confinamiento vivida durante gran parte del mismo, me ha resultado enriquecedor en diferentes aspectos. Por una parte, en “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química”, tuvimos la oportunidad de experimentar diseñando y planificando diversos recursos didácticos y actividades, obteniendo un *feed-back* muy valioso por parte tanto del profesorado como del resto del alumnado para poder mejorar en este ámbito, y que podamos ofrecer a nuestro futuro alumnado una buena experiencia de aprendizaje, teniendo en cuenta la naturaleza diversa y cambiante del entorno en el que nos adentraremos.

Precisamente, de esa condición cambiante de la realidad en los centros educativos beben asignaturas como “Innovación e investigación educativa en física y química” o “Tecnologías de la información y la comunicación para el aprendizaje”. Gracias a estas asignaturas he podido conocer la necesidad no sólo de adaptarse al ejercer la docencia en cada una de las aulas con sus particularidades, sino también de reinventarse a lo largo del tiempo, ya que se trata de una profesión en la que nunca vas a encontrar dos clases iguales, y siempre van a seguir surgiendo nuevas situaciones, problemas y necesidades por parte de un alumnado que refleja la evolución de la sociedad.

Todas estas asignaturas, en un principio, estaban concebidas como herramientas para nosotros, como futuros docentes, ante el entonces inminente Prácticum II. Sin embargo, debido a la pandemia mundial y el consiguiente confinamiento que hemos sufrido, en muchos casos no pudimos aprovechar al máximo y aplicar los conocimientos adquiridos en ellas durante el Prácticum, no sólo por la no presencialidad que implicó la situación, sino también por las reestructuraciones de planes de estudios y criterios de evaluación que llevaron a cabo en los centros educativos. En mi caso concreto, tuve la suerte de poder impartir clases de forma telemática por videoconferencia, por lo que sí pude aplicar parte de los conocimientos adquiridos, y la experiencia también me sirvió para ver en primera persona la necesidad de la presencialidad en la didáctica de las ciencias y las carencias que supuso no poder llevarla a cabo durante este período de tiempo.

2. Justificación de la selección de los proyectos incluidos en la memoria

En este apartado, se pretende argumentar la elección de los trabajos que finalmente quedan incluidos en la presente memoria. Estos trabajos son, concretamente, los siguientes:

- Proyecto Didáctico: Termodinámica desde la ecología (Anexo 1).
- Proyecto de Innovación Docente: Uso de las TIC y la gamificación para la enseñanza del movimiento y las fuerzas (Anexo 2).

Primero, se va a llevar a cabo una aproximación teórica para contextualizar, y se describirán los objetivos perseguidos con la memoria en torno a dicha aproximación teórica. Después, se explicará cómo se espera que contribuyan los trabajos seleccionados en la consecución de los objetivos expuestos.

2.1. Aproximación teórica

A la hora de llevar a las aulas propuestas relacionadas con la didáctica de las ciencias, es muy importante tener en cuenta todas las dificultades que pueden surgir en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje, como la mala percepción que el alumnado pueda tener de la asignatura (en este caso, Física y Química), las dificultades en el aprendizaje

de contenidos concretos, o la inestabilidad inherente a la etapa de la vida en la que se encuentran, entre otros factores.

En cuanto a la mala percepción de la asignatura por parte del alumnado, existen estudios (Dávila-Acedo, M.A., 2017) que corroboran que el alumnado experimenta emociones negativas como aburrimiento, preocupación y nerviosismo ante los contenidos de Física y Química. Por tanto, a la labor de enseñar los contenidos contemplados en el currículo, el docente debe añadir la dificultad de combatir esas sensaciones negativas para propiciar una motivación e interés por la asignatura que resultan esenciales. Algunos autores (Andreu-Andrés, M. A. y García-Casas, M., 2011) han obtenido buenos resultados utilizando en algunas de sus actividades la técnica de la gamificación, señalando una buena acogida por parte del alumnado estudiado, que consideró divertida la experiencia. Esta metodología complementaria podría sentar las bases de una nueva forma de pedagogía capaz de cambiar el aprendizaje basado en memorización por uno en el que la comprensión de conceptos tiene un valor transformador (Barab, S. A. *et al.*, 2010).

Por otro lado, respecto a las dificultades en el aprendizaje de contenidos de Física y Química, los estudios sobre didáctica de las ciencias señalan que, si hay un factor al que se debe prestar especial atención por su relevancia en cuanto a su capacidad para influir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de ciencias, ese factor es el de las ideas previas y errores conceptuales del alumnado. (Luna Pérez, M. y Solís Ramírez, E., 1997).

Para lograr alcanzar un aprendizaje significativo, es fundamental conocer esas ideas previas del alumnado para trabajar en torno a las mismas (Ausubel, D. P., 1968), corregir los errores conceptuales y construir el conocimiento desde una base sólida mediante una relación de actividades congruente para evitar que las preconcepciones erróneas se arrastren en el tiempo.

Muchas veces, esos errores conceptuales provienen de la confusión entre el término científico y sus expresiones coloquiales, y quedan muy interiorizados con el uso del lenguaje en la vida cotidiana (Millar, R., 2015; Moliné, M.R. y Puig, N.S., 2018), y, en ocasiones, las confusiones pueden estar derivadas de solapamientos de contenidos entre asignaturas, como ocurre con el término de energía, que además de ser muy utilizado coloquialmente, se trata desde diversas asignaturas dada su importancia, lo que acaba

dando lugar a que, por ejemplo, el alumnado considere ontológicamente distintas la energía mecánica y la energía química, o no identifiquen esta última en situaciones cotidianas con la misma facilidad con la que lo hacen con otros tipos de energía asociados a cambios o transferencias entre sistemas (Bañas, C. *et al.*, 2003).

Una vez conocidas las ideas previas del alumnado, el siguiente paso necesario para conseguir que se produzca ese aprendizaje significativo deseado es elegir la metodología de enseñanza adecuada. Siguiendo la pedagogía constructivista propuesta por Piaget y Vygotsky (Piaget, J., 1969; Vygotsky, L. S., 1978), sería aconsejable usar metodologías que permitan que el alumnado participe de forma activa en su propio aprendizaje mediante actividades metacognitivas (que le permitan ser consciente de su proceso de aprendizaje). En esta línea, se señala como altamente recomendable la adopción de metodologías de enseñanza presenciales y que fomenten un aprendizaje cooperativo, ya que la interacción social se considera un factor fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Azorín Abellán, C. M., 2018; Pujolàs, P., 2008). Es también necesario contextualizar los contenidos, tal y como se ha señalado anteriormente, ya que el alumnado necesita conocer diversos ejemplos cotidianos en los que ocurran los fenómenos descritos para entender conceptos complejos, y la falta de esa contextualización puede derivar en futuros errores conceptuales si no consiguen entender el contenido en cuestión. Esta falta de contextualización se hace patente, por ejemplo, con el principio de conservación de la energía, para cuyo aprendizaje los alumnos/as suelen presentar dificultades al no conseguir compatibilizarlo con sus experiencias cotidianas (Pérez-Landazábal, M. C. *et al.*, 2006).

Siguiendo el hilo de aquella presencialidad y de esa contextualización necesarias, es de esperar que la primera actividad que se nos ocurra como docentes de ciencias sea la clásica práctica de laboratorio. No obstante, tal y como indican algunos estudios (Hodson, D., 1994), es muy importante llevar a cabo una planificación y gestión adecuadas de dichas prácticas de laboratorio, dado que, de lo contrario, podrían ser contraproducentes en la consecución del aprendizaje significativo, teniendo en cuenta que muchas veces se ciñen a un guion estricto elaborado por el profesor por el temor a que ocurra algún accidente, y que el alumnado debe cumplir al pie de la letra, perdiendo la oportunidad de experimentar libremente y adquiriendo, por tanto, un papel pasivo en su propio aprendizaje. En esta línea, el mismo autor señala de forma positiva la inclusión del uso

de simuladores de ordenador en el diseño de actividades, ya que, bien enfocadas, pueden llegar a ser metacognitivas y fomentar que el alumnado comprenda la naturaleza experimental de la ciencia.

Finalmente, merece la pena recordar que, además de enseñar contenidos teóricos complejos enfrentándose a los errores conceptuales del alumnado, el docente debe también conseguir que el alumnado sea capaz de resolver problemas numéricos relacionados con dichos contenidos teóricos, por lo que no sólo es necesario el correcto entendimiento de los mismos, sino también saber aplicar los conocimientos adquiridos por medio de un lenguaje matemático, lo cual supone otra dificultad adicional para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.2. Objetivos de la memoria

2.2.1. Objetivo general de la memoria

El objetivo principal de la presente memoria es, mediante el análisis de las dos producciones seleccionadas, demostrar que el docente tiene a su disposición una gran variedad de técnicas y recursos didácticos a la hora de adaptar la enseñanza a las necesidades del alumnado para fomentar en él un aprendizaje significativo en Física y Química. De esta manera, dado que ambas producciones son dos claros ejemplos donde he tenido la capacidad de condensar los conocimientos adquiridos durante el Máster, otro objetivo implícito de esta memoria es reflejar esa adquisición de conocimientos una vez superadas todas las asignaturas de mi formación.

2.2.2. Objetivos específicos de la memoria

A continuación, se enumeran una serie de objetivos más específicos que se pretenden alcanzar con la presente memoria:

- Mostrar la utilidad de otras disciplinas, como la ecología, para lograr un aprendizaje significativo de ciertos contenidos en Física y Química al permitir una contextualización de los mismos mediante ejemplos cotidianos y una reducción de posibles errores conceptuales derivados de solapamientos de contenidos con otras asignaturas.

- Mostrar la utilidad de las TIC y la gamificación a la hora de lograr un aprendizaje significativo y mejorar la percepción de la asignatura Física y Química por parte del alumnado.

2.3. Contribución de los trabajos en alcanzar los objetivos

En este apartado se pretende explicar cómo espero que contribuyan los trabajos seleccionados en el cumplimiento de los objetivos propuestos para la presente memoria, intentando arrojar luz sobre el motivo de mi elección.

Tanto el Proyecto Didáctico como el Proyecto de Innovación Docente comparten como objetivo común lograr un aprendizaje significativo en la asignatura de Física y Química. En el caso del Proyecto Didáctico, dicho aprendizaje significativo se espera conseguir en torno a la temática de la energía y los principios de la termodinámica en alumnos y alumnas de Química de 2º de Bachillerato. Por otro lado, en el caso del Proyecto de Innovación Docente, se quiere alcanzar el aprendizaje significativo de contenidos relacionados con el movimiento y las fuerzas en alumnado de Física y Química 2º de ESO.

Si bien es cierto que se trata de contenidos diferentes y de niveles muy distanciados (4 cursos de diferencia), precisamente esas diferencias entre un trabajo y otro hacen que se complementen, de forma que he podido conocer y estudiar un amplio registro de ejemplos de las dificultades de aprendizaje del alumnado en Física y Química, con la consiguiente búsqueda bibliográfica para proponer diversas técnicas y actividades con las que paliar dichas dificultades, sustentadas en experiencias reales de diversos autores. En este punto merece la pena señalar que, debido a la situación excepcional de confinamiento, personalmente, no pude comprobar la eficacia de los proyectos diseñados mediante la puesta en marcha de los mismos en un aula real, por lo que ambos son todavía meras propuestas, aunque, eso sí, fundamentadas con aquella búsqueda bibliográfica.

Por tanto, en vista de todo lo anterior, se puede decir que, respecto a la presente memoria, ambos trabajos en conjunto estarían contribuyendo a cumplir con el objetivo general de la misma. A continuación, se analizará de forma más detallada la contribución de cada una de las producciones en la consecución de los objetivos de la memoria.

2.3.1. Contribución del Proyecto Didáctico

El planteamiento inicial del Proyecto Didáctico (PD a partir de ahora) consiste en hacer uso de otras ciencias dentro de la asignatura de Física y Química para combatir los solapamientos entre contenidos de distintas asignaturas, y sus potenciales confusiones derivadas. Concretamente, propuse el uso de la ecología para impartir el concepto de energía y los principios de la termodinámica, aprovechando su carácter multidisciplinar y su condición de ciencia fronteriza para tender un puente entre la asignatura de Química de 2º de Bachillerato y otras como Biología donde también se trata la energía desde una perspectiva diferente. De esta manera, se pretende dar una visión integradora de estos contenidos que consiga evitar las mencionadas confusiones. La ecología, gracias a su capacidad de ofrecer situaciones cotidianas relacionadas con el entorno que rodea al alumnado, contribuye también a la contextualización de los contenidos para fomentar un aprendizaje significativo.

En cuanto a la estructura actividades-tiempo del PD, éste está concebido para ser puesto en marcha tras haber llevado a cabo previamente una toma de contacto con los contenidos principales a impartir. Sería entonces cuando se buscaría establecer esa relación de los contenidos con la ecología. Para ello, en el PD se plantean varias actividades, divididas en actividades de iniciación, de desarrollo y de aplicación.

Sin entrar en demasiados detalles, las de iniciación servirían al docente para determinar las ideas previas del alumnado sobre ecología y biología, y establecer una primera relación entre la ecología y el concepto de energía y los principios de la termodinámica. En cuanto a las ideas previas sobre los contenidos principales (energía y principios de la termodinámica), no propuse una actividad concreta para determinarlas, puesto que partía de la asunción de que ya se habían impartido los conocimientos básicos antes de comenzar las actividades del proyecto. No obstante, sí que realicé una revisión bibliográfica para conocer dichas ideas previas y las dificultades que suele presentar el alumnado para el aprendizaje de los contenidos concretos en cuestión, por lo que las actividades propuestas parten de esa base.

El cometido de las actividades de desarrollo es el de cumplir con los objetivos de aprendizaje del proyecto, mientras que las actividades de aplicación estarían concebidas

para buscar una consolidación de lo aprendido en las anteriores actividades, terminando así de alcanzar todos los objetivos propuestos en el PD.

En ambos grupos de actividades, de desarrollo y de aplicación, se pretende incluir un componente de aprendizaje cooperativo, dada la importancia de la interacción social en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para llevar a cabo el seguimiento del alumnado, se le irán pidiendo una serie de producciones, y el docente tendrá que prestar atención a las intervenciones orales cuando corresponda (más adelante queda descrita con mayor detalle la secuenciación de actividades y la forma de evaluarlas). Las modalidades de evaluación que se han contemplado para este PD son la evaluación inicial y la formativa o continua. La evaluación inicial irá de la mano de las actividades de iniciación, y la evaluación formativa se llevará a cabo usando como herramienta las producciones de los alumnos, algunas de las cuales serán calificables, y otras no. No se planteó una evaluación sumativa para este PD, si bien los conocimientos adquiridos podrían evaluarse mediante esta modalidad incluyéndolos en una prueba escrita posterior junto al resto de contenidos de la unidad didáctica correspondiente.

Las mismas producciones mencionadas deberían servir al docente para, además, evaluar la calidad de su labor en cuanto al proceso de enseñanza.

2.3.2. Contribución del Proyecto de Innovación Docente

En el Proyecto de Innovación Docente (a partir de ahora, PID), mi planteamiento fue, bajo la premisa de aportar ideas innovadoras para impartir contenidos en Física y Química, impartir contenidos relacionados con el movimiento y las fuerzas a alumnos de Física y Química de 2º de ESO haciendo uso, por un lado, de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), con la intención de lograr un aprendizaje significativo haciendo al alumno protagonista de su propio aprendizaje con el uso de simuladores y dispositivos móviles, por otro lado, de la gamificación, buscando una toma de contacto más directa con los contenidos impartidos y una mejora en la percepción y los sentimientos del alumnado hacia la asignatura, ya que suele sentir aburrimiento por la asignatura, entre otras sensaciones negativas.

Continuando con la metodología propuesta para el PID, intentando seguir las teorías cognitivas del aprendizaje significativo de Ausubel y las corrientes pedagógicas del constructivismo de Piaget y Vygotsky, llevé a cabo, previamente, una revisión bibliográfica para conocer las ideas previas y dificultades de aprendizaje más comunes del alumnado en torno a los contenidos en cuestión (movimiento y fuerzas). Además, propuse incluir un cuestionario inicial dentro de las actividades de iniciación con la intención expresa de recabar este tipo de información durante la puesta en marcha del PID.

Tras las actividades de iniciación, propuse llevar a cabo, para impartir los contenidos didácticos correspondientes y tratando de combatir las ideas previas erróneas, una serie de clases magistrales acompañadas de resolución de ejercicios. Dichas clases magistrales se complementarían con las actividades de innovación propuestas (las que giran en torno al uso de las TIC y la gamificación). Más adelante se describirá de forma más detallada la secuenciación de todas las actividades que componen el PID, y la forma de evaluar cada una.

Las herramientas de evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado también deberían servir al docente para evaluar la eficacia de su enseñanza y de las actividades propuestas en el PID. Además, propuse la inclusión de herramientas de evaluación específicas para este fin, como un cuestionario final igual que el inicial, para apreciar la evolución del alumnado en cuanto a la adquisición de los conocimientos impartidos, o preguntas adicionales en las tareas de gamificación para evaluar, concretamente, la motivación del alumnado y los cambios en su percepción de la asignatura.

En vista de todo lo recién expuesto, considero que con el análisis de este PID (y también del PD) se aprecia, como mínimo, la posibilidad de usar estas técnicas en la didáctica de las ciencias, por lo que se estaría cumpliendo el objetivo general de la presente memoria (demostrar el abanico de posibles técnicas de las que dispone el docente en la didáctica de las ciencias). Con esto, no quiero decir que el docente deba obligatoriamente elegir alguna de estas técnicas u otras a la hora de impartir ciertos contenidos, sino simplemente dejar constancia y recordar que estas técnicas existen y que el docente tiene la posibilidad de usarlas cuando considere oportuno para adaptarse a las necesidades del alumnado, aunque en mi caso concreto no haya podido ponerlas a prueba experimentalmente.

3. Presentación de los proyectos seleccionados

3.1. Proyecto Didáctico (PD): Termodinámica desde la ecología

3.1.1. Descripción

Se trata de un trabajo basado en el uso de la ecología para complementar la docencia del concepto de energía y los principios de la termodinámica en Química de 2º de Bachillerato. Dada mi formación anterior como egresado en Ciencias Ambientales, tenía cierto interés en introducir el uso de la ecología, y la idea de usarla para impartir los principios de la termodinámica se consolidó gracias al asesoramiento del profesorado de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química” previo a la elaboración del PD.

Para llegar a proponer dicho planteamiento, primero llevé a cabo una búsqueda bibliográfica para ver si existían dificultades de aprendizaje que justificasen el uso de la ecología al impartir estos contenidos. De esta manera, pude conocer que comúnmente los alumnos y alumnas suelen tener problemas para entender y definir el concepto de energía, no siendo muchas veces capaces de identificar la energía química y confundiendo el término científico de energía con sus expresiones coloquiales (Bañas, C. *et al.*, 2003; Domènech-Casal, J., 2018; Millar, R., 2015; Pérez-Landazábal, M. C. *et al.*, 2006).

Además, 2º de Bachillerato es el primer curso en el que se les empiezan a impartir de forma más extensa contenidos sobre los principios de la termodinámica, los cuales les resultan difíciles de relacionar con sus experiencias cotidianas (Pérez-Landazábal, M. C. *et al.*, 2006).

Ante esa necesidad de contextualización, sumada a los errores conceptuales en torno al concepto de energía y energía química, quedaba justificado proponer el uso de la ecología para enseñar esos conceptos, ya que se trata de una ciencia multidisciplinaria capaz de ofrecer diversos ejemplos en relación con la temática y el entorno que rodea al alumnado. De esta forma, además, los alumnos que simultáneamente estuviesen cursando la asignatura de Biología del mismo curso (2º de Bachillerato), podrían establecer una relación entre los contenidos de ambas asignaturas, ya que la energía química se trata, aunque no desde la misma perspectiva, al ver ciertos contenidos como las biomoléculas o las reacciones metabólicas (además, en cursos anteriores en Biología y Geología se

estudian los ecosistemas y la nutrición, que son conceptos fundamentales en ecología). Por tanto, en caso de resultar eficaz, con la puesta en marcha de este PD se estarían evitando, también, posibles confusiones por ese solapamiento de contenidos entre asignaturas.

Finalmente, merece la pena aclarar que la intención del PD que diseñé nunca fue la de impartir directamente el concepto de energía y los principios de la termodinámica, sino la de complementar el currículo oficial con las actividades propuestas.

3.1.2. Objetivos

Aunque en los apartados 2.3., 2.3.1. y 3.1.1. ya he hablado, en líneas generales, de los objetivos perseguidos con este PD, procedo a enumerarlos de forma más detallada y ordenada a continuación:

- Objetivos generales:
 - o Ofrecer una visión integral del concepto de energía, intentando disminuir, en la medida de lo posible, el efecto que conllevan los solapamientos entre asignaturas en torno a este concepto.
 - o Que el alumnado relacione los principios de la termodinámica con situaciones cotidianas ligadas a la vida y el entorno que le rodea.

- Objetivos de aprendizaje específicos:
 - o Entender que el sol es la principal fuente de energía para la biosfera, y que la energía que fluye por los ecosistemas proviene de él, y se va transmitiendo por los niveles de las redes tróficas en forma de energía química hasta llegar a los descomponedores.
 - o Identificar la energía química como otra forma de energía igual de válida que las demás, y relacionarla con la nutrición a lo largo de las redes tróficas de los ecosistemas, siendo conscientes de que la energía no desaparece o “se gasta” en ningún momento, sino que va sufriendo transformaciones y se va degradando.
 - o Entender que el principio de conservación de la energía se cumple constantemente en la naturaleza que les rodea, en la que tienen lugar múltiples transformaciones de energía.

- Comprender la relación entre el segundo principio de la termodinámica y las macroestructuras moleculares ordenadas que implica la vida, entendiendo que los organismos contribuimos en la degradación de la energía.
- Relacionar las reacciones metabólicas aprendidas en Biología y Geología con los principios de la termodinámica, siendo capaces de determinar su espontaneidad, o si se trata de una reacción endotérmica o exotérmica.

3.1.3. Secuenciación de actividades

Para comenzar, para la primera sesión, planteé una actividad de iniciación consistente, en resumen, en una lluvia de ideas entre todo el alumnado sobre conceptos básicos de ecología, acompañada de la proyección de imágenes representativas de algunos ecosistemas, de forma que al ir los alumnos/as definiendo conceptos, los tienen que ir relacionando con lo que aparece en las imágenes. También se utilizan las imágenes para hablar del flujo de energía y procesos de transferencia de energía en los ecosistemas (fotosíntesis, alimentación, respiración celular, etc.). Durante la proyección, el docente va formulando preguntas al alumnado para que identifiquen la forma de energía en cada momento.

A continuación, comienza la segunda actividad de iniciación, que consiste en la visualización de un vídeo (<https://youtu.be/HxTnqKuNygE>) y su posterior debate entre toda la clase, relacionando el primer y el segundo principio de la termodinámica con la existencia de la vida. Tanto la lluvia de ideas como el debate sirven al docente para evaluar el grado de comprensión de los principios de la termodinámica por parte de los alumnos/as (que ya se habrían impartido previamente a estas actividades complementarias), así como las ideas previas que presentan respecto a conceptos de ecología y biología. Al final de la sesión, se les entrega una ficha con ejercicios para que la realicen de cara a la próxima sesión.

Las actividades de desarrollo planteadas comienzan en forma de trabajo individual (haciendo la ficha en casa), y prosiguen en forma de trabajo cooperativo (en la siguiente sesión, en clase). En la fase cooperativa, los alumnos/as se dividen en grupos de 4-5 personas y se les da un tiempo para poner en común las respuestas a las cuestiones o los

problemas y sus resultados (cada grupo se encarga de un ejercicio). A continuación, va saliendo a la pizarra un representante de cada grupo para corregir los ejercicios.

Los problemas son similares a los ya realizados anteriormente durante la impartición de los principios de la termodinámica, con la diferencia de que las reacciones que aparecen se corresponden con las que tienen lugar durante algunos procesos metabólicos relevantes en los seres vivos. Por tanto, no deberían suponer una dificultad adicional respecto a problemas anteriores, incluso para aquellos alumnos/as que no estén cursando Biología.

La siguiente actividad de desarrollo sería realizar una breve redacción (entre 5 y 10 líneas) en la que lleven a cabo una reflexión sobre lo aprendido con las anteriores actividades, para que ellos mismos tomen conciencia sobre lo aprendido. Deberán incluir cualquier duda que tengan.

Para finalizar, se propone una actividad de aplicación consistente en la selección y análisis de un ecosistema real para la posterior elaboración de un esquema que lo represente de forma simplificada, incluyendo al menos 2 especies de cada nivel trófico, el flujo de energía a través del ecosistema, las transformaciones de energía y los principales procesos mediante los cuales se llevan a cabo dichas transformaciones, determinando, en el caso de las reacciones metabólicas, si son endotérmicas o exotérmicas y señalando las variaciones de entropía (sin valor numérico). La actividad ocuparía toda una sesión, en la que sería recomendable acudir a un aula de informática o asegurar que todos los alumnos/as disponen de un dispositivo para la búsqueda de información necesaria. Si lo necesitan, se les dará más tiempo para entregarlo.

3.1.4. Propuesta de evaluación

El desempeño del alumnado durante las actividades de iniciación servirá al docente como evaluación inicial para determinar el nivel de conocimiento y las ideas previas del alumnado respecto a los contenidos de ecología y biología. Por otro lado, también se podría considerar como evaluación formativa teniendo en cuenta que también podrá evaluar y ofrecer un *feed-back* inmediato al alumnado sobre los conocimientos previamente impartidos de energía y principios de la termodinámica.

En cuanto a las actividades de desarrollo, la modalidad de evaluación prevista sería la evaluación formativa. Concretamente, en la primera actividad de desarrollo, la

herramienta de evaluación consistiría en integrar la ficha, una vez corregida, en un hipotético cuaderno de clase que se les va pidiendo periódicamente. Por otro lado, el docente estará pendiente durante la resolución de los ejercicios para asegurarse de que se realicen correctamente, orientando y resolviendo dudas cuando sea necesario.

La segunda actividad de desarrollo (la breve redacción) no será calificable, pero supondrá una valiosa fuente de información para el docente a la hora de evaluar el aprendizaje del alumnado y en caso de que el alumnado plantease dudas en la redacción, el docente las resolvería.

La actividad de aplicación planteada, al ser calificada como una tarea más, no entraría dentro de la modalidad de evaluación sumativa, sino que seguiría siendo formativa.

En cuanto a la evaluación del proceso de enseñanza, el docente podría determinar la efectividad de las actividades planteadas en el PD en función de la evolución del desempeño de los alumnos a lo largo de las distintas actividades y producciones entregadas. Un buen indicador para determinar dicha efectividad sería comparar el nivel de la lluvia de ideas inicial y el debate con los esquemas elaborados para la actividad de aplicación.

3.1.5. Perspectiva como alumno al final del Máster

Actualmente, ya en la recta final del Máster, con todos los conocimientos que he adquirido por el camino, puedo percatarme de cuestiones que es necesario tener en cuenta a la hora de planificar actividades didácticas, concretamente para la materia de Física y Química.

Por ejemplo, en cuanto a la aplicación de nuevas metodologías didácticas, creo que es necesario actualizarse como docentes constantemente, aprendiendo nuevas formas de enseñar, y probando todas aquellas técnicas que, aunque en ocasiones llevan siendo estudiadas desde hace varias décadas y con buenos resultados que respaldan su implementación, su uso todavía genera desconfianza por falta de conocimiento y está poco extendido, como ocurre en el caso del trabajo cooperativo.

Cuantas más metodologías didácticas conozcamos y, a ser posible, llevemos a la práctica, más conclusiones podremos sacar para decidir con criterio cuál es la mejor técnica

didáctica en cada situación, cuál es su nivel de adecuación para alcanzar los objetivos buscados, qué grado de acogida presenta el alumnado hacia ella, etcétera. Eso sí, siempre desde la prudencia y en base a nuestras previas experiencias como docentes. Además, el alumnado, al igual que la sociedad, se encuentra en un continuo cambio, de forma que la realidad de un aula estándar puede variar con el paso de los años y, por tanto, el docente también tendrá que evolucionar para adaptarse.

En este sentido, el propósito del PD encaja con las premisas recién expuestas, al proponer una metodología con la que complementar a la didáctica de las ciencias, aunque siempre se podría mejorar haciendo el proyecto más ambicioso, tal como se comentará en el próximo apartado.

3.1.6. Propuesta de mejora

La temática del PD es muy concreta, ya que se ciñe a unas dificultades de aprendizaje y errores conceptuales que giran en torno a unos contenidos muy específicos, para los cuales la posible solución propuesta es el uso de la ecología. En busca de hacer un estudio algo más completo, se podría continuar investigando acerca del resto de dificultades relacionadas con el temario de Física y Química para determinar qué otras disciplinas podrían ser útiles para ofrecer una contextualización o para acercar dicha asignatura a otras, de forma que se ofrezca una visión más integrada de los contenidos. Tal y como comentaba en el apartado anterior, todo avance en la formación del profesorado en nuevas metodologías me parece más que conveniente, ya que nos permite estar más preparados para diversas situaciones.

Siguiendo concretamente con el uso de la ecología para impartir Física y Química, considero que también podría ser útil en otras temáticas aparte de la energía y los principios de la termodinámica (por ejemplo: estudiando reacciones ácido-base o redox contextualizándolas con las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos para procesos como la digestión o los impulsos eléctricos del sistema nervioso).

También podría resultar interesante, tal y como señalé en el PD, la coordinación con el departamento de Biología y Geología para la puesta en marcha de actividades conjuntas usando tiempo de las dos asignaturas, de forma que también, por otro lado, les ayudasen los conocimientos de Física y Química para la comprensión de contenidos de la asignatura

de Biología y Geología, consiguiendo una sinergia entre ambas materias que proporcione una mayor sensación de coherencia al alumnado.

Por otro lado, es importante señalar que, para este tipo de propuestas, es necesario que el docente tenga también formación y competencias necesarias para complementar los contenidos impartidos desde la perspectiva de otra asignatura. Puede que en mi PD no dejase suficientemente claro este detalle, asumiendo de forma errónea que cualquier profesor de Física y Química podría tener conocimientos de ecología o biología, cuando no tiene por qué ser así. Por tanto, si se llevase a cabo el estudio algo más completo que mencionaba en el párrafo anterior, habría que dejar muy clara la necesidad de ser puesto en marcha por un docente que disponga de los conocimientos necesarios de las otras disciplinas utilizadas.

Aunque pueda parecer evidente, también creo necesario apuntar que la puesta en práctica del PD hubiera resultado mucho más enriquecedora, al poder comprobar experimentalmente la efectividad de las actividades propuestas para la consecución de los objetivos establecidos. Lamentablemente, no ha podido ser así.

Finalmente, también existiría la posibilidad de reestructurar todo el PD de forma que se relacionen los contenidos con la ecología desde el principio de la Unidad Didáctica, de una forma algo más “transversal” en lugar de dedicar sesiones adicionales a complementar dichos contenidos tras haber sido impartidos previamente. Quizás, de esta manera, se ganaría algo de tiempo que vendría bien teniendo en cuenta el ritmo frenético de cursos como 2º de Bachillerato. Todo son meras propuestas, al no haberlas puesto en práctica, por lo que no puedo determinar cuál sería la mejor manera de ponerlo en marcha.

3.2. Proyecto de Innovación Docente (PID): Uso de las TIC y la gamificación para la enseñanza del movimiento y las fuerzas

3.2.1. Descripción

El PID es un trabajo en el que se pretende innovar modificando, en mayor o menor medida, las metodologías o técnicas utilizadas comúnmente al impartir ciertos contenidos. En el caso de mi PID, para variar un poco la temática de los contenidos didácticos elegidos respecto al PD, me pareció interesante basarlo en la docencia del movimiento y las fuerzas a alumnado de 2º de ESO de Física y Química. En este caso, el

PID sí que abarcaría una Unidad Didáctica entera, aunque las actividades diseñadas expresamente para cumplir con la innovación requerida no suponen la totalidad de las sesiones, sino que complementan a una serie de clases magistrales, como se verá con detalle más adelante.

Al proceder con la búsqueda bibliográfica pertinente para determinar las dificultades de aprendizaje más comunes con estos contenidos, encontré que la mayoría de los alumnos/as no aprenden de forma significativa los conceptos de mecánica, sino que “continúa habiendo una dicotomía entre lo que se aprende en el aula y el conocimiento utilizado para resolver situaciones concretas relacionadas con el tema” (García, M.B. y Dell'oro, G., 2001). También son habituales algunas concepciones precientíficas como que un movimiento, para mantenerse, necesita la acción continua de una fuerza; que la gravedad es una tendencia de los objetos de ir hacia el suelo, no hay ninguna fuerza que tire de ellos hacia abajo; o que un objeto impulsado por una fuerza constante mantiene una velocidad constante (Clement, J., 1982; Halloun, I. A. y Hestenes, D., 1985; Minstrell, J., 1982; Gunstone, R. F. y Watts, D.M., 1985).

En vista de esto, se hacía evidente la necesidad de que las actividades innovadoras propuestas lograsen hacer protagonista al alumnado de su propio aprendizaje y hacerle tener un contacto más directo con los contenidos impartidos que lo que puede ofrecer la tradicional clase magistral y una práctica de laboratorio con un guion estricto que seguir al pie de la letra.

Además, buscando acerca de la percepción de la asignatura por parte del alumnado, encontré que éste suele presentar una serie de sentimientos negativos al pensar en la asignatura de Física y Química, entre los que se encuentra principalmente el aburrimiento, y destacan también el nerviosismo y la preocupación (Dávila-Acedo, M.A., 2017). Por tanto, ya que también resulta fundamental para lograr el aprendizaje significativo, con las actividades propuestas quise mejorar esa percepción y motivar al alumnado.

En base a todo lo anterior, se me ocurrió centrar las actividades innovadoras en hacer un uso adecuado de las TIC y de la gamificación. Por una parte, la inclusión de las TIC en algunas actividades debería ayudar a dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, y transformar los roles de los profesores y alumnos, orientándolos a trabajar de manera constructivista. Una de las posibilidades que traen las TIC es el uso de simuladores, los

cuales suponen una herramienta a la que acudir en aquellas ocasiones en las que una práctica experimental no sea viable o no se pueda gestionar de forma adecuada. Los simuladores son capaces de ofrecer al alumnado unas actividades en las que podrá experimentar libremente, ayudándole a tomar conciencia de su propio aprendizaje. Otra posibilidad que ofrecen las TIC es el uso de dispositivos móviles, que es algo que también planteé como forma de apoyar algunas actividades, aunque siempre va a requerir la supervisión de un docente, y tener en cuenta la normativa del centro correspondiente y el consentimiento de los tutores legales.

Por otro lado, la gamificación serviría para combatir la sensación de aburrimiento que genera la asignatura. Esta técnica, usada de la manera correcta y en el momento conveniente, podría ser útil para el aprendizaje del alumnado a la par que se le ofrece una experiencia que le resulta divertida.

3.2.2. Objetivos

A continuación, quedan enumerados los objetivos que planteé alcanzar con el PID:

- Suscitar interés y motivación en los alumnos y alumnas hacia la ciencia y, concretamente, hacia la temática en cuestión (el movimiento y las fuerzas).
- Lograr un aprendizaje significativo de los contenidos impartidos bajo los principios de la pedagogía constructivista (hacer al alumnado protagonista de su propio aprendizaje, con un papel activo en el mismo).
- Introducir el uso de las TIC y la gamificación como herramientas en las que poder apoyarse durante la impartición de la asignatura de Física y Química.

En este caso, no establecí unos objetivos de aprendizaje específicos, tal y como sí había hecho en el PD, dado que en este caso no se pretendía complementar los contenidos mínimos del currículo oficial, cosa que en el PD sí se pretendía. Por tanto, aquí los objetivos de aprendizaje específicos estarían estrictamente ligados con los contenidos mínimos establecidos en el currículo oficial (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo).

3.2.3. Secuenciación de actividades

Para comenzar la unidad didáctica, propuse unas actividades de iniciación consistentes en la propia presentación de la unidad didáctica y de los procedimientos a seguir durante

la misma, y un cuestionario inicial para comprobar su nivel e ideas previas sobre conceptos relacionados con los contenidos a tratar. El cuestionario incluirá también algunas preguntas cerradas destinadas a conocer la dificultad percibida y el interés por los contenidos a impartir.

A lo largo de la unidad didáctica, como ya se había comentado previamente, planteé llevar a cabo varias clases magistrales como manera de impartir los contenidos teóricos, combatir las ideas previas erróneas detectadas en las actividades de iniciación, y realizar y corregir problemas numéricos con enunciados que reflejen situaciones cotidianas. La propuesta del PID es que dichas clases magistrales se complementen con las actividades de innovación planteadas.

Las actividades innovadoras son las siguientes:

- Simuladores de ordenador: Para esta actividad, las simulaciones utilizadas serán las que ya están diseñadas y recopiladas en programas educativos como Phet. Durante la actividad, concebida para extenderse durante una sesión, se les pide a los alumnos que vayan probando a su antojo las simulaciones correspondientes, y se les entregará una ficha con preguntas teórico-prácticas para que la resuelvan mientras prueban en las simulaciones. La idea de las preguntas es que orienten al alumnado para que establezca relaciones entre parámetros, aunque siempre permitiéndole total libertad probar las combinaciones que quiera.
- “Carreras televisadas”: Pasando a otra sesión, una vez impartidos en las clases magistrales los conceptos de posición, velocidad y aceleración, se propone una práctica que debe llevarse a cabo en el patio del recreo y que requerirá que los alumnos se dividan en grupos de 4-5 personas y que tengan, al menos, un dispositivo móvil por grupo, con capacidad de grabar vídeos. Tendrán que hacer carreras de 100 metros lisos, y un miembro del grupo grabará, mientras el resto compite por el primer puesto. Una vez terminada la fase de carreras, los alumnos/as utilizarán una herramienta de edición de vídeo para ver el tiempo exacto que ha tardado cada uno de los integrantes del grupo en recorrer los 100 metros. Al final, se propone que cada grupo entregue una tarea determinando la posición inicial, posición final, tiempo empleado para

recorrer los 100 metros y velocidad media durante el recorrido de cada participante. También tendrán que enviar al docente el vídeo de la carrera para comprobar los resultados, y una redacción personal de 2-3 líneas relatando su percepción de la actividad realizada.

- “Juego de muelles”: Tras impartir los conceptos de masa, peso, fuerza y gravedad, se propone dedicar una sesión para llevar a cabo un juego con el que el alumnado pueda asentar la información teórica recibida por medio de sus propias experiencias. El juego consiste en una competición por grupos de 4-5 alumnos/as para resolver unas pruebas. El material necesario consta de varios dinamómetros con distinta sensibilidad y rango de medida, una báscula para medir masa, y distintos objetos de masa desconocida. Las pruebas que tendrán que ir superando durante el juego vienen en forma de breves problemas cuyos datos deben obtener usando los dinamómetros y los objetos de masa desconocida. Se les permitirá probar y manipular todo el material tanto como quieran, siempre bajo la vigilancia del docente. Se establecerá un sistema de puntos para motivar al alumnado por competitividad. La función de la báscula es que los grupos comprueben si los resultados de masa obtenidos son los correctos. Finalmente, se les pide entregar una ficha grupal reflejando los resultados obtenidos. La pregunta final de la ficha estará vinculada a la motivación que han sentido durante el juego (deberán valorar del 1 al 10 si les ha parecido interesante y si han sentido motivación para llegar al primer puesto).

Al finalizar la unidad didáctica, se propone la realización de un cuestionario final idéntico al inicial. Además, habrá una sesión dedicada a la realización de una prueba escrita para poner a prueba los conocimientos adquiridos durante la unidad didáctica.

3.2.4. Propuesta de evaluación

Para evaluar el proceso de aprendizaje del alumnado, las modalidades de evaluación contempladas serían las siguientes:

- Evaluación inicial: la herramienta de evaluación sería el cuestionario inicial, el cual no se pretende calificar.

- Evaluación formativa: la herramienta de evaluación serían las producciones del alumnado (tanto producciones diarias como las fichas de las actividades de innovación, dando más peso a estas últimas).
- Evaluación sumativa: la herramienta de evaluación sería la prueba escrita final, la cual se calificaría e incluiría preguntas abiertas y cerradas de selección múltiple, y algún problema numérico.

En cuanto a la evaluación del proceso de enseñanza y de la efectividad del PID, se llevaría a cabo, por un lado, mediante los cuestionarios inicial y final y, por otro lado, mediante las producciones de los alumnos en las actividades de innovación. Los resultados obtenidos deberían ofrecer información acerca de la evolución de los sentimientos del alumnado hacia los contenidos y la asignatura (interés/motivación, dificultad...), así como la evolución en cuanto al proceso de aprendizaje. Valorando los resultados, se deberían obtener conclusiones respecto a la adecuación de las actividades propuestas para la consecución de los objetivos del PID.

3.2.5. Perspectiva como alumno al final del Máster

Poniendo el foco, esta vez, en el PID, como alumno que prácticamente ha completado su formación en el Máster, me doy cuenta de que cumple, de nuevo, con la premisa de la continua mejora de la formación del docente, al proponer una metodología didáctica alternativa a las tradicionales mediante el uso de las TIC y la gamificación.

Una vez más, aunque se trata de metodologías con una extensa investigación a sus espaldas y acompañadas de resultados prometedores, la gamificación y las TIC continúan considerándose como “nuevas”, a pesar de que el alumnado actual ha convivido con ellas desde que nació.

Centrando la atención concretamente en las TIC, conviene recordar lo importante que es ser conscientes, al igual que de sus beneficios, de sus posibles peligros. Internet ha impuesto una nueva realidad social de la que nuestros alumnos también forman parte, y las nuevas realidades pueden traer nuevos problemas, como en este caso sería el cyberbullying, por ejemplo. Además, al reto que ya suponía ofrecer una atención individualizada al alumnado habría que sumarle la dificultad de detectar la efectividad de

esta metodología en cada alumno, así como la motivación que les produce este tipo de actividades.

Tampoco hay que olvidar la necesidad de plantear actividades experimentales en laboratorio. En este sentido, los simuladores que nos ofrecen las TIC deben suponer un apoyo, una herramienta disponible para momentos concretos, pero nunca sustituir esos experimentos reales que tan necesarios son en la didáctica de las ciencias.

Otras cuestiones importantes que el Máster me ha enseñado a considerar son las ideas previas del alumnado y la percepción del mismo hacia la asignatura impartida. Conocer la opinión del alumnado resulta muy útil y es importante hacerlo. En este sentido, el PID ya hace una revisión bibliográfica para conocer tanto las ideas previas del alumnado como su percepción por la asignatura, y propone algunos mecanismos para recoger la opinión del alumnado en cuanto a las actividades propuestas. Sin embargo, visto ahora desde otra perspectiva, propondría también la realización de encuestas bajo el anonimato para que los alumnos y alumnas expresen libremente su opinión, de una forma quizás más sincera que en aquellas producciones cuyo autor requería ser conocido, lo cual puede suponer una fuente de información muy enriquecedora.

Evidentemente, tal y como ocurría con el PD, este trabajo siempre se podría mejorar haciéndolo más ambicioso, extendiendo el campo de investigación hacia más contenidos de la asignatura para que resulte más útil de cara a la extensión del uso de las metodologías propuestas.

3.2.6. Propuesta de mejora

Viendo ahora el PID que diseñé en conjunto, he podido apreciar que quizás hubiera sido conveniente completarlo añadiendo algún anexo para ofrecer ejemplos de cómo me hubiera gustado, personalmente, que fuesen los cuestionarios, o los enunciados de las fichas de las actividades de innovación. Otros anexos que también se podrían incluir son los relativos a las actividades que no son de innovación, pero que deben seguir teniendo lugar al impartir una unidad didáctica, como las clases magistrales o las prácticas de laboratorio.

Además, atendiendo a lo que he expuesto en el apartado anterior, otra propuesta de mejora que haría respecto al PID original sería incluir mecanismos para conocer la opinión del

alumnado de forma anónima para evaluar la evolución de la percepción de la asignatura y su grado de acogida hacia las actividades de gamificación y TIC. También podría concretar, en la versión mejorada, de qué manera controlaría el docente el uso de los dispositivos móviles por parte del alumnado en aras de evitar problemas como el ciberbullying.

Tal y como ocurría con el PD, la puesta en marcha del PID en un aula real hubiera resultado mucho más reveladora, al poder obtener resultados con los que evaluar la adecuación de las actividades para el cumplimiento de los objetivos planteados. Al conocer ese grado de adecuación también sería posible ser más preciso en cuanto a las mejoras a implementar en propuestas más actualizadas del PID.

Finalmente, también resultaría interesante ampliar este proyecto diseñando actividades de gamificación o en las que se usen las TIC para impartir otros contenidos de la asignatura, y en cursos diferentes. Si el proyecto llegase a extenderse lo suficiente (sin pretender en ningún momento que la totalidad de actividades de un curso sean exclusivamente de este tipo) se podría determinar las situaciones en las que podría ser útil apoyarse en estas técnicas para impartir contenidos didácticos, y cuál sería la mejor forma de aplicar dichas técnicas.

4. Reflexiones

4.1. Reflexión sobre los proyectos seleccionados

Si bien es cierto que, al no haber podido poner en práctica los proyectos seleccionados para la presente memoria, no es posible demostrar su efectividad, al menos sí que se puede decir que hay posibilidades de que funcionen, en base a la revisión bibliográfica realizada. En caso de no funcionar las actividades concretas propuestas, tampoco debería interpretarse como un fracaso de las técnicas, dado que quizás planteadas de forma diferente, o para otros contenidos de la asignatura, podrían ser útiles. Además, cada aula es diferente, por lo que quizás, analizando las ideas previas del alumnado de un aula, veríamos la oportunidad de aplicar las técnicas propuestas en los trabajos y, sin embargo, al ver las ideas previas en otro aula, descartaríamos totalmente la idea de ponerlas en marcha.

En el caso concreto del PD, este trabajo tenía la función de cumplir con el primero de los objetivos específicos de la memoria, fomentando la innovación y actualización en cuanto a la forma de enseñar del docente para la adecuación de ésta a las necesidades del alumnado. Al no tener resultados concluyentes, la única forma de “cumplir” con dicho objetivo específico es considerar que, aunque no se pueda demostrar con la experiencia, sí que deja constancia de la posibilidad de usar la ecología en la didáctica de Física y Química, aunque con unas condiciones muy abiertas. Es decir, tal y como está diseñado, sería posible aplicarlo a cualquier aula de Química de 2º de Bachillerato que presentase las dificultades de aprendizaje comunes observadas durante la revisión bibliográfica. El resto de factores determinantes para decidir si sería buena idea o no aplicarlo, deberían ser estudiados experimentalmente en un aula real.

Las actividades propuestas en el PD deberían ser útiles para resolver las dificultades del alumnado para identificar la energía química, y deberían ofrecer al alumnado una contextualización de los principios de la termodinámica, al ofrecer situaciones cotidianas relacionadas con su entorno. De confirmarse la efectividad de las actividades, se podría afirmar que es posible complementar contenidos de Física y Química haciendo uso de otras disciplinas.

En cuanto al PID, el objetivo concreto que tenía para con la presente memoria era el segundo objetivo específico: “mostrar la utilidad de las TIC y la gamificación a la hora de lograr un aprendizaje significativo y mejorar la percepción de la asignatura Física y Química por parte del alumnado”. Y, de nuevo, se podría decir que, aunque no lo haya conseguido de forma experimental, sí lo hace respaldado por una búsqueda bibliográfica y basándose en supuestos con dificultades de aprendizaje comunes, dejando abiertos muchos otros factores que, en la vida real, habría que estudiar en cada aula para determinar la adecuación o no de la puesta en marcha de esta metodología. Aunque no proporcione resultados concluyentes, justifica la posibilidad de usar las TIC o la gamificación para impartir contenidos de Física y Química.

En la actividad de los simuladores de ordenador, el alumnado, con ayuda de las TIC, debería ser consciente de su propio proceso de aprendizaje, aprovechando la realidad virtual para probar todas las variables posibles y apreciar las consecuencias que tiene sin ningún temor. Esta herramienta no debería suponer una sustitución de las prácticas

experimentales en laboratorio, sino un apoyo al conjunto de actividades destinado a momentos concretos en los que su puesta en marcha resulte oportuna.

La actividad “carreras televisadas”, que puede suponer un juego entretenido para el alumnado (alrededor de 14 años de edad), hace uso, además, de las TIC y hace al alumno protagonista de su propio aprendizaje. También les obliga a trabajar de forma cooperativa. En esta práctica, por otra parte, el docente debe prestar especial atención al uso adecuado de los dispositivos móviles por parte del alumnado, y siempre hay que tener en cuenta que habrá centros en los que la normativa no permita traer móviles al alumnado.

Respecto al “juego de muelles”, la actividad está basada en la gamificación, y pretende que el alumnado asiente la información teórica recibida por medio de sus propias experiencias, ayudando así a crear unos esquemas mentales acerca de estos conceptos que concluyan en un aprendizaje significativo (si se confirma la efectividad de la actividad). Durante el juego, el alumno debería ser capaz de tomar conciencia de su propio aprendizaje, tener una toma de contacto más directa con los contenidos, y contextualizarlos. Además, lo deseable sería mejorar su percepción acerca de la asignatura, cosa que se comprobaría con la pregunta final incluida en la ficha que deben entregar tras esta actividad o, atendiendo a la propuesta de mejora, con encuestas anónimas.

Si todas estas actividades de innovación se hubieran puesto en práctica, habría podido determinar si, para este caso en concreto, resulta adecuado introducir el uso de las TIC y la gamificación y, por tanto, habría podido extrapolarlo al resto de contenidos de la asignatura de Física y Química para cumplir el segundo objetivo específico de la memoria.

Recapitulando, tanto el PD como el PID son, por tanto, dos propuestas generales que, debido a la situación de excepcionalidad que hemos vivido, no han demostrado la capacidad de aportar resultados concluyentes basados en la experiencia real en un aula concreta con sus peculiaridades. No obstante, sí que dejan constancia de la existencia de una serie de recursos de los que cualquier docente dispone para impartir Física y Química. De esta manera, se estaría cumpliendo con el objetivo general implícito de reflejar, con el análisis de estas producciones, los conocimientos adquiridos durante el Máster, dado que uno de los cometidos del mismo era dotarnos, como futuros docentes, de

conocimientos y técnicas para adaptar nuestra docencia en función de las necesidades del alumnado.

4.2. Reflexión personal sobre la labor del docente

Tras analizar los trabajos elegidos para la presente memoria, una de las primeras reflexiones que se pueden sacar en claro gira en torno al fundamental papel del docente como intermediario entre los conocimientos y el aprendizaje del alumnado, y como gestor de dicho aprendizaje. Es evidente que el docente debe ser capaz de ofrecer una enseñanza de calidad, adaptándola a las necesidades del alumnado, para conseguir no sólo esa adquisición de conocimientos, sino también una educación bajo valores democráticos y de inclusión e igualdad social, tal y como se contempla en el currículo oficial.

Ante una responsabilidad de ese calibre, se hace evidente la importancia de una adecuada formación previa por parte del docente para garantizar que sepa desenvolverse en la enseñanza y que cuente con los conocimientos y herramientas necesarias para adaptarse a las diversas y cambiantes circunstancias que se dan en los centros educativos, sobre todo teniendo en cuenta que el alumnado al que va dirigida la enseñanza se encuentra en una etapa marcada por la inestabilidad como lo es la adolescencia. En el caso concreto de aspirar a impartir la materia de Física y Química, me parece necesario reflexionar acerca de cómo enseñar ciencia dentro de las aulas, teniendo en cuenta las dificultades concretas que presentan comúnmente los alumnos y alumnas en este ámbito, como el aprendizaje del lenguaje científico y la deconstrucción de un lenguaje coloquial interiorizado que conlleva ideas previas erróneas.

Este año ha sido un claro ejemplo de la formación tan necesaria que nos aporta el Máster de Profesorado, cuya obligatoria implementación para todo aquel que quiera ser docente en un instituto me parece correcta e indispensable, por un lado, porque permite asegurar que quien ejerza la docencia va a contar con dichos conocimientos y herramientas mencionadas y, por otro lado, porque puede suponer una última prueba para ayudar a decidirse a quien todavía tenga dudas sobre si esta es la profesión que quiere.

Siguiendo con el hilo del Máster de Profesorado, en el apartado 1.3. de la presente memoria ya he dejado constancia de la utilidad que ha tenido cada asignatura en mi formación como futuro docente. Esta memoria, que supone el broche final del Máster,

recoge el análisis de dos de las producciones que más reflejan el proceso de aprendizaje que he seguido durante el curso. Por tanto, en dicho análisis, y en la memoria en conjunto, se podría decir que está presente, de una forma u otra, un “trozo” de cada asignatura de mi formación.

Retomando el tema de la importancia de formar buenos docentes, una de las cualidades que todo buen profesor/a debería tener y que más importancia ha recibido en el transcurso de varias asignaturas del Máster es la capacidad del docente para reinventarse curso tras curso, adaptándose a las nuevas necesidades que van surgiendo por parte de un alumnado que va cambiando a la par que se transforman la sociedad y las tecnologías.

5. Conclusiones

En la presente memoria se ha llevado a cabo un análisis de dos de las producciones más representativas del Máster de Profesorado de Física y Química, intentando condensar todo lo aprendido durante el mismo como forma de ponerle un punto final.

Para este Trabajo de Fin de Máster, además de analizar individualmente los trabajos seleccionados, era necesario establecer una relación entre los mismos. Ambos proyectos tratan de ofrecer metodologías de enseñanza alternativas para combatir dificultades durante el proceso de aprendizaje.

Una de las conclusiones que he podido sacar es que en la investigación de didáctica de las ciencias es tan importante experimentar como en la investigación científica. En el caso concreto de los trabajos presentados, debido a la situación de confinamiento, no fue posible poner en marcha las propuestas diseñadas en un aula real, por lo que no tuvo lugar la necesaria experimentación para obtener resultados concluyentes.

Las producciones, por tanto, se presentan como dos propuestas basadas en una revisión bibliográfica, y lo deseable para comprobar su efectividad sería ponerlas en práctica, no sólo en su versión original sino también diseñando una versión mejorada tal y como se indicaba en las propuestas de mejora de esta memoria.

En cuanto a la formación que he recibido en el Máster, desde el inicio del curso hasta ahora, he adquirido una serie de conocimientos y herramientas útiles como docente que deberían haber quedado plasmadas en cierto modo a lo largo del análisis.

Una de las cosas que más he interiorizado es la necesidad de reinención del docente con el paso del tiempo. Se trata de un tema que me ha hecho reflexionar acerca de cómo llevaré a cabo mi propia docencia, ya que previamente a mi formación quizás no me había parado a pensar tanto en ello como en otros retos. Para afrontar este desafío, no basta con dar por finalizada mi formación tras este Máster, sino que tendré que afrontar una continua formación a lo largo de mi experiencia como docente, aprendiendo año tras año, observando los cambios que se produzcan, las dificultades de aprendizaje del alumnado, la adecuación de las actividades que proponga para enfrentar esas dificultades...

Por otro lado, otra de las importantes lecciones que sin duda me llevo del Máster es la necesidad de identificar las dificultades de aprendizaje e ideas previas del alumnado, algo sobre lo que quizás había reflexionado con anterioridad a mi formación, pero no con la profundidad que merecía.

Finalmente, respecto a mi futuro en la docencia, debo admitir que siento algo de nervios al pensar en cómo será mi primer año como profesor, pero a la vez estoy deseando que llegue ese momento, y me encantaría poder decir, dentro de no mucho tiempo, que estoy formando a futuros integrantes de la sociedad, transmitiéndoles todo el interés posible por los conocimientos y un gran entusiasmo por aprender. Para ello, ahora cuento con el respaldo de una formación que espero se siga extendiendo con los años cuando pueda empezar a practicar la docencia en aulas reales, sin más confinamientos de por medio.

6. Bibliografía

Andreu-Andrés, M. A. y García-Casas, M. (2011). Perceptions of Gaming as Experiential Learning by Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 27 (4), 795-804.

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Rinehart and Wiston.

Azorín Abellán, C. M. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. *Perfiles Educativos*, 161 (40), 181-194.

Barab, S. A., Gresalfi, M., Dodge, T., y Ingram Goble, A. (2010). Narratizing disciplines and disciplinizing narratives: Games as 21st century curriculum. *18 International Journal for Gaming and Computer Mediated Simulations*, 2 (1), 17-30.

Bañas, C.; Mellado, V. y Ruiz, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126.

Castillo, G. (1999): *El adolescente y sus retos. La aventura de hacerse mayor*. Madrid: Pirámide.

Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.

Colas Bravo, M. P., De Pablos Pons, J. y Ballesta Pagán, J. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español: una revisión de la investigación. *Revista de Educación a Distancia*, 56 (2).

Coleman, J. C. y Hendry, L. B. (2003): *Psicología de la adolescencia*. Madrid: Morata.

Dávila-Acedo, M.A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 570-586.

Domènech-Casal, J. (2018). Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía. Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos con globos aerostáticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 36 (2), 191-213.

Fierro, A. (1990). La construcción de la identidad personal. En E., Martí y J., Onrubia (Coords.). *Psicología del desarrollo: El mundo del adolescente*. Barcelona: ICE Horsori.

Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana C. y Ocaña, O. (2006). La simulación y el experimento como opciones didácticas integradas para la conceptualización en física. *Revista Colombiana de física*, 28 (2).

García, M.B. y Dell'oro, G. (2001). Algunas dificultades en torno a las leyes de Newton: una experiencia con maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Gunstone, R. F. y Watts, D.M. (1985). Force and motion. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (Eds.). *Children's ideas in science*, 84-104.

Halloun, I. A. y Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 465-467.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.

Instituto Nacional de Estadística (2020).

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013.

Luna Pérez, M. y Solís Ramírez, E. (1997). Las ideas previas del alumnado en Ciencias: Una recopilación sobre los núcleos de contenidos del Primer Ciclo de la E.S.O. *Titulo abierto*, 3, CEP de Sevilla.

Martínez, J.M y Pérez, B. A. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 287-300.

Martínez Pérez, J. E. (2015). Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física. Experiencia comparativa del sensor de un teléfono celular inteligente y el péndulo simple. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 341-346.

Michinel, J.L. y D'Alessandro Martínez, A. (1994). El concepto de Energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 369-379.

Millar, R. (2015). La Enseñanza en materia de energía: desde los conocimientos cotidianos hasta la formación científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80, 8-16.

Minstrell, J. (1982). Explaining the at rest condition of an object. *Physics Teacher*, 20, 10-23.

Moliné, M.R. y Puig, N.S. (2018). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, 11 (2).

Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Pacca, Jesuína Lopes de Almeida y Henrique, Kátia Ferreira (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 159-166.

Pérez-Landazábal, M.C. y Varela-Nieto, M.P. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (2), 237-250.

Piaget, J. (1969) *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel.

Pujolàs, P. (2008): *El aprendizaje cooperativo. 9 ideas clave*. Graó, Barcelona.

Sánchez i Peris, F. J. (2015). Gamificación. *Education in the Knowledge Society*, 16(2), 13-15.

Vygotsky, L. S. (1978), *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós.

Anexos

Anexo 1: Proyecto Didáctico

Proyecto Didáctico: Termodinámica desde la ecología

1. Introducción

1.1. Justificación

Históricamente, siempre ha habido asignaturas que han compartido conceptos, pero viéndolos desde un enfoque totalmente diferente. Puede parecer que los objetivos de aprendizaje de dos asignaturas son muy distintos, pero en muchas ocasiones, aunque una de ellas sea la que se ha propuesto principalmente para impartir de lleno un concepto, la otra puede tratarlo también, ya sea de forma tangencial, para contextualizar, o de forma directa por la necesidad de relacionarlo con otros conceptos impartidos. Esta situación puede provocar confusiones en el alumnado a la hora de entender esos conceptos, ya que son explicados desde perspectivas diferentes, y probablemente por profesores diferentes, derivando en posibles errores conceptuales que se alargarían en el tiempo.

Este sería el caso, por ejemplo, del concepto de la energía, que, a pesar de ser impartido principalmente en Física y Química, también aparece en otras asignaturas como Biología y Geología (“obtenemos energía mediante la alimentación”), Tecnología, o incluso Educación Física. De esta forma, se acaban dando situaciones como que los alumnos/as consideran ontológicamente distintas la energía mecánica y la energía química, no entienden lo que es la energía química o no la identifican en situaciones cotidianas con la misma facilidad con la que sí consiguen identificar tipos de energías asociadas a cambios o transferencias entre sistemas (Bañas, C. *et al.*, 2003) A todo esto, se deben añadir las confusiones entre el término científico de energía y sus expresiones coloquiales (Millar, R., 2015). Un tema estrechamente relacionado con la energía y que se imparte en Física y Química son los principios de la termodinámica, cuyo aprendizaje puede resultar un reto complejo para los alumnos, encontrando dificultades, por ejemplo, a la hora de compatibilizar el principio de conservación de la energía con sus experiencias cotidianas (Pérez-Landazábal, M. C. *et al.*, 2006).

Lo que se plantea, primeramente, en este Proyecto Didáctico, es la posibilidad de hacer uso de otras ciencias dentro de la asignatura de Física y Química para combatir esos solapamientos entre contenidos de distintas asignaturas, y sus potenciales confusiones derivadas.

Una ciencia que resultaría útil para lograrlo sería la ecología, dado su carácter multidisciplinar y la capacidad de ofrecer situaciones cotidianas relacionadas con el entorno que rodea a los alumnos. Además, aunque no sea la finalidad para la que se ha concebido este proyecto en primera instancia, se podría aprovechar este uso de la ecología para introducir contenidos como el impacto medioambiental del uso de las fuentes de energía, el ahorro energético, el desarrollo sostenible, y otros aspectos medioambientales del uso de estas fuentes en la vida diaria.

Por tanto, recapitulando, el presente Proyecto Didáctico parte de la idea de tratar la energía y los principios de la termodinámica desde la ecología, aprovechando su condición de ciencia fronteriza para intentar tender un puente entre las diferentes ciencias que se imparten al alumnado en secundaria y bachiller, con el objetivo de ofrecer una visión más integrada de dichos conceptos que ayude a reducir aquellos errores conceptuales, a la par que se ofrecen situaciones cotidianas relacionadas con el entorno y la naturaleza.

Finalmente, merece la pena aclarar que con este proyecto no existe una pretensión de impartir directamente el concepto de energía y los principios termodinámicos, sino de complementar el currículo oficial con las actividades propuestas. Es decir, se estarían ampliando ligeramente (de forma comedida y con cautela) los contenidos respecto al marco curricular.

1.2. Objetivos generales

A grandes rasgos, en vista de todo lo anterior, se podría decir que los objetivos generales de este Proyecto Didáctico son:

- Obj.Gen.1: Ofrecer una visión integral del concepto de energía, intentando disminuir, en la medida de lo posible, el efecto que conllevan los solapamientos entre asignaturas en torno a este concepto.

- Obj.Gen.2: Que el alumnado relacione los principios de la termodinámica con situaciones cotidianas ligadas a la vida y el entorno que le rodea.

2. Contexto didáctico del proyecto

2.1. Análisis del marco curricular

Se han tenido en cuenta Física y Química de 2º y 4º de ESO, y Química 2º de Bachillerato, como posibles asignaturas para la elaboración de este Proyecto Didáctico, dado que la temática en torno a la que gira es, principalmente, la energía y los principios de la termodinámica, y en otros cursos, atendiendo a la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, son contenidos que no se contemplan para Física y Química (3º de ESO), o se trata solamente la energía mecánica (1º de Bachillerato).

Finalmente, el curso elegido es Química de 2º de Bachillerato, pues es cuando se imparten con mayor detalle los principios de la termodinámica, y se incluye el 2º principio, ya que previamente, debido al nivel de madurez del alumnado, aún no es oportuno introducir el concepto de entropía (Pérez-Landazábal, M.C. *et al.*, 2006).

Concretamente, los contenidos establecidos en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, para Química de 2º de Bachillerato relacionados con la temática son los siguientes, pertenecientes al Bloque 3 (Aspectos generales de las reacciones químicas):

- Primer principio de la termodinámica.
- Energía interna.
- Entalpía.
- Ecuaciones termoquímicas.
- Ley de Hess.
- Segundo principio de la termodinámica.
- Entropía.
- Energía de Gibbs.

Siguiendo con la misma Orden, los criterios de evaluación que se corresponden a dichos contenidos son:

- Crit.FQ.3.1. Interpretar el primer principio de la termodinámica como el principio de conservación de la energía en sistemas en los que se producen intercambios de calor y trabajo.
- Crit.FQ.3.3. Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.
- Crit.FQ.3.4. Conocer las posibles formas de calcular la entalpía de una reacción química.
- Crit.FQ.3.5. Dar respuesta a cuestiones conceptuales sencillas sobre el segundo principio de la termodinámica en relación a los procesos espontáneos.
- Crit.FQ.3.6. Predecir, de forma cualitativa y cuantitativa, la espontaneidad de un proceso químico en determinadas condiciones a partir de la energía de Gibbs.

Sin embargo, tal y como se ha aclarado con anterioridad, estos no van a ser necesariamente los contenidos y criterios que se pretenden seguir con el presente Proyecto Didáctico. Algunos de dichos contenidos podrán ser afianzados con las actividades propuestas, y otros simplemente están relacionados y lo que se pretende es una ampliación de los mismos echando mano de la ecología para conectarlos con los conocimientos adquiridos en otras asignaturas.

Concretamente, se ha escogido Biología y Geología (4º ESO y 1º Bach.) / Biología (2º Bach.) como la asignatura con la que tender puentes, aprovechando que parte de su temario se dedica a estudiar los ecosistemas y la nutrición, y que es aquí donde se puede ofrecer una visión integral de la energía que incluya la energía química como forma igual de válida que el resto, pudiendo identificarla con la misma facilidad. No se ha buscado, finalmente, tender puentes con otras asignaturas como Tecnología o Educación Física, por el aumento de complejidad que supondría, así como de tiempo dedicado para trabajar en esa integración del concepto. Por tanto, hay que aclarar que este Proyecto Didáctico convendría ser aplicado en aulas cuyo alumnado haya escogido la rama de 2º de Bachillerato que incluye Biología, aunque, tal y como se verá más adelante, en ningún momento se va a calificar el conocimiento de los contenidos de Biología.

Dicho esto, a continuación, se enumera una serie de contenidos que les habrán impartido en la asignatura de Biología y Geología, y que este proyecto pretende conectar en cierto modo a la asignatura de Física y Química:

- Biología y Geología 4º de ESO (Bloque 3):
 - Estructura de los ecosistemas.
 - Relaciones tróficas: cadenas y redes.
 - Ciclo de materia y flujo de energía.
 - Pirámides ecológicas.
- Biología y Geología 1º de Bachillerato (Bloques 1, 4, 5 y 6):
 - Bioelementos y biomoléculas (también se estudian sus funciones).
 - Los principales biomas.
 - Funciones de nutrición en las plantas.
 - La fotosíntesis.
 - Funciones de nutrición en los animales.
 - El transporte de gases y la respiración.
 - La excreción.
- Biología 2º de Bachillerato (Bloques 1 y 2):
 - Los componentes químicos de la célula. ○ Las moléculas orgánicas.
 - Introducción al metabolismo: catabolismo y anabolismo.
 - Reacciones metabólicas: aspectos energéticos y de regulación.
 - La respiración celular, su significado biológico.
 - Etapas del proceso fotosintético.

Evidentemente, no se pretende impartir todos esos contenidos; en todo caso, sólo se introducirían algunos conceptos asumiendo que ya los conocen de la asignatura de Biología y Geología (podría resultar interesante llegar a un acuerdo de colaboración con el/la docente de dicha asignatura, para asegurar que el alumnado ya esté familiarizado con estos contenidos en el momento de realizar las actividades). No obstante, se tiene en cuenta la posibilidad de que algún alumno/a no esté cursando la asignatura de Biología en 2º de Bachillerato.

Más adelante, en el apartado 2.3., quedan detallados, en forma de objetivos didácticos, los contenidos y conocimientos que sí se pretende que los alumnos/as adquieran realmente con las actividades de este Proyecto Didáctico, que tienen como finalidad la consecución de los objetivos generales.

2.2. Dificultades conceptuales de aprendizaje

Tal y como se ha señalado previamente, según varios autores (Bañas, C. *et al.*, 2003; Domènech-Casal, J., 2018; Millar, R., 2015; Pérez-Landazábal, M. C. *et al.*, 2006), el alumnado en estas edades suele tener problemas para entender y definir el concepto de energía, no siendo muchas veces capaces de identificar la energía química y confundiendo el término científico de energía y sus expresiones coloquiales.

Otros problemas que surgen durante la enseñanza de estos contenidos suelen ser, entre otros (Bañas, C. *et al.*, 2003; Domènech-Casal, J., 2018):

- La confusión entre formas y fuentes de energía.
- Asignar un carácter material a la energía, confundirla con un fluido.
- Identificar la energía como combustible.
- Confundir energía con calor; no entender el calor como un proceso de transferencia de energía.
- Creer que la energía desaparece, sin considerar el principio de conservación de la energía.

Además, es necesario señalar que, hasta 2º de Bachillerato, según el currículo oficial, apenas se les imparten contenidos en relación con los principios de la termodinámica (en general, se les explica la conservación de la energía a lo largo de la ESO y, en 4º de ESO, aprenden ligeramente a diferenciar reacciones endotérmicas y exotérmicas según el signo del calor de reacción asociado).

2.3. Objetivos de aprendizaje específicos

A continuación, se enumeran los objetivos didácticos específicos (Obj.D.) que se pretende que los alumnos/as alcancen con las actividades propuestas en este Proyecto Didáctico:

- Para la consecución del Obj.Gen.1:
 - o Obj.D.1: Entender que el sol es la principal fuente de energía para la biosfera, y que la energía que fluye por los ecosistemas proviene de él, y se va transmitiendo por los niveles de las redes tróficas en forma de energía química hasta llegar a los descomponedores.

- Obj.D.2: Identificar la energía química como otra forma de energía igual de válida que las demás, y relacionarla con la nutrición a lo largo de las redes tróficas de los ecosistemas, siendo conscientes de que la energía no desaparece o “se gasta” en ningún momento, sino que va sufriendo transformaciones y se va degradando.
- Para la consecución del Obj.Gen.2:
 - Obj.D.3: Entender que el principio de conservación de la energía se cumple constantemente en la naturaleza que les rodea, en la que tienen lugar múltiples transformaciones de energía.
 - Obj.D.4: Comprender la relación entre el segundo principio de la termodinámica y las macroestructuras moleculares ordenadas que implica la vida, entendiendo que los organismos contribuimos en la degradación de la energía.
 - Obj.D.5: Relacionar las reacciones metabólicas aprendidas en Biología y Geología con los principios de la termodinámica, siendo capaces de determinar su espontaneidad, o si se trata de una reacción endotérmica o exotérmica.

3. Secuenciación de actividades

En vista de todo lo anterior, se proponen 3 actividades: una de iniciación, otra de desarrollo, y otra de aplicación. Para cada actividad, se especifican los objetivos concretos que se pretenden alcanzar con las mismas. Al tratarse de actividades que introducen contenidos complementarios al currículo oficial en un curso tan frenético como 2º de Bachiller, su ejecución no debería suponer un tiempo muy prolongado, por lo que el número de sesiones dedicadas será reducido (si bien es cierto que también sirven para asentar los contenidos contemplados oficialmente). Se debe asumir que, previamente, al alumnado ya se le han impartido los contenidos básicos sobre los principios de la termodinámica, así como los contenidos pertinentes de la asignatura de Biología y Geología.

3.1. Actividad de iniciación

Objetivo: La primera actividad de este Proyecto Didáctico está concebida para establecer una primera relación entre los conocimientos recién aprendidos de termodinámica y los ecosistemas y los seres vivos. Concretamente, fomentaría la consecución de los objetivos didácticos Obj.D.1, Obj.D.2, Obj.D.3 y Obj.D.4. También servirá para evaluar si el proceso de aprendizaje de los principios de la termodinámica está siguiendo un curso adecuado, y si las ideas previas sobre ecología y biología del alumnado son suficientes para el desarrollo correcto de estas actividades.

Actividad 1: La actividad propuesta se compone de dos partes.

La primera parte consiste en una lluvia de ideas rápida para recordar y definir algunos conceptos básicos de ecología entre todos los alumnos/as: biocenosis, biotopo, ecosistema, bioma, biosfera, productor, consumidor, cadenas y redes tróficas, y pirámide ecológica de energía. El docente pregunta al alumnado cómo definirían esos conceptos, y va orientando, si es necesario, para no prolongar demasiado esta fase. Durante la lluvia de ideas, se proyectan imágenes representativas de ecosistemas simplificados de algunos de los principales biomas terrestres (Anexo I), de forma que conforme los alumnos/as van definiendo conceptos, los tienen que ir relacionando con lo que aparece en las imágenes. Tras haber analizado las primeras representaciones, se vuelven a proyectar las mismas incluyendo indicaciones sobre el flujo de energía y los procesos durante los cuales ocurren las transferencias de energía (fotosíntesis, alimentación, respiración celular, etc.). El docente no muestra en qué forma se encuentra la energía; se van formulando preguntas al alumnado durante la proyección para que identifiquen la forma de energía en cada momento. Para terminar con la fase de la lluvia de ideas, se proporcionan datos en relación con la cantidad de energía transferida en cada uno de los procesos (en este punto concluiría la lluvia de ideas recordando el último concepto propuesto: la pirámide ecológica de energía).

A continuación, comienza la segunda parte, que consiste en la visualización de un vídeo (<https://youtu.be/HxTnqKuNygE>) y su posterior debate entre toda la clase, relacionando el primer y el segundo principio de la termodinámica con la existencia de la vida. Tanto la lluvia de ideas como el debate sirven al docente para evaluar el grado de comprensión de los principios de la termodinámica por parte de los alumnos/as, así como las ideas

previas que presentan respecto a conceptos de ecología y biología, que deberían ser suficientes en el caso de los que cursen la asignatura de Biología, pero no para quienes no lo hagan.

Al final de la sesión, se les entrega una ficha con ejercicios (Anexo II) para que la traigan realizada a la próxima sesión (formará parte de la actividad de desarrollo).

Temporalización: 1 sesión entera y tarea.

- Primera parte: Lluvia de ideas. Tiempo estimado: 25-30 minutos.
- Segunda parte: Vídeo + debate. Tiempo estimado: 20-25 minutos.
- Tarea breve para la siguiente sesión.

3.2. Actividades de desarrollo

Objetivo: Con estas actividades se pretende que el alumnado utilice sus conocimientos de los principios de la termodinámica para resolver cuestiones y problemas en los que se relacionan dichos principios con la vida y los ecosistemas. Se estaría fomentando, por tanto, la consecución de los objetivos didácticos Obj.D.3, Obj.D.4 y Obj.D.5.

Actividad 2: Esta actividad comienza en forma de trabajo individual (en casa), y concluye en forma de trabajo cooperativo (en clase). Los alumnos/as deben traer realizada la ficha que se les había entregado en la sesión anterior. A continuación, se dividen en grupos de 4-5 personas (aproximadamente, debería haber el mismo número de grupos que de ejercicios) y se les da un tiempo para que pongan en común las respuestas que han dado a las cuestiones o los procedimientos que han seguido para la resolución de los problemas y sus resultados (cada grupo se encarga de un ejercicio). A continuación, va saliendo a la pizarra un representante de cada grupo para corregir los ejercicios, hasta que todos queden resueltos. Se les pedirá que las correcciones las hagan con bolígrafo rojo.

Los ejercicios de la ficha pueden estar constituidos únicamente por problemas, o pueden ser problemas acompañados de cuestiones que requieran una reflexión. En el Anexo II aparecen algunos ejemplos de ejercicios. Los problemas son similares a los que ya habrán realizado anteriormente durante la impartición de los principios de la termodinámica, con la diferencia de que las reacciones que aparecen se corresponden con las que tienen lugar

durante algunos procesos metabólicos relevantes en los seres vivos. Por tanto, no deberían suponer una dificultad adicional respecto a problemas anteriores, incluso para aquellos alumnos/as que no estén cursando Biología. No es necesario que aprendan, por ejemplo, rutas metabólicas como la de la glucólisis o las fases de la fotosíntesis. Las reacciones vienen dadas, siempre serán reacciones generales de todo un proceso y en ningún momento se les exige que las aprendan. Además, con los propios enunciados se intenta encaminar al alumno/a, pudiendo incluir breves definiciones de los conceptos de ecología vistos en la Actividad 1, o indicaciones que faciliten su resolución desde la perspectiva buscada.

La forma de evaluar esta actividad será integrando la ficha, una vez corregida (en rojo), en un cuaderno de clase que se les va pidiendo periódicamente. Por otro lado, el docente estará pendiente durante la resolución de los ejercicios para asegurarse de que se realicen correctamente, orientando y resolviendo dudas cuando sea necesario. De esta manera, también podrá hacer una evaluación del proceso de aprendizaje durante la propia actividad.

Actividad 3: Al finalizar la Actividad 2, se les pedirá que, durante el tiempo que queda de clase, elaboren una pequeña redacción (entre 5 y 10 líneas como máximo) en la que lleven a cabo una reflexión sobre lo aprendido con las Actividades 1 y 2, para que ellos mismos tomen conciencia sobre lo aprendido. También deben incluir si hay algo que no les queda claro o si tienen alguna duda. Al concluir la sesión, el docente recogerá las redacciones. No se calificarán, pero supondrán una valiosa fuente de información para el docente a la hora de evaluar el aprendizaje del alumnado.

Temporalización: 1 sesión entera.

- Actividad 2:
 - o Puesta en común en grupos. Tiempo estimado: 10 minutos.
 - o Corrección de los ejercicios. Tiempo estimado: 30 minutos.
- Actividad 3. Breve reflexión escrita. Tiempo estimado: 10 minutos.

3.3. Actividad de aplicación

Objetivo: Esta actividad está concebida con la finalidad de consolidar lo aprendido en las anteriores, buscando que el alumnado sea capaz de aplicar dichos conocimientos para analizar ecosistemas reales desde el punto de vista de la termodinámica, y sintetizar modelos simplificados de los mismos. La actividad pretende terminar de alcanzar todos los objetivos didácticos y generales del Proyecto Didáctico.

Actividad 4: Primeramente, la actividad de aplicación que planteé en la exposición del presente Proyecto Didáctico era un juego de cartas en el que el alumno/a tenía que conseguir formar una cadena trófica de 4 eslabones (productor, consumidor primario, consumidor secundario y descomponedor) antes que sus compañeros, llevando a cabo para ello múltiples transformaciones de energía. Sin embargo, tras meditarlo y teniendo en cuenta el camino por el que he ido desarrollando desde entonces el proyecto, he tomado la decisión de cambiar esta actividad por otra que me parecía que podía cumplir mejor el objetivo de consolidación de conocimientos. Otro motivo es que, además, el mero hecho de explicar las normas del juego al alumnado ya suponía quitarle a la actividad un tiempo considerable.

Por tanto, finalmente, la actividad propuesta para concluir con el presente Proyecto Didáctico consiste en lo siguiente:

- Se organiza a los alumnos/as en grupos de 4-5 personas y se les muestra una lista de ecosistemas reales. Cada grupo debe elegir un ecosistema y analizarlo para, después, elaborar un esquema que represente de forma simplificada el ecosistema en cuestión. Sería conveniente realizar la actividad en el aula de informática, o permitir traer a clase ordenador portátil (si tienen) o el uso de los móviles, ya que necesitarán buscar información acerca del ecosistema.
- Cada grupo creará un documento de texto compartido en Drive (Google) para ir subiendo la información que vayan recabando para la elaboración del esquema.
- Podrán elegir hacer el esquema tanto por ordenador, como en papel, y deberá contener, al menos, dos especies de cada nivel trófico (considerando productores, consumidores primarios, secundarios y terciarios), más los descomponedores de forma general.

- Aplicando los conocimientos adquiridos anteriormente, se deberá incluir en el esquema el flujo de energía, indicando sus transformaciones desde que llega del Sol y los principales procesos mediante los cuales se llevan a cabo dichas transformaciones. En caso de que dichos procesos conlleven reacciones metabólicas, determinar si la reacción general sería endotérmica o exotérmica. También se deberán señalar los aumentos de entropía (sin valor numérico).
- En caso de no tener tiempo suficiente de terminarlo en 1 sesión, se lo tendrían que llevar como tarea. Una vez finalizado, se entregará al docente, que lo calificará dándole el mismo peso que a otras tareas durante el curso. Con estas entregas, el docente podrá terminar el proceso de evaluación para determinar si se han cumplido o no los objetivos generales y didácticos.

Temporalización: 1 sesión entera (50 minutos) y tarea en casa si es necesario.

4. Reflexión

Conforme elaboraba este Proyecto Didáctico, gradualmente me iba alejando de la idea de que podía ser relativamente sencillo planificarlo, y me iba percatando de la dificultad que me iba a suponer imaginar unas actividades que, en conjunto, cobrasen sentido para la consecución de los objetivos propuestos. Me ha resultado difícil, una vez vistos todos los contenidos que quería conectar entre las asignaturas de Química y Biología, pensar qué dinámicas podían servir para el propósito planteado sin que fuesen demasiado exigentes para el alumnado, teniendo en cuenta su situación (2º de Bachillerato es un curso duro, en el que se dan muchos contenidos, y se preparan para Selectividad, por lo que no parece la mejor de las ideas impartir contenidos adicionales en una asignatura tan densa como Química).

Además, a título personal, debo reconocer que, debido a la necesidad de recordar y comprender de nuevo algunos conceptos que tenía olvidados, la elaboración del proyecto me ha supuesto una inversión de tiempo adicional (lo cual, a su vez, me ha servido como motivación para seguir trabajando en recordar otros conceptos olvidados de cara a mi futuro como docente, para no tener que afrontar su aprendizaje de forma precipitada cuando llegue el momento).

Todo esto me hizo replantearme varias veces el Proyecto Didáctico. Pensé en cambiar el curso al que iba dirigido, pero entonces apenas habría podido incluir nada de los principios de la termodinámica, ni algunos contenidos de biología, como las reacciones metabólicas, de forma que el proyecto habría quedado demasiado escueto. Era necesario, entonces, seguir según lo planeado. Y así lo hice, hasta que poco a poco unas ideas tenían sentido con otras y empecé a ver posibilidades de elaborar algo decente (espero haberlo conseguido).

Pasando a otras cuestiones, creo que también merece la pena reflexionar acerca del contexto del centro y del aula, ya que no he hecho un análisis del mismo a lo largo del trabajo. En este caso, el centro no supone una barrera para la ejecución de este Proyecto Didáctico, dado que todas las actividades se pueden realizar de forma sencilla sin necesidad de comprar materiales, y se da por hecho que cuentan con proyectores. En cuanto al contexto del aula, se debería atender a posibles dificultades de aprendizaje que pudiesen requerir adaptaciones curriculares (en primera instancia, no significativas).

Guardo también ciertas dudas con respecto a la posibilidad de la puesta en marcha de este proyecto didáctico en un contexto en el que la falta de tiempo es uno de los grandes problemas a los que se debe enfrentar el docente durante el curso. Desde luego, creo que el docente que se propusiera llevarlo a cabo debería contar con cierta experiencia para saber cuándo conviene y cuándo no.

Para terminar, me gustaría aclarar que, a pesar de lo que he relatado al comienzo de esta reflexión, no dejo de estar contento con el resultado, porque realmente no sólo me parece interesante la temática del proyecto, sino que además quiero creer que podría funcionar tal y como está planteado, siempre que lo permitiera el ritmo frenético de la Química de 2º de Bachillerato. Por el momento, me quedaré con las ganas de saberlo.

5. Bibliografía

Bañas, C.; Mellado, V. y Ruiz, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126.

Domènech-Casal, J. (2018). Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía. Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos con globos aerostáticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 36 (2), 191-213.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013.

Martínez, J.M y Pérez, B. A. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 287-300.

Michinel, J.L. y D'Alessandro Martínez, A. (1994). El concepto de Energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 369-379.

Millar, R. (2015). La Enseñanza en materia de energía: desde los conocimientos cotidianos hasta la formación científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80, 8-16.

Pacca, Jesuína Lopes de Almeida y Henrique, Kátia Ferreira (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 159-166

Pérez-Landazábal, M.C. y Varela-Nieto, M.P. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (2), 237-250.

[Consultado el 20 de abril de 2020]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=920/92030206>.

Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Anexos

Anexo I: Ejemplos de proyecciones para la lluvia de ideas de la actividad de iniciación

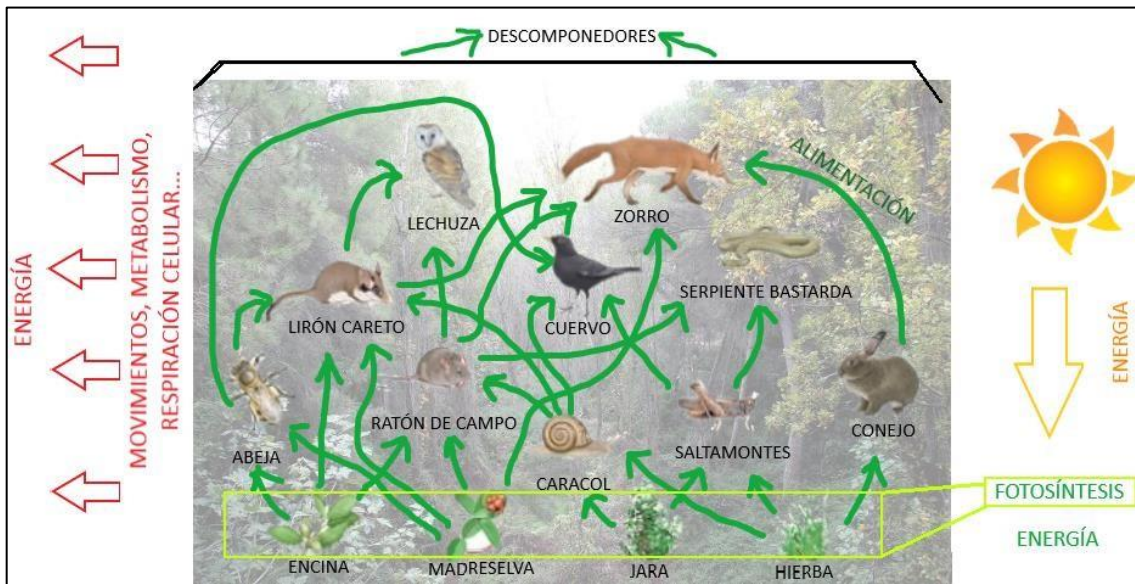


Figura 1. Red trófica y flujo de energía en un bosque mediterráneo

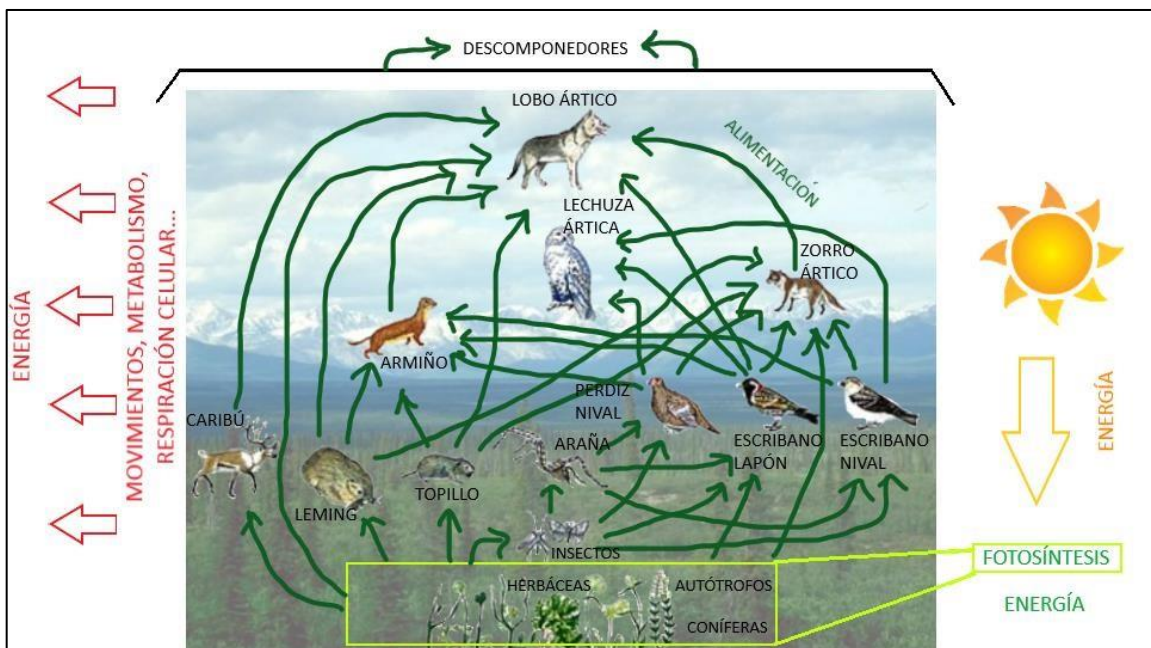


Figura 2. Red trófica y flujo de energía en una taiga

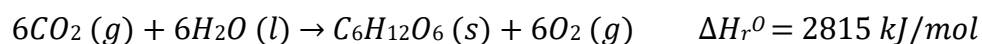
Anexo II: Ejemplo de ejercicios propuestos para la Actividad 2

Ejercicio 1: Imagina la biosfera (el “ecosistema global” de la Tierra) de forma simplificada, como un sistema cerrado de caja negra, tal y como aparece a continuación:



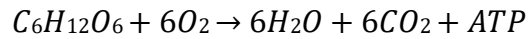
Atendiendo a lo que ya sabes sobre los principios de la termodinámica, ¿cómo explicarías la existencia de seres vivos con macroestructuras moleculares ordenadas, que podrían parecer “poco probables”? Recuerda el debate que hemos hecho en clase sobre el vídeo de la entropía y la vida,

Ejercicio 2: Durante la fotosíntesis, las plantas y otros organismos fotoautótrofos captan la energía electromagnética proveniente del sol y la transforman en energía química mediante la siguiente reacción global:



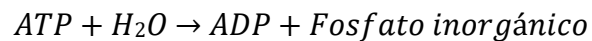
- ¿Se trata de una reacción endotérmica o exotérmica?
- Calcula la entalpía de formación de la glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) conociendo los siguientes datos:
 - Entalpía de formación del agua líquida: $\Delta H_f^0 (\text{H}_2\text{O} (l)) = -285.8 \text{ kJ/mol}$
 - Entalpía de formación del CO_2 gas: $\Delta H_f^0 (\text{CO}_2 (g)) = -393.5 \text{ kJ/mol}$
- ¿Cuánta energía necesitarías para obtener 80 gramos de glucosa mediante la reacción del enunciado?
- Calcula los litros de oxígeno que se generarían a 25°C y 1 atm al producir esos 80 gramos de glucosa. (Dato: $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$).

Ejercicio 3: Mediante la respiración celular, los seres vivos son capaces de mantener sus funciones vitales. Se trata de un conjunto de rutas metabólicas, como la glucólisis o el ciclo de Krebs, cuya reacción general es la siguiente:



El ATP generado es la molécula que se utiliza para la obtención de energía celular.

Para ello, se lleva a cabo la hidrólisis de dicho ATP:



Teniendo en cuenta que la variación de entalpía de la hidrólisis del ATP en las condiciones del cuerpo humano (37 °C) es de -20 kJ/mol, y que la variación de la entropía en las mismas condiciones es de 34 J/mol·K:

- a) Calcula, en las condiciones del enunciado, la variación de la energía libre de Gibbs al llevar a cabo la hidrólisis de 1 mol de ATP.
- b) ¿Qué tipo de reacción sería?
- c) Relaciona los resultados obtenidos con el segundo principio de la termodinámica, haciendo referencia a la contribución de los seres vivos en la variación de la entropía del universo.

Anexo 2: Proyecto de Innovación Docente

Proyecto de Innovación Docente: Uso de las TIC y la gamificación para la enseñanza del movimiento y las fuerzas.

1. Introducción

La adolescencia es una etapa marcada por numerosos cambios, como el cambio físico (con su consiguiente alteración de la imagen personal), el descubrimiento y desarrollo de la identidad y personalidad, el desarrollo cognitivo, o la búsqueda de la autonomía personal, entre otros (Castillo, G., 1999; Coleman, J.C. y Hendry, L.B., 2003; Fierro, A., 1990). Todos estos cambios generan inestabilidad en el adolescente, así como una intensificación del estrés, haciendo que sea un proceso bastante convulso, que puede llegar a ser difícil de compaginar con el necesario aprendizaje de nuevos conocimientos.

Bajo esta premisa, se hace más patente, si cabe, la necesidad de ofrecer una enseñanza de calidad por parte de los docentes que despierte en los alumnos el interés y la motivación, de forma que, incluso bajo esas condiciones de inestabilidad, puedan llevar a cabo un proceso de aprendizaje adecuado.

Por otro lado, siendo Física y Química la asignatura en torno a la que gira el presente Proyecto de Innovación Docente, merece la pena tener en cuenta la dificultad adicional que supondrá, para cualquier docente, la mala concepción que históricamente siempre han tenido los alumnos/as respecto a esta asignatura, experimentando con sus contenidos emociones negativas, como el aburrimiento (Dávila-Acedo, M.A., 2017).

Concretamente, los contenidos de Física y Química cuya impartición pretendo reforzar en este Proyecto de Innovación Docente (a partir de ahora, PID) son aquellos relacionados con el movimiento y las fuerzas, lo cual supone añadir, de nuevo, ciertas dificultades para el alumnado, como se verá más adelante con detalle.

En vista de todo lo anterior, con este PID pretendo (dentro de lo posible y con la debida humildad, dada mi falta de experiencia) aportar ideas centradas en la impartición de los contenidos mencionados (movimiento y fuerzas) para contribuir de una forma innovadora con “mi pequeño grano de arena” en la consecución de aquella enseñanza de calidad

tan necesaria. Para ello, propongo como ruta estratégica la puesta en marcha de una serie de actividades que fomenten el aprendizaje significativo y la pedagogía constructivista mediante el uso de las TIC, los simuladores de ordenador y la gamificación, entre otros recursos, intentando así combatir el aburrimiento del alumnado hacia la asignatura, despertar su interés y motivación, e intentar que entiendan conceptos con los que suelen tener problemas.

2. Objetivos de la investigación

A continuación, se enumeran los objetivos que el presente PID se propone cumplir:

- Objetivo 1: Suscitar interés y motivación en los alumnos y alumnas hacia la ciencia y, concretamente, hacia la temática en cuestión (el movimiento y las fuerzas).
- Objetivo 2: Lograr un aprendizaje significativo de los contenidos impartidos bajo los principios de la pedagogía constructivista (hacer al alumnado protagonista de su propio aprendizaje, con un papel activo en el mismo).
- Objetivo 3: Introducir el uso de las TIC y la gamificación como herramientas en las que poder apoyarse durante la impartición de la asignatura de Física y Química.

3. Contexto didáctico

El presente PID está concebido para ser aplicado en un aula de 2º de ESO, en la asignatura de Física y Química. En el caso concreto del Colegio Cristo Rey (Zaragoza), que es el centro en el que realizo el Prácticum del máster de profesorado, el alumnado de 2º de ESO está dividido en 3 vías (A, B y C) de entre 20 y 25 alumnos/as, sin atender a su rendimiento académico (todas vías cuentan, en general, con un nivel adecuado), por lo que son grupos bastante heterogéneos en ese aspecto. Además, las aulas están dotadas de ordenadores portátiles individuales para cada alumno/a, lo cual puede ser una ayuda para la consecución de alguno de los objetivos propuestos, al no ser necesario mover al alumnado de su aula principal al aula de informática.

La serie de actividades propuestas gira en torno al movimiento y las fuerzas, temática contemplada para dicho curso en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria

(Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo), y que queda enmarcada en el Bloque de contenidos homónimo (Bloque 4: El movimiento y las fuerzas).

En concreto, atendiendo a dicha Orden, los contenidos mínimos que propongo impartir con las actividades son los siguientes:

- Las fuerzas. Efectos.
- Velocidad media, velocidad instantánea y aceleración. - Fuerzas en la naturaleza.

En relación con dichos contenidos mínimos, los criterios de evaluación que se pretenden seguir son los que aparecen numerados a continuación:

- Crit.FQ.4.1. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios de estado de movimiento y de las deformaciones.
- Crit.FQ.4.2. Establecer el valor de la velocidad media de un cuerpo como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo invertido en recorrerlo.
- Crit.FQ.4.3. Diferenciar entre velocidad media e instantánea a partir de gráficas posición/tiempo y velocidad/tiempo, y deducir el valor de la aceleración utilizando éstas últimas.
- Crit.FQ.4.4. Valorar la utilidad de las máquinas simples en la transformación de un movimiento en otro diferente, y la reducción de la fuerza aplicada necesaria.
- Crit.FQ.4.5. Comprender el papel que juega el rozamiento en la vida cotidiana.
- Crit.FQ.4.6. Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos y distinguir entre masa y peso, midiendo la masa con la balanza y el peso con el dinamómetro. Calcular el peso a partir de la masa y viceversa, y la aceleración de la gravedad utilizando la balanza y el dinamómetro.
- Crit.FQ.4.12. Reconocer las distintas fuerzas que aparecen en la naturaleza y los distintos fenómenos asociados a ellas.

La forma habitual que el docente del Colegio Cristo Rey tiene de impartir estos contenidos es mediante una serie de clases magistrales con proyección de presentación PowerPoint, acompañada por la resolución de los ejercicios enviados como tarea a los alumnos/as, y seguida por un par de sesiones de trabajo cooperativo de investigación acerca de la

temática, además de una práctica de laboratorio clásica consistente en la construcción de un sistema con una vela oscilante para percibir los efectos de la gravitación.

4. Marco teórico

4.1. Dificultades de aprendizaje

Parece que las asignaturas relacionadas con la ciencia siempre se perciben como más difíciles. En el caso de Física y Química, como ya se ha comentado anteriormente, sus contenidos suscitan en el alumnado sensaciones negativas como preocupación, nerviosismo y aburrimiento (Dávila-Acedo, M.A., 2017). Además, una vez abordada la misión de impartir dichos contenidos, aparecen dificultades concretas para entender de forma correcta algunos de ellos, muchas veces debido a asunciones previas erróneas muy interiorizadas debido al uso del lenguaje en la vida cotidiana (Moliné, M.R. y Puig, N.S., 2018).

En el caso específico de los contenidos tratados en este PID (el movimiento y las fuerzas), algunos estudios confirman que la mayoría de los alumnos/as no aprenden de forma significativa los conceptos de mecánica, sino que “continúa habiendo una dicotomía entre lo que se aprende en el aula y el conocimiento utilizado para resolver situaciones concretas relacionadas con el tema” (García, M.B. y Dell'oro, G.,2001). Conseguir la correcta comprensión de los mismos, sin mantener ni desarrollar errores conceptuales, puede llegar a ser una labor complicada por parte del docente, teniendo en cuenta las asunciones precientíficas de los alumnos que señalan diversos autores, como las siguientes, que quedan recopiladas en el trabajo de Mora, C. y Herrera, D. (2009):

- Un movimiento, para mantenerse, necesita la acción continua de una fuerza o la gravedad, y al dejar de aplicar dicha fuerza, también desaparecerá el movimiento (Clement, J., 1982; Halloun, I. A. y Hestenes, D., 1985).
- La gravedad es una tendencia de los objetos de ir hacia el suelo, no hay ninguna fuerza que tire de ellos hacia abajo, tienden a hacerlo de forma natural y cuando no lo hacen es porque están siendo agarrados y entonces sí que hay una fuerza aplicada sobre ellos que les impide bajar. En cambio, si lo que les impide bajar es una superficie, entonces están en reposo, ninguna fuerza está actuando sobre ellos

y no siguen su tendencia de bajar al suelo porque hay una barrera física que no pueden atravesar (Halloun, I. A. y Hestenes, D., 1985; Minstrell, J., 1982).

- Un objeto impulsado por una fuerza constante mantiene una velocidad constante; las fuerzas se van disipando, por lo que no son capaces de mantener una aceleración de forma constante (Gunstone, R. F. y Watts, D.M., 1985; Halloun, I. A. y Hestenes, D., 1985).

4.2. Justificación de la estrategia elegida

En vista de todo lo anterior, con el objeto de contrarrestar, en la medida de lo posible, estas dificultades de aprendizaje conceptual, las actividades propuestas en este PID se encuentran bajo el marco teórico de las teorías cognitivas de Ausubel sobre el aprendizaje significativo, siendo importante tener claras las ideas previas del alumnado y relacionando de forma congruente las actividades (Ausubel, D. P., 1968), y de la pedagogía constructivista de Piaget y Vygotsky, permitiendo que el alumno/a participe de forma activa en su propio aprendizaje (Piaget, J., 1969; Vygotsky, L. S., 1978) mediante actividades metacognitivas. Esta corriente pedagógica constructivista considera que, en el aprendizaje, un factor fundamental es la interacción social, por lo que añadir un componente cooperativo a algunas actividades podría resultar beneficioso en ese sentido.

Actualmente, gracias a las TIC, los simuladores por ordenador se presentan como una alternativa a las clásicas prácticas de laboratorio, siendo capaces de ofrecer al alumnado esas actividades metacognitivas en las que podrá experimentar libremente y que le ayudarán a tomar conciencia de su propio aprendizaje, así como de la naturaleza de la ciencia (Hodson, D., 1994). Las prácticas en laboratorio, tal y como señala dicho autor, podrían no ser convenientes si lo que buscamos es aquel constructivismo, dado que suelen ceñirse a un guion elaborado por el profesor y que los alumnos deben seguir al pie de la letra, adquiriendo un papel pasivo (al contrario de lo que ocurre con los simuladores de ordenador, que les permiten adentrarse en una realidad virtual en la que manejan todas las variables a su antojo para poder observar las consecuencias sin ningún peligro real).

Otra posibilidad que nos ofrecen las TIC es la de usar los dispositivos móviles para la realización de ciertas actividades, siempre bajo la supervisión del docente, gracias a que, actualmente, más de un 90% de los jóvenes de 14 años disponen de uno (datos de 2018

del Instituto Nacional de Estadística), y a que, en muchos casos, están equipados con sensores capaces incluso de determinar la aceleración de la gravedad que podrían ser útiles para la realización de experiencias prácticas (Martínez Pérez, J. E., 2015).

No obstante, es importante señalar que “los avances tecnológicos no conllevan necesariamente a una mejora en el aprendizaje y dichos medios adolecen de una dimensión humana, que se hace imprescindible para una enseñanza eficaz” (Fonseca, M. *et al.*, 2006).

Por otro lado, para combatir el problema de las sensaciones negativas hacia la asignatura, como el aburrimiento, una de las técnicas que propongo llevar a cabo con las actividades del proyecto es la gamificación. Según los estudios, los juegos podrían asentar las bases de un nuevo tipo de pedagogía capaz de transformar el aprendizaje por memorización en un aprendizaje en el que comprender conceptos tiene un valor transformador (Barab, S. A. *et al.*, 2010). Esta técnica de aprendizaje por medio de juegos preparados no sólo es percibida por parte de los alumnos como algo divertido, sino que además aseguran que les sirve realmente para aprender (Andreu-Andrés, M. A. y García-Casas, M., 2011). No obstante, tal y como reflejan los mismos autores, sigue sin estar tan bien percibida por parte de un sector importante de docentes, que opina que los juegos pueden no ser tomados en serio por parte del alumnado, además de suponer una inversión de tiempo elevada para el/la profesor/a.

5. Metodología

5.1. Contenidos sobre los que se innova

Los contenidos sobre los que he querido llevar a cabo la innovación para este proyecto son los que aparecen detallados en el Contexto didáctico de este trabajo. En el mismo apartado, también aparece, de forma resumida, la manera habitual de impartir dichos contenidos en el centro en el que realizo mi Prácticum (Colegio Cristo Rey, Zaragoza).

5.2. Secuenciación de actividades propuesta

El proyecto está concebido de manera que los contenidos impartidos pueden perfectamente constituir una Unidad Didáctica completa, por lo que se ha estimado que

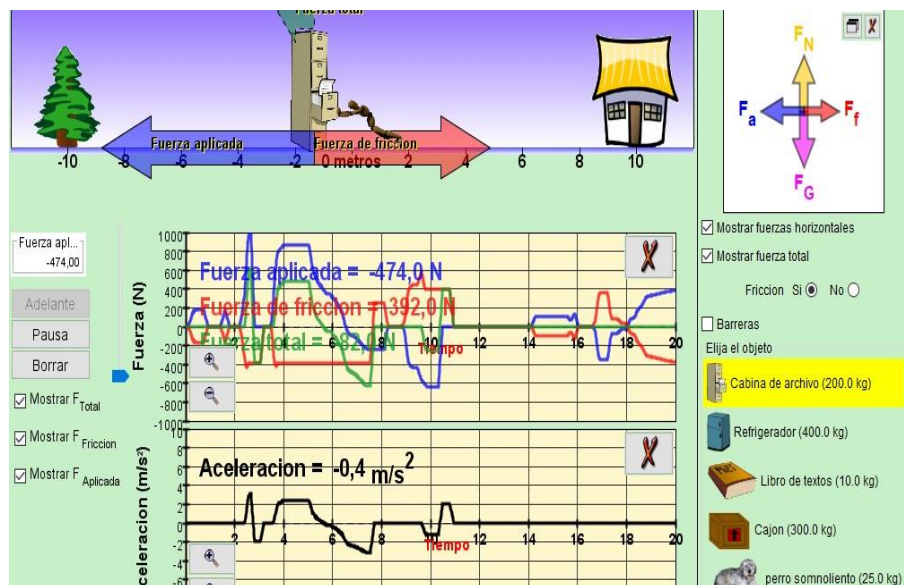
el tiempo destinado a la puesta en marcha del mismo sería de unas 6 semanas (18 horas lectivas, teniendo en cuenta que en este curso se imparten 3 horas semanales de Física y Química). A continuación, se describen las actividades propuestas que se corresponderían con el presente PID:

- Actividades de iniciación: Presentación de la unidad didáctica y de los procedimientos a seguir durante la misma, para que el alumnado se vaya familiarizando con la forma de trabajar que llevaremos. Se les pasará un cuestionario inicial para comprobar su nivel y sus ideas previas sobre conceptos como posición, velocidad, aceleración, fuerza, gravedad... El cuestionario consistirá en una pequeña serie de preguntas cerradas y abiertas. En las cerradas, valorarán del 1 al 10 la dificultad percibida y el interés por la temática de la unidad, y en las abiertas tendrán que responder,

de forma breve, lo que sepan acerca de algunos de los conceptos que se van a tratar.

- Clases magistrales y resolución de ejercicios: A lo largo de la unidad, será necesaria la impartición de varias clases magistrales en las que se tendrán en cuenta los resultados del cuestionario inicial para tratar de combatir las ideas previas erróneas que se hayan detectado (esto es esencial si se quiere alcanzar el aprendizaje significativo). Además, se enviarán como tarea diversos ejercicios de resolución de problemas con enunciados que reflejen situaciones cotidianas, y se corregirán en clase.

- Actividades de innovación:
 - o Simuladores de ordenador: En el caso del Colegio Cristo Rey, dado que los alumnos/as disponen de un ordenador portátil personal, se le puede sacar el máximo provecho a esta actividad, pudiendo recurrir a ella en diversas ocasiones, compaginándola con las clases magistrales en los momentos oportunos. Para otros casos (la mayoría de centros, sobre todo los públicos, no cuentan con estas dotaciones), sería necesario reservar el aula de informática, si el centro en cuestión cuenta con una, y la actividad tendría lugar necesariamente en sesiones completamente escindidas de las clases magistrales. Para esta actividad, las simulaciones que se utilizarán serán las que vienen recogidas en programas educativos como Phet.



Se les pedirá a los alumnos que vayan probando según les plazca las simulaciones pertinentes, y se les entregará una ficha con preguntas teórico-prácticas que tendrán que ir resolviendo conforme prueban en las simulaciones. De esta manera, las preguntas orientarán en cierto modo para ayudar al alumno/a a establecer relaciones entre parámetros, aunque siempre permitiéndole total libertad para ir probando las combinaciones que quiera.

- “Carreras televisadas”: Una vez se hayan impartido, mediante clases magistrales, los conceptos de posición, velocidad y aceleración, se propone la puesta en marcha de una práctica que debe llevarse a cabo en el patio del recreo y que requerirá que, al menos, un cuarto de los alumnos traiga un dispositivo móvil a clase con capacidad de grabar vídeos. Los alumnos/as se dividirán en grupos de 4-5 personas. La actividad consistirá en hacer una serie de carreras de 100 metros lisos, en las que un miembro del grupo grabará, mientras el resto compite por el primer puesto. Una vez terminada la fase de carreras, los alumnos/as tendrán que utilizar una herramienta de edición de vídeo para ver el tiempo exacto que ha tardado cada uno de los integrantes del grupo en recorrer los 100 metros. Al final, cada grupo tendrá que entregar una tarea en la que se les pedirá determinar, para cada participante, su posición inicial, posición final, tiempo empleado para recorrer los 100 metros y velocidad media durante el recorrido. También tendrán que enviar al docente el vídeo de la carrera para

comprobar los resultados, y una redacción personal de 2-3 líneas relatando su percepción de la actividad realizada. De esta manera, se cumpliría el objetivo de utilizar las TIC, en un intento de lograr que el alumnado lleve a cabo un aprendizaje significativo y que sea partícipe activo de su propio aprendizaje (constructivismo). Al tener un reparto de tareas durante la carrera, y un trabajo conjunto después para determinar los parámetros exigidos, se considera que la actividad fomenta también el aprendizaje cooperativo.

- “Juego de muelles”: Para la realización de este juego, es necesario previamente haber impartido las clases magistrales sobre masa, peso, fuerza y gravedad, de forma que el alumnado tenga unos conocimientos básicos sobre los que ir asentando la información que recibirá durante su propia experiencia en el juego, ayudando así a crear unos esquemas mentales acerca de estos conceptos que concluyan en un aprendizaje significativo (si se confirma la efectividad de la actividad). El juego consiste en una competición por grupos de 4-5 alumnos para resolver una serie de pruebas (pueden tener lugar en el aula o en el laboratorio de física). El material necesario constará de varios dinamómetros con distinta sensibilidad y rango de medida, una báscula para medir masa, y distintos objetos de masa desconocida. Las pruebas que tendrán que ir superando durante el juego vendrán en forma de breves problemas cuyos datos deberán obtener usando los dinamómetros y los objetos de masa desconocida. Se les dará total libertad para probar y manipular, siempre bajo la vigilancia del docente para evitar que los dinamómetros se estropeen. Cuando resuelvan un problema, tienen que avisar al docente para que compruebe los resultados. Si el resultado es correcto, dará luz verde para que comiencen el siguiente problema. Se establecerá un sistema de puntos para motivar al alumnado por competitividad: 5 puntos al primer grupo que consiga resolver un problema, 4 al segundo, 3 al tercero, y así sucesivamente. En caso de que el resultado obtenido sea incorrecto, el grupo pierde 2 puntos. La báscula estará bajo la custodia del profesor y servirá para que los grupos comprueben por sí mismos si los resultados obtenidos son correctos, o no.



Los enunciados de los problemas serán similares a las que aparecen a continuación, a modo de ejemplo:

- *Como ya sabéis, el dinamómetro es un instrumento que utilizamos para medir fuerzas, y está basado en la Ley de Hooke (“la fuerza, en Newtons, es proporcional a la elongación que produce en el muelle, en metros”). Utilizad los dinamómetros que ha traído el profesor para calcular cuál sería la masa exacta de vuestra mandarina (en kg). Dato: la gravedad en la Tierra es de 9.8 m/s^2 .*
- *El peso es una fuerza que depende de la masa del objeto y de la gravedad. Si la gravedad en la Luna es de 1.62 m/s^2 , ¿cuál sería el peso de la piedra en la Luna? ¿Y la masa?*
- *Sabiendo que la masa de la bolsita de tela vacía es de 50 gramos, determina el peso del arroz que contiene. Si cada grano de arroz tiene una masa de 0.03 gramos, ¿cuántos granos de arroz contiene la bolsa? Recuerda usar siempre las unidades del Sistema Internacional.*

Finalmente, sin importar el puesto en el que quede cada grupo, deberán entregar una ficha grupal en la que se reflejen los resultados obtenidos. Se incidirá en que escriban bien todo el procedimiento de resolución de los

problemas numéricos, y en que especifiquen siempre las unidades en las que están trabajando. También se les pedirá que las preguntas teóricas las respondan de forma razonada. La pregunta final de la ficha estará vinculada a la motivación que han sentido durante el juego (deberán valorar del 1 al 10 si les ha parecido interesante y si han sentido motivación para llegar al primer puesto).



- Cuestionario de evaluación final: Al finalizar la unidad didáctica, se les pedirá que completen de nuevo el cuestionario inicial, de forma que tendrán que con las preguntas abiertas podrán demostrar lo que han aprendido acerca de los conceptos clave impartidos, y con las preguntas cerradas se podrá determinar si ha mejorado su percepción acerca de esta temática, dado que se trata de preguntas en las que deben valorar del 1 al 10 parámetros como el interés que les suscita.

5.3. Recogida de datos

La recogida de datos para este PID se va a llevar a cabo mediante, por un lado, los cuestionarios inicial y final y, por otro lado, las producciones de los alumnos en las actividades propuestas que lo requieran (simuladores de ordenador, “carreras televisadas” y “juego de muelles”). Estos datos ofrecerán información acerca de la percepción del alumnado por la temática (interés/motivación, dificultad...), así como la evolución que han seguido durante el proceso de aprendizaje y la adecuación de las actividades propuestas para la consecución de los objetivos establecidos en este PID.

6. Evaluación

6.1. Evaluación del proceso de aprendizaje

Para evaluar el proceso de aprendizaje del alumnado se utilizarán las siguientes modalidades de evaluación:

- Evaluación inicial: La herramienta de evaluación utilizada será el cuestionario inicial (no calificable).
- Evaluación formativa o continua: La herramienta de evaluación utilizada serán las producciones de los alumnos (40% de la nota final en la Unidad Didáctica).
 - o Ejercicios diarios que se corregirán en clase (10%). Servirá también para valorar la participación y la actitud.
 - o Fichas de actividades (30%). Incluye las fichas que deben rellenar durante o tras las actividades (simuladores de ordenador, “carreras televisadas” y “juego de muelles”).
- Evaluación sumativa o final: Los alumnos y alumnas deberán realizar un examen al finalizar la enseñanza de la unidad didáctica, en el que demuestren los conocimientos aprendidos del tema. El examen constará de preguntas abiertas y cerradas de selección múltiple, y tendrán que realizar algún problema numérico. (60% de la nota final en la Unidad Didáctica).

6.2. Evaluación del proceso de enseñanza

Con la finalidad de valorar tanto la efectividad de las actividades propuestas a la hora de alcanzar los objetivos establecidos en este PID, como la labor del docente al impartir la unidad didáctica, se llevará a cabo una evaluación del proceso de enseñanza constituida por los cuestionarios inicial y final, así como por las preguntas relacionadas con la motivación incluidas en algunas de las tareas (“juego de muelles”, “carreras televisadas”).

Finalmente, el docente deberá también elaborar un informe con sus impresiones acerca de la consecución de los objetivos propuestos, qué tal se han adaptado los alumnos a las actividades, qué problemas o dificultades han ido surgiendo, etc.

7. Conclusiones

Actualmente, debido a la situación excepcional que vivimos por la pandemia mundial de Covid-19, no ha sido posible poner en práctica este PID debido a la presencialidad que requieren algunas de sus actividades. Por tanto, no se han podido obtener unas conclusiones respecto a la eficacia del mismo.

Una vez sea posible la puesta en marcha de este proyecto, sería necesario utilizar los métodos de evaluación descritos para determinar si las metodologías basadas en la gamificación ofrecen los resultados positivos esperados o, por el contrario

8. Bibliografía

Andreu-Andrés, M. A. y García-Casas, M. (2011). Perceptions of Gaming as Experiential Learning by Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 27(4), 795–804.

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Rinehart and Wiston.

Barab, S. A., Gresalfi, M., Dodge, T., y Ingram Goble, A. (2010). Narratizing disciplines and disciplinizing narratives: Games as 21st century curriculum. *18 International Journal for Gaming and Computer Mediated Simulations*, 2 (1), 17-30.

Castillo, G. (1999): *El adolescente y sus retos. La aventura de hacerse mayor*. Madrid: Pirámide.

Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.

Coleman, J. C. y Hendry, L. B. (2003): *Psicología de la adolescencia*. Madrid: Morata.

Dávila-Acedo, M.A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 570–586.

Fierro, A. (1990). La construcción de la identidad personal. En E., Martí y J., Onrubia (Coords.). *Psicología del desarrollo: El mundo del adolescente*. Barcelona: ICE Horsori.

Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana C. y Ocaña, O. (2006). La simulación y el experimento como opciones didácticas integradas para la conceptualización en física. *Revista Colombiana de física*, 28 (2).

García, M.B. y Dell'oro, G. (2001). Algunas dificultades en torno a las leyes de Newton: una experiencia con maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Gunstone, R. F. y Watts, D.M. (1985). Force and motion. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (Eds.). *Children's ideas in science*, 84-104.

Halloun, I. A. y Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 465-467.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.

Instituto Nacional de Estadística (2020).

Martínez Pérez, J. E. (2015). Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física. Experiencia comparativa del sensor de un teléfono celular inteligente y el péndulo simple. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 341-346.

Minstrell, J. (1982). Explaining the at rest condition of an object. *Physics Teacher*, 20, 10- 23.

Moliné, M.R. y Puig, N.S. (2018). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, 11 (2).

Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Piaget, J. (1969) *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel.

Sánchez i Peris, F. J. (2015). Gamificación. *Education in the Knowledge Society*, 16(2), 13-15.

Vygotsky, L. S. (1978), *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós.