



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Energías Renovables mediante Aprendizaje Basado en
Proyectos en Cultura Científica de 4º de ESO

Autor/es

JORGE CASADO AGRELO

Director/es

PEDRO ALBERTO ENRIQUEZ PALMA

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

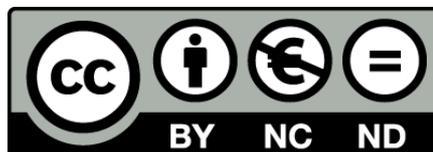
Máster Universitario en Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2020-21



Energías Renovables mediante Aprendizaje Basado en Proyectos en Cultura Científica de 4º de ESO, de JORGE CASADO AGRELO

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2021

© Universidad de La Rioja, 2021

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

**Energías Renovables mediante
Aprendizaje Basado en
Proyectos en Cultura Científica
de 4º de ESO**

Autor

Jorge Casado Agrelo

Tutor: Pedro Alberto Enríquez Palma

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

Escuela de Máster y Doctorado



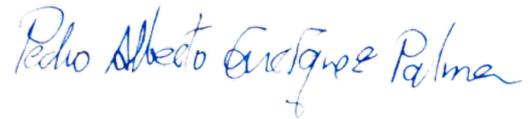
**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2020/2021

D. **Pedro Alberto Enríquez Palma**, profesor titular de la Universidad de La Rioja, autoriza:

A D. **Jorge Casado Agrelo** a presentar este Trabajo de Fin de Máster, que ha realizado bajo su dirección en el marco de la asignatura correspondiente de la Especialidad de Física y Química en la Universidad de La Rioja.

Logroño, 5 de julio de 2021



Fdo. Pedro Alberto Enríquez Palma

ÍNDICE

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	3
3.	OBJETIVOS	7
4.	MARCO TEÓRICO.....	9
5.	ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	13
6.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.....	19
6.1.	Planificación.....	19
6.2.	Contextualización	20
6.3.	Integración en la programación de la asignatura.....	23
6.4.	Competencias.....	24
6.5.	Secuencia de actividades	25
6.6.	Guías generales para la construcción de los prototipos	30
6.7.	Agrupamientos y diversidad	39
6.8.	Temporalización	40
6.9.	Instalaciones, materiales y recursos didácticos.....	42
6.10.	Criterios de evaluación	44
7.	DISCUSIÓN	49
8.	CONCLUSIONES.....	53
9.	REFERENCIAS.....	55

1. RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Máster presenta una propuesta de innovación educativa mediante el diseño de una intervención didáctica destinada a optimizar las condiciones de enseñanza-aprendizaje de la Unidad Didáctica de Las Energías Renovables de la asignatura Cultura Científica de 4º de ESO. Se trata de una actividad inspirada en la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos, que encuentra sus raíces en el constructivismo y en el aprendizaje activo.

El proyecto consiste en la búsqueda de una fuente de energía alternativa en un escenario de acceso restringido a este y otros recursos vitales, previamente introducido por medio de un episodio de la serie de televisión “El Colapso”. En este contexto, los estudiantes tendrán que colaborar en la construcción de un prototipo tecnológico que permita el aprovechamiento de alguna fuente de energía renovable.

Mediante esta propuesta se espera que los estudiantes jueguen un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la investigación, la experimentación y la reflexión, y que desarrollen, de manera transversal, las competencias clave propias de la LOMCE.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos; Aprendizaje Colaborativo; Energías Renovables; Cultura Científica; Educación Secundaria.

ABSTRACT

This Master's Dissertation introduces a proposal for educational innovation by means of the design of a didactic intervention, aimed at the optimisation of the teaching-learning conditions of the Teaching Unit of Renewable Energy Sources, within the subject of Science Culture in 4th ESO. This proposal uses the Problem-Based Learning methodology, which is rooted in constructivism and active learning.

The assignment consists of the search for an alternative source of energy in a scenario of restricted access to this and other vital resources, previously introduced by a chapter of the TV series *L'effondrement*. In this context, students will have to collaborate in the creation of a technological prototype that makes possible the utilisation of a renewable energy source.

With the application of this proposal we expect the students to play a more active role in the teaching-learning process, through research, experimentation and reflection, and to develop the transversal LOMCE key competences.

Keywords: Project-Based Learning; Collaborative Learning; Renewable Energy Sources; Science Culture; Secondary Education.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Una de las principales carencias de los modelos pedagógicos más extendidos en la actualidad es la ausencia de participación activa del alumnado en las actividades de enseñanza-aprendizaje. De hecho, los procesos educativos tienden a centrarse en la transmisión de contenidos por parte del profesor, utilizándose para este fin la lección magistral como metodología principal y la resolución de problemas como aplicación de la teoría. Estos modelos llevan al alumnado a jugar un papel pasivo en su propio proceso de aprendizaje, lo que lastra en gran medida la adquisición de conocimiento significativo.

En contraposición a estas metodologías tradicionales, en las que el docente es el centro del proceso, surgen los modelos constructivistas, en los que el alumno adquiere un papel protagonista, activo, dinámico y autónomo, lo que favorece significativamente su implicación en el desarrollo de las actividades de enseñanza y su interés por el aprendizaje. Esto permite que sea el estudiante quien vaya avanzando en su propio aprendizaje por medio de experiencias que le llevan al descubrimiento y la construcción de conocimientos por sí mismo, al tiempo que desarrolla transversalmente las competencias clave del presente. Por su parte, el profesor no es un mero expositor de ideas, sino que se convierte en un organizador y guía del proceso de enseñanza-aprendizaje (Díaz & Hernández, 1999; Driver, 1988; Ducret, 2001).

Algunas de las principales ventajas de la pedagogía constructivista son que desarrolla las habilidades cognitivas del alumno, adaptándose a sus necesidades, considerando sus intereses, actitudes y creencias, y fomentando su nivel de desarrollo. Además, favorece la autonomía del estudiante a la hora de resolver problemas, lo que asegura la adquisición de un aprendizaje significativo y perdurable (Díaz & Hernández, 1999). No en vano, esta corriente pedagógica, cuyos orígenes se basan en la investigación de cómo el ser humano es capaz de construir conceptos y cómo el aprendizaje circula por las estructuras conceptuales del individuo (Dennick, 2016), ha recibido especial atención en las últimas décadas como modelo educativo sólido y útil como marco de referencia para la enseñanza de asignaturas científicas (Cakir, 2007; Coll, 1996; Ordaz González & Britt Mostue, 2018; Stoeckel, 2020).

Materias con un marcado carácter práctico, como es el caso de Cultura Científica de 4º de ESO, se prestan claramente a la aplicación de estas nuevas

estrategias basadas en modelos constructivistas, ya que facilitan el desarrollo de situaciones de aprendizaje eminentemente prácticas en las que la involucración del alumno como sujeto activo sea total. Sin embargo, a pesar de ello, a día de hoy aún existe cierto recelo hacia la idea de aplicar este tipo de estrategias en el aula.

Uno de los formatos constructivistas que más está evolucionando en los últimos años es el del aprendizaje basado en proyectos (Bender, 2012; Boss & Krauss, 2007; Thomas, 2000). Esta metodología consiste en la elaboración de un proyecto por parte de los alumnos, relacionado con algún tema de la vida real y, más concretamente, con su contexto, para así enfocarles a adquirir conocimientos y competencias clave del siglo XXI. De esta manera, el aprendizaje basado en proyectos mejora la puesta en práctica de habilidades orientadas a la resolución de problemas, desarrolla las habilidades ejecutivas superiores del alumno, fomenta sus capacidades de trabajo en equipo y promueve el ejercicio de la responsabilidad, produciendo un aprendizaje profundo y significativo que el mismo estudiante ha construido activamente por medio de sus propias experiencias (Gülbahar & Tinmaz, 2006; Larmer et al., 2015; Patton, 2012).

Aprovechando que muchos de los contenidos abarcados por la asignatura de Cultura Científica de 4º de ESO están de rabiosa actualidad, en este Trabajo de Fin de Máster se realiza una propuesta de innovación educativa constructivista, basada en la metodología del aprendizaje basado en proyectos, para los alumnos de esta asignatura. Los avances tecnológicos y su impacto ambiental representan una de las figuras centrales de la materia. De hecho, la contaminación, las energías limpias y la sobreexplotación de recursos son los principales contenidos de su Bloque III: Avances Tecnológicos y su Impacto Ambiental, del currículo de la asignatura en 4º de ESO (BOR, 2015).

El alumnado de ESO se está desarrollando en una sociedad que, debido a su desarrollo socioeconómico y estilo de vida, es totalmente dependiente del acceso a la energía. Contradictoriamente, al mismo tiempo se está dando un consumo energético que es poco eficiente y que está provocando el desperdicio de este recurso. Además, la creciente escasez de combustibles fósiles, junto al alarmante desencadenamiento del cambio climático que estamos sufriendo, está propiciando que las energías renovables se estén convirtiendo en un desarrollo

tecnológico de grandísima importancia en la actualidad. Se trata de fuentes de energía limpias e inagotables que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes. Por ello, no es de extrañar que cada vez se apueste más por este tipo de energías. Todo esto hace que este tema resulte estimulante y de gran importancia para el alumnado de 4º de ESO, fomentando su interés y participación.

Por todo ello, el presente Trabajo de Fin de Máster ofrece una propuesta innovadora para trabajar la Unidad Didáctica de las Energías Renovables, que se encuadra dentro del Bloque III: Avances Tecnológicos y su Impacto Ambiental, de la asignatura Cultura Científica de 4º de ESO, por medio de la metodología del aprendizaje basado en proyectos.

3. OBJETIVOS

En este Trabajo de Fin de Máster se hace una propuesta de innovación educativa, enmarcada en la corriente pedagógica del constructivismo y el aprendizaje activo, que permite profundizar en la metodología del aprendizaje basado en proyectos para fomentar la perspectiva práctica de la enseñanza de la Unidad Didáctica de Las Energías Renovables, incluida en el Bloque III de la materia Cultura Científica de 4º de ESO.

El problema objeto del proyecto se plantea a través del visionado de un capítulo de la serie de televisión “El Colapso” (Bernard et al., 2019), a partir del cual los alumnos podrán reflexionar, planificar, diseñar, construir y presentar un proyecto colaborativo que permita la consecución de un desarrollo tecnológico orientado al aprovechamiento de las fuentes de energía renovables. Además, se hará uso de una herramienta perteneciente a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como es Kahoot! (Kahoot! Brands), para organizar un concurso de preguntas y respuestas que favorezca la integración final de los conocimientos.

La ejecución de la secuencia de actividades que se propone propiciará que los alumnos construyan sus propios conocimientos mediante la puesta en práctica de una serie de habilidades, que permitan el desarrollo de unas actitudes acordes al valor de la energía como recurso necesario para la vida, su consumo responsable, la naturaleza de las diferentes fuentes energéticas y la trascendencia de las energías renovables en el panorama actual de cambio climático.

4. MARCO TEÓRICO

El modelo de aprendizaje basado en proyectos tiene sus raíces en la corriente pedagógica constructivista y en el aprendizaje activo, modelos que otorgan el protagonismo del proceso de enseñanza-aprendizaje al alumno, subrayando su papel especialmente activo (Bonwell & Eison, 1991; Díaz & Hernández, 1999; Joyce et al., 2002).

En la corriente constructivista el docente diseña su labor en torno a los conocimientos previos de los alumnos e intenta que sean ellos quienes establezcan relaciones entre esos conocimientos previos y los conocimientos nuevos, ya sea mediante la construcción de mapas conceptuales que permitan la ordenación semántica de los contenidos en la memoria, o bien mediante la reestructuración de los conocimientos nuevos de acuerdo a las concepciones previas del estudiante (Dennick, 2016; Driver, 1988).

Por su parte, el aprendizaje activo abarca una variedad de situaciones de enseñanza-aprendizaje en las que el alumno hace algo más que escuchar para aprender, ya sea por medio de la lectura, la escritura, el debate o la resolución de problemas. Entre los principales formatos se encuentran los siguientes: análisis de vídeos, juegos, escritura de artículos o blogs, sesiones de clase sencillas impartidas por los propios estudiantes y ejecución de pequeños proyectos (McKinney, 2010).

El origen del constructivismo se remonta a los trabajos del biólogo y psicólogo suizo Jean Piaget (1896-1980), que estudió cómo se producía el aprendizaje en las personas. Según sus investigaciones, en el proceso de aprendizaje se dan, de manera encadenada, dos etapas: 1) la asimilación y 2) la acomodación del conocimiento. La primera de ellas consiste en la interiorización de los nuevos conceptos mediante relaciones con el conocimiento ya existente, mientras que la segunda es la modificación de esos conocimientos ya existentes, perfeccionando el contenido de estos conceptos (Saldarriaga-Zambrano et al., 2016).

Otro de los principales autores de la teoría constructivista es el psicólogo ruso Lev Vygotsky (1896-1934), que estudió la dependencia del desarrollo cognitivo hacia las relaciones sociales y el entorno sociocultural. Según su teoría, el conocimiento se adquiere a través de la motivación, los deseos y las necesidades. Esto le llevó a plantear la existencia de dos tramos consecutivos

de aprendizaje en el alumno. En el primero de ellos, denominado zona de desarrollo real, se incluye lo que el estudiante puede aprender por sí mismo gracias a su desarrollo cognitivo, mientras que el segundo, conocido como zona de desarrollo potencial, se compone del conocimiento adicional alcanzable por el estudiante sólo con ayuda del profesor (Ruso, 2001).

El tercer autor principal del constructivismo es el psicólogo y pedagogo norteamericano David Ausubel (1918-2008), que introdujo el concepto de aprendizaje significativo. Según su hipótesis, para la construcción del aprendizaje el alumno parte de sus ideas previas y el profesor le va guiando a través de un proceso que le permite transformar estas ideas previas en nuevo conocimiento mediante la aportación de un andamiaje (David Ausubel, 1983). En palabras del propio Ausubel, “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente” (D. Ausubel, 1989). Ausubel postuló que el proceso de asimilación es más eficaz que el de memorización. Si los conocimientos nuevos no se asimilan relacionándolos con los ya existentes, no se entienden y se olvidan con facilidad (Carretero, 2007; Martín & Solé, 2005).

Previamente, otro psicólogo y pedagogo norteamericano, además de filósofo, John Dewey (1859-1952), había observado por medio de sus investigaciones que la calidad del aprendizaje es superior cuando en el proceso de su creación se comparten experiencias, es decir, cuando se trabaja el aprendizaje colaborativo. Sus trabajos se centran en la confrontación entre las nuevas propuestas pedagógicas instrumentalistas, basadas en la acción y la experimentación en contraposición a la escuela tradicional, basada en la transmisión-recepción. (Westbrook, 1993).

Dewey creía en una nueva escuela cuyo centro y origen fuera la actividad verdaderamente constructivista, basada en el desarrollo de actividades constructivas, tales como la construcción de una maqueta, en un ambiente social y en contacto con la naturaleza. Esto le llevaría a plantear el método pedagógico conocido como método del problema, que considera el aprendizaje como el resultado de una actividad de investigación, siendo ésta el proceso por el que los alumnos, organizados en grupos, experimentan y dan solución al problema planteado bajo la tutela y guía del educador (Westbrook, 1993). Años después, un discípulo suyo, William Heard Kilpatrick (1871-1965), desarrolló el conocido

como método de proyectos (Kilpatrick, 1925), partiendo de los trabajos de Dewey.

El modelo constructivista ha continuado su evolución desde entonces. Recientemente se ha planteado que el constructivismo se apoya en la estructura conceptual previa del individuo, produciendo una modificación de la misma mediante la confrontación de ideas relacionadas con un mismo tema (Flórez-Ochoa, 1994). Por otra parte, el constructivismo reconoce la dificultad de la transmisión de los conceptos de un hablante a otro, otorgándole una mayor subjetividad al aprendizaje, que se consolida a través de las experiencias propias del individuo permitiéndole, a partir de ellas, entender el mundo que le rodea (Pérez, 2002). Además, se ha propuesto que el constructivismo es el resultado de un proceso de interacción dinámica del alumno con su entorno, a través del cual la información externa va siendo interpretada, de manera que la mente va construyendo de forma progresiva modelos, cada vez más complejos y potentes, que permiten explicar la realidad (González-Tejero & Pons, 2010).

Por lo tanto, de acuerdo a la teoría constructivista, el conocimiento se construye desde lo simple hacia lo complejo mediante un proceso conocido como construcción de redes de significado. El desarrollo de este tipo de conocimiento requiere de la existencia de una memoria comprensiva que permita al estudiante constituir puntos de partida a partir de los que poder realizar nuevos aprendizajes (Díaz & Hernández, 1999; Ducret, 2001).

Por otra parte, según esta teoría, los conceptos adquiridos por el alumno van evolucionando en función de la nueva utilidad que el estudiante encuentre en ellos, ampliándose éstos cada vez más. Es más sencillo fomentar el interés por un tema cuando éste es cercano a los alumnos y ellos lo viven en primera persona. Por ello, el aprendizaje y la motivación son aspectos íntimamente relacionados que permiten la construcción del conocimiento y que promueven avances en educación. El aprendizaje significativo requerirá, por tanto, del desarrollo en el aula de actividades diversas y positivas para los alumnos, lo que dependerá del grado de planificación y organización que el equipo docente haga de los contenidos y competencias que se pretendan enseñar y trabajar (Panadero & Alonso-Tapia, 2014).

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La propuesta educativa que se presenta por medio de este Trabajo de Fin de Máster se enmarca en el modelo de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos. En las actividades correspondientes a esta metodología se le orienta al alumno hacia la resolución de una serie de problemas o la elaboración de un proyecto relacionado con la vida real, enfocándole a adquirir conocimientos y competencias clave. El desarrollo de estos proyectos requiere de tareas de investigación, contextualización, diseño, planificación y aplicación de conocimientos por parte de los estudiantes (Bender, 2012; Gülbahar & Tinmaz, 2006; Larmer et al., 2015).

Los proyectos han de estar relacionados con temas actuales, que resulten cercanos a los alumnos y que posean un importante grado de incertidumbre, por lo que requieren de la búsqueda de soluciones creativas y multidisciplinarias (Doppelt, 2003).

Para dar solución a estos proyectos, los estudiantes ponen en práctica la planificación, el desarrollo de estrategias, la toma de decisiones y la resolución de problemas y trabajan su autorregulación y autocontrol, ya que se convierten en investigadores de un tema o diseñadores de un producto. Esto permite que el alumno desarrolle integralmente sus capacidades, habilidades, actitudes y valores (Hmelo-Silver, 2004; Maldonado, 2008).

A ser posible, la ejecución de estos proyectos se llevará a cabo en grupos para favorecer el aprendizaje cooperativo. De esta manera, los alumnos aprenderán a organizarse y desarrollarán sus habilidades interpersonales. Además, los integrantes de cada grupo de trabajo podrán aprender los unos de los otros (Hmelo-Silver, 2004).

En la **Tabla 1** se presentan las principales funciones del profesor y del alumno en el contexto del aprendizaje basado en proyectos (Doppelt, 2003; Hmelo-Silver, 2004; Patton, 2012; Rodríguez-Sandoval et al., 2010).

Tabla 1. Principales funciones del profesor y del alumno en el contexto del aprendizaje basado en proyectos (Rodríguez-Sandoval et al., 2010).

Funciones del profesor	Funciones del alumno
Elegir los contenidos y establecer los objetivos y las competencias	Planificar y organizar el proyecto y tomar decisiones
Observar el proceso, las conductas y las dificultades de los alumnos para ofrecerles guía y ayuda	Establecer cambios y mejoras para alcanzar los objetivos de acuerdo a la guía del profesor
Estimular al alumno a implicarse en la experiencia del aprendizaje	Responder con interés a las propuestas del profesor
Evaluar de manera continua el desarrollo del proyecto	Desarrollo del producto y autoevaluación

Por otra parte, el aprendizaje basado en proyectos permite el desarrollo transversal de las diferentes competencias clave propias de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013), fijadas mediante la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), potenciando especialmente las competencias sociales y cívicas, el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor, la competencia digital y, por encima de todo, la competencia de aprender a aprender, ya que mediante esta metodología se fomenta el aprendizaje autorregulado por medio del desarrollo y la aplicación de estrategias de planificación, supervisión y evaluación enfocadas a lograr un objetivo (Bender, 2012; Boss & Krauss, 2007). Además, una vez alcanzado el éxito en el desarrollo de la actividad, el docente trasladará a los alumnos su valoración sobre el trabajo realizado, conduciéndoles hacia una auto-reflexión positiva que les permita establecer relaciones causa-efecto que justifiquen el desempeño mostrado. De la misma forma, la consecución de los objetivos propuestos por el profesor desencadenará en el estudiante un auto-juicio constructivo que le llevará a sentir emociones agradables y a experimentar, en definitiva, una reacción positiva hacia su trabajo. Esto tendrá, sin duda, una influencia en sus expectativas futuras cuando se enfrente a nuevas actividades de la asignatura. Todo esto dará lugar a un ciclo que retroalimentará al alumno, motivándolo hacia el aprendizaje (Panadero & Alonso-Tapia, 2014).

El formato actual del aprendizaje basado en proyectos tiene como origen las experiencias llevadas a cabo por John Evans, investigador de la Facultad de Medicina de la Universidad de McMaster (Hamilton, Canadá). Evans y un grupo

de investigadores pertenecientes a diferentes disciplinas planificaron un experimento consistente en crear grupos de estudiantes para trabajar en la resolución de una serie de situaciones, bajo la tutela de un facilitador. Este tutor debía poseer habilidades que fomentaran el trabajo en equipo, la participación y el desarrollo de las habilidades ejecutivas superiores por parte de los alumnos integrantes del grupo. Para ello, crearon un programa de formación de tutores, conocido como *Programme for Faculty Development*, que les capacitaría para desarrollar su actividad adecuadamente (Arpí et al., 2012). Los resultados del proyecto de Evans fueron muy positivos y desencadenaron un creciente interés por la metodología, que se ha ido perfeccionando desde entonces (Barrows, 2000; Doppelt, 2003).

Aunque las evidencias científicas acerca de los beneficios del aprendizaje basado en proyectos se concentran en niveles de educación superior, es en educación primaria donde se está observando un mayor crecimiento en el desarrollo de actividades basadas en este tipo de metodologías (Ferrero et al., 2021; Torp & Sage, 2007; Zakaria et al., 2019). Ferrero et al (2021) llevaron a cabo recientemente una revisión bibliográfica sobre los beneficios encontrados para estudiantes de primaria. En general, los estudios revisados apuntan a una mejora en las habilidades auto-reguladoras, el desarrollo de la interacción a través del aprendizaje y el aprendizaje significativo, aunque los autores de la revisión alertan al mismo tiempo de la escasez de trabajos de investigación enfocados a estudiantes de este rango de edad.

En cuanto a la etapa de educación secundaria, en los últimos años se han llevado a cabo algunos estudios acerca de los resultados observados tras la aplicación de actividades propias del aprendizaje basado en proyectos (de la Torre-Neches et al., 2020; De Witte & Rogge, 2012; Lapuz & Fulgencio, 2020). Uno de ellos es el efectuado por de Witte y Rogge (2012), quienes estudiaron los parámetros diferenciadores del aprendizaje basado en proyectos en relación con estrategias pedagógicas más tradicionales, empleando una muestra de 531 alumnos de secundaria. Para ello, en un centro educativo se trabajaron los mismos contenidos con una mitad de la muestra a través de actividades pertenecientes al primer tipo de enseñanza y por medio de métodos tradicionales con la otra mitad. Los resultados obtenidos a partir de esta investigación señalaron que, aunque los estudiantes que trabajaron mediante aprendizaje

basado en proyectos no obtuvieron mejores resultados en pruebas escritas que aquellos que lo hicieron por metodologías tradicionales, sí que se produjo una mejoría significativa en la atmósfera del aula, lo que facilitó el desarrollo de las actividades. Más recientemente, Lapuz y Fulgencio (2020) comprobaron con un grupo de 27 estudiantes de secundaria que el aprendizaje basado en proyectos favorece significativamente el desarrollo del pensamiento crítico por parte de los alumnos. Paralelamente, de la Torre-Neches et al (2020) observaron, por medio de entrevistas llevadas a cabo con estudiantes y profesores durante el desarrollo de una actividad enmarcada en el aprendizaje basado en proyectos, que esta metodología fortalece el desarrollo de las habilidades sociales, mejorando la dinámica de la actividad en diferentes aspectos, tales como la negociación, el compromiso, la escucha y la coordinación.

A pesar de que los beneficios del aprendizaje basado en proyectos han sido ampliamente comprobados en enseñanzas superiores, su desarrollo a nivel universitario es aún escaso (Maldonado, 2008). El principal foco de aplicación de este tipo de metodologías es la Universidad de Aalborg (Dinamarca), donde la totalidad de las actividades que se proponen implican proyectos de resolución de problemas, que toman como punto de partida esta metodología pedagógica. Esta iniciativa ha llevado a que esta institución educativa sea reconocida internacionalmente por el desarrollo y la aplicación de este modelo didáctico en educación superior (Askehave et al., 2015). Otra universidad que aplica ampliamente este tipo de metodologías es la Universidad de Maastricht (Países Bajos), donde se han sustituido un gran número de horas de clases magistrales por el trabajo colaborativo en proyectos en pequeños grupos (Maastricht University, n.d.).

En cualquier caso, llevar a cabo una valoración comparativa de la calidad de las distintas metodologías docentes es una tarea altamente compleja. Según los trabajos de investigación de Sousa (Sousa, 1995), el nivel de retención del conocimiento alcanzado en un periodo de 24 horas es muy variable en función del modelo de aprendizaje adoptado, siendo éste de un 5% tras clases magistrales, 50% tras discusión en grupo, 75% tras una experiencia práctica y 90% tras enseñar a otros. Teniendo esto en cuenta, resulta muy interesante la introducción de actividades educativas enmarcadas en el aprendizaje basado en proyectos, tales como la que se presenta en el presente Trabajo de Fin de

Máster. No obstante, esta metodología presenta a su vez algunas limitaciones, devenidas en general del cambio de roles que se da en relación con los modelos de enseñanza-aprendizaje tradicionales. Algunas de ellas son la limitación en la correcta asimilación del problema planteado, la dificultad en la realización de las preguntas adecuadas que guíen el proceso, el control del tiempo, el establecimiento de prioridades, el manejo de la información disponible, la selección de la información relevante y la argumentación de conclusiones (Pujol López et al., 2010; Sánchez, 2013).

Hasta la fecha, se han propuesto diferentes secuencias de actividades para desarrollar una intervención didáctica por medio del aprendizaje basado en proyectos. En la presente propuesta se ha seguido la siguiente estructura (Doppelt, 2003; Gülbahar & Tinmaz, 2006; Hmelo-Silver, 2004; Larmer & Mergendoller, 2010; Schmidt, 1983):

1. Panificación del proyecto por parte del profesor a partir de los contenidos del currículo y teniendo en cuenta el grupo de estudiantes que lo va a realizar y su contexto.
2. Planteamiento del problema por parte del profesor, procurando la activación de la curiosidad y la motivación de los alumnos.
3. Acuerdo entre profesor y estudiantes del tema del proyecto a desarrollar.
4. Establecimiento de los detalles del proyecto y su evaluación por parte del profesor e identificación adecuada por parte de los alumnos del problema a resolver.
5. Estudio del problema de manera grupal por parte de los alumnos y generación de ideas a través de una lluvia de ideas.
6. Búsqueda de información adicional de manera individual por cada uno de los integrantes del grupo.
7. Reunión de los miembros de cada grupo para la realización de una síntesis de la información recogida mediante discusión y contrastación. Redacción de las soluciones al problema.
8. Revisión por parte del profesor de los apuntes de investigación y los planteamientos de los estudiantes.
9. Construcción del producto por parte de los estudiantes.
10. Presentación del producto frente a una audiencia.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

6.1. Planificación

En el diseño de la presente intervención didáctica se ha escogido un tema significativo para los estudiantes y sus intereses: Las Energías Renovables.

Su elaboración se ha llevado a cabo según la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, publicada en el Boletín Oficial del Estado número 295 de 10 de diciembre de 2013, para la Mejora de la Calidad Educativa, que modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, donde se define el currículo como la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje (LOMCE, 2013).

En su planificación se ha seguido el modelo mostrado en la **Figura 1**, que busca dar respuesta a los principales interrogantes que se pueden plantear durante su desarrollo (Pro, 2014).

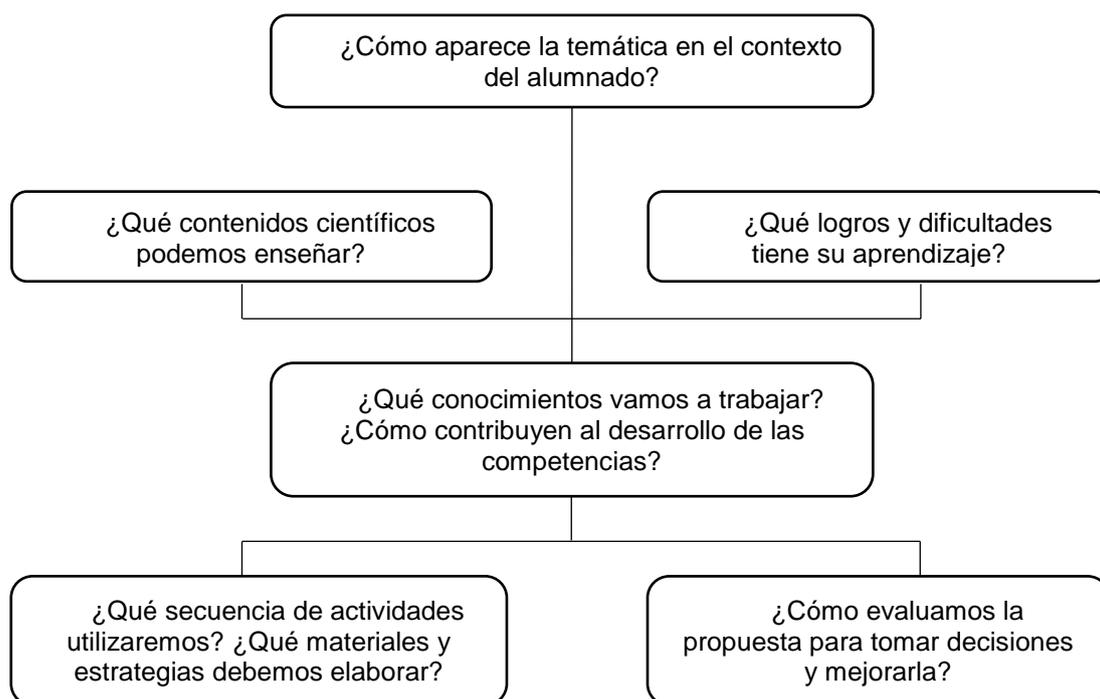


Figura 1. Modelo de planificación

Además de los criterios anteriores, en el desarrollo de la presente propuesta se han tenido en cuenta la presencia del contenido en el currículo oficial, su integración en la programación, la utilización de un capítulo de una serie de

televisión como elemento contextualizador y el empleo de la herramienta didáctica TIC Kahoot! como recurso de evaluación continua.

6.2. Contextualización

6.2.1. Las energías renovables en el contexto del alumnado

Los alumnos perciben cada vez más las energías renovables como una de las fuentes principales de energía. Esto se debe a la combinación de dos factores: la creciente escasez de combustibles fósiles y la situación actual de emergencia climática.

La base del proceso de industrialización en los países desarrollados fue la utilización masiva de combustibles fósiles. Desde entonces, el petróleo, el carbón y el gas natural han sido la principal fuente energética. Sin embargo, a partir de los años 70 comenzó a observarse cierta preocupación por la limitación de estos recursos, lo que llevó a una serie de shocks económicos que afectaron importantemente a los precios del barril de crudo (Fernández & Jusmet, 2010).

Por otra parte, la quema masiva de combustibles fósiles es la principal responsable de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. En los últimos 30 años se ha emitido el 50% del total desde la Revolución Industrial, lo que ha desencadenado una significativa aceleración del proceso de cambio climático, llevando a la sociedad actual a una situación de emergencia. Curiosamente, la preocupación por el cambio climático no cobró importancia hasta los años 90.

Entre los objetivos de la Unión Europea para 2030 se encuentra que el 32% de la energía consumida por los países miembros provenga de fuentes renovables, lo que requerirá del despliegue de, al menos, 45 GW de este tipo de fuentes energéticas, lo que se traduce en la creación de unos 500 nuevos parques de energías limpias (Suárez-Inclán, 2018).

6.2.2. Las energías renovables en el contexto de “El Colapso”

“El Colapso” (Bernard et al., 2019) es una serie de televisión creada por Canal+ que consta de ocho episodios, cada uno de aproximadamente 20 minutos de duración. En cada uno de los capítulos se presenta un mundo en el que el sistema ha colapsado invitando claramente a una reflexión acerca de nuestros actuales factores políticos, sociales, sanitarios, medioambientales y energéticos.

Para contextualizar la presente intervención educativa se utiliza el capítulo dos: “La Gasolinera”. La situación que se presenta tiene lugar cinco días después del colapso, cuando las dificultades de acceso a la energía y la escasez de recursos empiezan a tener consecuencias graves sobre nuestra sociedad. En este episodio se observa cómo el propietario de una estación de servicio raciona el poco combustible que le queda, vendiéndolo a cambio de alimentos. Sin embargo, los clientes se encuentran cada vez más desesperados y la situación se va complicando.

Tras el visionado el capítulo, los alumnos orientarán sus motivaciones hacia la búsqueda de soluciones para un panorama como el que se presenta, que pasarán necesariamente por el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas como las energías renovables.

6.2.3. Las energías renovables en el currículo oficial

Aunque la presente intervención didáctica se va a contextualizar dentro de la situación que se presenta en la serie “El Colapso”, su desarrollo en el aula va a tener lugar dentro de la asignatura de Cultura Científica de 4º de ESO, por lo que es necesario hacer una revisión del currículo oficial de la etapa de enseñanza secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma de La Rioja, correspondiente al Decreto 19/2015, de 12 de junio, publicado en el Boletín Oficial de La Rioja número 79 de 19 de junio de 2015 (BOR, 2015).

En este currículo, la temática de las energías renovables se incluye en el Bloque III: Avances Tecnológicos y su Impacto Ambiental, de cuyos contenidos, que son todos los siguientes, se trabajan directamente aquellos resaltados en negrita:

- Contaminación atmosférica: efecto invernadero y calentamiento global del planeta, lluvia ácida, incremento de sustancias tóxicas en suspensión. Los principales contaminantes atmosféricos y sus efectos.
- Contaminación del agua: principales agentes contaminantes.
- Desertización del suelo.
- La biodiversidad.
- **Energías limpias y no contaminantes.**
- La sobreexplotación de los recursos naturales: Causas demográficas y causas relacionadas con el consumo.

- Gestión sostenible de la Tierra: compromisos internacionales.

No obstante, mediante la presente propuesta se hace una síntesis integradora de toda la problemática presentada previamente en el resto de contenidos del Bloque y se buscan soluciones a la misma, tal y como se verá en el epígrafe 6.3.

El criterio de evaluación que se incluye directamente por medio de esta intervención educativa es el siguiente:

4. Justificar la necesidad de buscar nuevas fuentes de energías no contaminantes y económicamente viables, para mantener el estado de bienestar de la sociedad actual.

El mencionado criterio de evaluación se concreta en el siguiente estándar de aprendizaje evaluable:

4.1. Establece las ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía, tanto renovables como no renovables.

El tema de las energías renovables ya ha sido introducido previamente a los alumnos en el Bloque IV: La Energía, de la asignatura de Física y Química de 2º de ESO, mediante los criterios de evaluación:

5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.

6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.

7. Valorar la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.

Además, en el mismo nivel en el que se imparte la asignatura de Cultura Científica, 4º de ESO, en la materia de Biología y Geología dentro del Bloque III: Ecología y Medio Ambiente se trabaja el siguiente criterio de evaluación:

11. Asociar la importancia que tienen para el desarrollo sostenible, la utilización de energías renovables.

Por otra parte, los alumnos de la asignatura Cultura Científica son aquellos que la han elegido como optativa, por lo que temas científicos y tecnológicos de gran calado, como el que nos ocupa, despertarán un especial interés en ellos.

6.3. Integración en la programación de la asignatura

El currículo de la asignatura de Cultura Científica de 4º de ESO se compone de una serie de bloques muy variados, tal y como se observa a continuación:

- Bloque I: Procedimientos de Trabajo
- Bloque II: El Universo
- Bloque III: Avances Tecnológicos y su Impacto Ambiental
- Bloque IV: Calidad de Vida
- Bloque V: Nuevos Materiales

Esto hace que sea indispensable la creación de un hilo conductor que los una. En esta propuesta, la programación de la asignatura es la que se muestra en la **Tabla 2**. El curso se distribuye en siete unidades didácticas. La que nos ocupa, Las Energías Renovables, se encuentra al final del segundo trimestre justo a continuación de la UD 4: Las Fuentes de Energía.

Tabla 2. Unidades didácticas de la programación anual de la asignatura

Primer Trimestre	Segundo Trimestre	Tercer Trimestre
UD 1. Los científicos UD 2. El Universo	UD 3. Las amenazas al planeta UD 4. Las fuentes de energía UD 5. Las energías renovables	UD 6. Salud desde la ciencia UD 7. Nuevos materiales

De esta manera, cuando los alumnos se enfrenten a esta actividad ya conocerán las fuentes de energía no renovables, la importancia y la finalidad de la energía eléctrica, las transformaciones energéticas y el principio de conservación.

En esta programación de la asignatura se incluye que en cada trimestre los alumnos den solución a un problema tecnológico, de manera que se produzca una integración de los contenidos trabajados en cada periodo. El proyecto que se diseña a través de la presente propuesta es el correspondiente al segundo trimestre, por lo que los alumnos tendrán que presentarlo al final de éste período.

6.4. Competencias

Esta propuesta contribuye al desarrollo transversal de la totalidad de las competencias clave fijadas por la LOMCE mediante la Orden ECD/65/2015 de 21 de enero (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), tal y como se describe en los siguientes apartados 6.4.1 - 6.4.7.

6.4.1. Competencia en comunicación lingüística

Conocer y utilizar el vocabulario relacionado con la energía, los circuitos eléctricos y las energías renovables; expresarse en términos científicos de manera oral y escrita; comprender procedimientos y textos científicos; escuchar con atención e interés, controlando y adaptando la respuesta a cada situación; desarrollar una actitud abierta al diálogo crítico y constructivo; reconocer el diálogo como herramienta de convivencia; mostrar interés por la interacción con los demás; entender la repercusión del uso propio de la lengua en otras personas.

6.4.2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología

Conocer: números, medidas, geometría, sistemas físicos y tecnológicos e investigación científica; usar principios y procesos matemáticos y físicos para resolver problemas; analizar gráficos; interpretar resultados matemáticos; utilizar máquinas tecnológicas; manipular expresiones algebraicas; tomar decisiones basadas en argumentos científicos; desarrollar una actitud de respeto hacia los datos y su veracidad; asumir los criterios éticos asociados a la tecnología; apoyar la investigación científica y tecnológica; valorar el conocimiento científico.

6.4.3. Competencias sociales y cívicas

Colaborar con otras personas para la consecución de un objetivo; comprender los códigos de conducta de nuestra sociedad así como los conceptos de igualdad y de no discriminación; adecuar el comportamiento a los diferentes contextos; comunicarse de manera respetuosa y constructiva; manifestar solidaridad e interés por resolver problemas; tomar decisiones; tener interés por el desarrollo socioeconómico.

6.4.4. Conciencia y expresiones culturales

Desarrollar la iniciativa, la creatividad y la imaginación; ser capaz de emplear distintos materiales y técnicas en el desarrollo de proyectos; aplicar diferentes habilidades de pensamiento; valorar la libertad de expresión.

6.4.5. Aprender a aprender

Reconocer los conocimientos propios y las carencias; conocer diferentes estrategias de planificación y resolución de tareas, así como de evaluación de procesos y resultados; entender y valorar la importancia de la ciencia y la tecnología en el mundo cotidiano; mostrar motivación, necesidad y curiosidad por el aprendizaje; sentirse protagonista del proceso y del resultado del aprendizaje; tener una percepción de auto-eficacia y confianza en uno mismo.

6.4.6. Competencia digital

Utilizar de manera adecuada, segura y creativa el ordenador y otras tecnologías de la información; manejar diversas fuentes de información; utilizar recursos tecnológicos para la comunicación y resolución de problemas; buscar, usar y procesar información de manera crítica y sistemática; desarrollar una actitud activa, crítica y realista hacia las tecnologías; valorar las fortalezas y las debilidades de los medios tecnológicos; tener curiosidad y motivación hacia el uso y la mejora de las tecnologías; respetar los principios éticos en el uso de la tecnología.

6.4.7. Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor

Planificar y resolver situaciones de incertidumbre encaminadas a la adquisición de conocimiento; conocer las oportunidades existentes para las actividades profesionales; analizar, organizar y gestionar diferentes situaciones; mostrar capacidad de adaptación a los cambios; saber comunicar, presentar, negociar y evaluar; actuar de manera creativa e imaginativa; tener autoconocimiento y autoestima; mostrar iniciativa, interés y proactividad.

6.5. Secuencia de actividades

La presente propuesta de intervención didáctica se divide en las cuatro etapas que se definen en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Etapas del proyecto propuesto

Etapa	Descripción
1. Introducción del tema	Motivación e identificación de los conocimientos previos mediante visionado de un capítulo de la serie de televisión “El Colapso” y debate.
2. Desarrollo del producto	Investigación y construcción de un prototipo teniendo en cuenta los requerimientos del proyecto y los criterios de calificación.
3. Presentación del producto	Defensa del producto frente a una audiencia.
4. Concurso	Concurso de preguntas y respuestas basado en la plataforma Kahoot!

6.5.1. Introducción al tema y activación de conocimientos previos

Tal y como se ha indicado anteriormente, la identificación de los conocimientos previos de los estudiantes es una de las claves del modelo pedagógico constructivista.

La actividad que se propone comenzará con el visionado del episodio dos de “El Colapso” (**Figura 2**). Durante sus 20 minutos de duración, los alumnos se interesarán por el tema que se describe e irán orientando su motivación hacia la búsqueda de soluciones a la situación que se les plantea. Reflexionarán acerca de diferentes cuestiones entre las que se encuentran:

- ¿Cómo hemos llegado hasta aquí?
- ¿Qué probabilidades hay de que el escenario que se plantea en la serie ocurra en el mundo actual?
- ¿Qué efectos tendría sobre nuestras vidas?
- ¿Cómo podríamos dar solución al problema que se nos describe?



Figura 2. Fotograma de la serie “El Colapso”

Una vez finalizado el capítulo, el profesor planteará una pregunta abierta con el objetivo de fomentar la reflexión y que sean los propios alumnos quienes, mediante un debate constructivista, orienten la temática de la actividad. La pregunta podría ser la siguiente:

- ¿Cómo podemos recuperar el acceso a la energía?

Aunque la fantasía de los estudiantes puede hacer surgir una gran variedad de comentarios, lo esperado es que el debate se dirija hacia la búsqueda de soluciones sostenibles que aseguren la generación energética. La respuesta final esperada podría ser similar a la que sigue:

- Mediante el uso de energías renovables.

No obstante, hay muchas otras respuestas posibles, por lo que el profesor debe estar atento en caso de que sea necesario reconducir la conversación hacia el tema de las energías renovables y la dependencia actual de los combustibles fósiles. Una posibilidad es la formulación de cuestiones complementarias, como pueden ser las que se presentan a continuación:

- ¿Creéis que se podría acceder a la energía a pesar de la escasez de petróleo?
- ¿Conocéis alguna fuente energética que podría funcionar en la situación que se plantea en la serie?
- ¿Consideráis que las energías renovables podrían formar parte de la solución al problema?

Es posible que algunos estudiantes planteen preguntas que se encuentran fuera del currículo y que pueden llegar a suponer un reto para el profesor pero nunca inseguridad. De hecho, esto es precisamente lo que el constructivismo promueve: la posición del alumno en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En estos casos, el profesor puede indicar que en próximas sesiones solucionará las dudas planteadas por los estudiantes.

Este debate será útil para que el profesor capte las ideas previas de los alumnos y observe cómo sus conocimientos acerca de las energías renovables, surgidos en la asignatura de Física y Química de 2º de ESO, han continuado su construcción hasta su estado actual. Estas observaciones determinarán los conocimientos científicos que se podrán enseñar mediante la intervención

didáctica que se plantea, así como las dificultades adicionales que puedan surgir durante su desarrollo.

Al mismo tiempo, mediante esta primera intervención, el docente ha activado la curiosidad de los estudiantes por el proyecto, orientando su motivación hacia el mismo.

6.5.2. Construcción de un prototipo

Una vez que los alumnos están motivados para desarrollar el proyecto, habiendo reflexionado acerca de la problemática introducida por el profesor y decidido por ellos mismos cómo dar solución al problema planteado, y que el docente está seguro de los nuevos conocimientos que se pueden desarrollar, habiendo observado las ideas previas de los estudiantes y las posibles dificultades que pueden encontrarse, se diseñarán grupos de trabajo heterogéneos (ver epígrafe 6.7) encargados de construir un prototipo de generador de energía sostenible.

Con los grupos de trabajo ya formados, el profesor explicará los detalles del proyecto, indicando claramente que lo que se busca es que los alumnos creen su propia fuente de energía para dar solución al problema. En todo caso, el docente intentará que sean los propios alumnos los que decidan qué es lo que quieren construir. Por supuesto, él les guiará en la toma de decisiones, les explicará los requerimientos y la evaluación, y les orientará hacia un proyecto que sea acorde a las condiciones de trabajo, teniendo en cuenta los materiales y herramientas disponibles en el aula-taller del centro educativo.

Evidentemente, se trata de que sean los propios alumnos quienes decidan qué proyecto quieren proponer. A pesar de ello, a continuación se presentan algunas opciones interesantes:

- Energía hidroeléctrica: turbina hidráulica.
- Energía eólica: molino eólico.
- Energía solar: placa solar.
- Energía electroquímica: pila de limón.

Ya con el proyecto decidido, los integrantes de cada grupo de trabajo investigarán y buscarán información sobre el prototipo que desean construir para responder al trabajo de manera adecuada. El profesor se reunirá con cada uno de los grupos para revisar sus ideas y planes, y para prestarles ayuda en función

de sus necesidades. En el epígrafe 6.5 se dan unas guías generales para la construcción de los prototipos propuestos.

A continuación, cada grupo construirá su propio prototipo de fuente de energía en el aula-taller bajo la supervisión del profesor, que irá interactuando con todos ellos para evaluar su progreso. Así, el profesor actuará como guía del proceso de aprendizaje, planteando retos y cuestiones a los estudiantes y procurando mantener el control de la actividad en el aula-taller.

6.5.3. Presentación del prototipo

Con la construcción del prototipo finalizada, los componentes de cada grupo presentarán sus proyectos frente al resto de la clase, poniendo especial énfasis sobre cómo su propuesta da solución al problema planteado. Sus compañeros y el profesor podrán formularles preguntas acerca del mismo.

6.5.4. Concurso de preguntas y respuestas

Una vez presentados todos los proyectos, el profesor planteará un concurso de preguntas y respuestas basado en la plataforma Kahoot! (King, 2017). En él, los alumnos verán en la pantalla de clase una pregunta a la vez y tendrán que responderlas desde su dispositivo, pudiendo ser éste un ordenador del centro educativo o bien su propio teléfono móvil.

De los cuatro modos de trabajo en Kahoot! (*Quiz, Jumble, Discussion y Survey*) se seleccionará *Quiz*, ya que de lo que se trata es de simular un concurso de preguntas y respuestas en la clase. En este modo, la pantalla con la formulación de la pregunta incluirá, además, cuatro respuestas posibles, de las que cada estudiante intentará seleccionar la correcta en el menor tiempo posible.

Las preguntas se confeccionarán en función de los proyectos desarrollados por los alumnos. Entre las cuestiones que se podrían formular en el caso de las opciones propuestas previamente se encuentran las siguientes:

- ¿Qué tipo de energía se genera mediante una turbina hidráulica?
- ¿Cuál es el fenómeno que genera la energía eólica?
- ¿Por qué para encender el diodo LED es necesario instalar un alternador a las turbinas hidráulicas y eólicas?

- ¿Qué pasaría si el agua incidiera a una mayor velocidad sobre la turbina hidráulica?
- ¿Qué pasaría si las hélices del molino eólico fueran más grandes?
- ¿Qué ocurre en la superficie de las celdas de la placa solar cuando sobre ellas incide la radiación del Sol?
- ¿Por qué si no incide la radiación solar sobre la placa no se enciende el diodo LED?
- ¿Por qué hay que añadir sal al agua de la placa solar para que ésta funcione?
- ¿Qué ocurre en el clavo al cerrar el circuito con el limón y la moneda?
- ¿Qué ocurre en la moneda al cerrar el circuito con el limón y el clavo?
- ¿Qué ocurre al añadir un mayor número de limones en la pila de limón?

6.6. Guías generales para la construcción de los prototipos

Como se ha mencionado anteriormente, esta propuesta pretende poner al alumno en el centro de la creación de su propio conocimiento. Por lo tanto, el papel del docente se limitará a la guía de los estudiantes a lo largo de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, es posible que las ideas de los alumnos sean demasiado complejas e incluso irrealizables con las herramientas y materiales disponibles en el centro. Por este motivo, se incluyen a continuación algunas indicaciones generales acerca de cómo construir los prototipos propuestos en el apartado 6.4.2 de manera simple.

6.6.1. Energía hidroeléctrica: turbina hidráulica

A continuación se muestra cómo confeccionar una turbina hidráulica para generar energía hidroeléctrica con las herramientas y materiales de la **Tabla 4** (Casas, 2017).

Tabla 4. Herramientas y materiales necesarios para la construcción de la turbina hidráulica

Herramientas	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> - Tijeras - Cúter 	<ul style="list-style-type: none"> - Botella de plástico - Lápiz - Cuerda de 15 cm - Cuerda de 10 cm

1. Recortar la parte superior de la botella, tal y como se indica en la primera imagen de la **Figura 3**.
2. Una vez separada la parte inferior de la botella, hacer ocho agujeros equidistantes, 1 cm por encima del fondo, y dos agujeros equidistantes, 1 cm por debajo de la parte superior.
3. Introducir un lápiz en los agujeros para darles dirección hacia uno de los lados

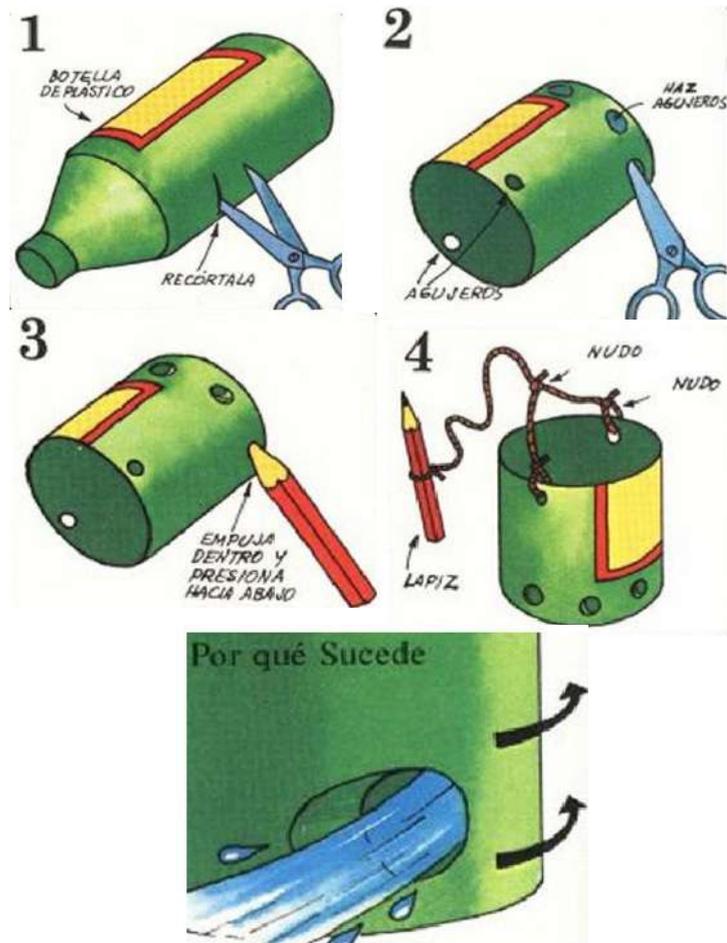


Figura 3. Procedimiento para construir una turbina hidráulica, ilustraciones tomadas de Casas 2017

4. Anudar cada extremo de la cuerda corta a cada agujero situado en la parte superior. A continuación, con la cuerda larga anudar el lápiz al centro de la cuerda corta.
5. Funcionamiento: al irse llenando el recipiente con agua, el agua se desalojará de manera oblicua, siguiendo la dirección de los agujeros, lo que hará que éste gire. Dicho movimiento podrá ser utilizado para generar electricidad si activa un alternador.

En el apartado 6.6.3 se explica cómo crear un alternador eléctrico que se pueda acoplar a esta turbina hidráulica para así generar energía eléctrica.

6.6.2. Energía eólica: molino eólico

A continuación se muestra cómo construir un molino eólico para generar energía eólica con las herramientas y los materiales de la **Tabla 5** (IES Villa de Vícar, n.d.).

Tabla 5. Herramientas y materiales necesarios para la construcción del molino eólico

Herramientas	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> - Tijeras - Pistola termofusible - Taladro 	<ul style="list-style-type: none"> - Tablero de madera 20 cm x 15 cm - Listón de madera de 45 cm x 2 cm x 2 cm - Escuadras de madera de 4 cm x 2 cm x 2 cm (2) - Cola termofusible - Varilla roscada M4 - Tornillos M4 (2) - Arandelas M4 - Tuercas M4 - Plancha de polietileno de alta densidad

1. Unir el listón (mástil) al tablero (base) con cola termofusible. Situar una escuadra de madera a cada lado para aumentar su estabilidad.
2. Taladrar un agujero en el mástil e introducir por él la varilla. Para ello, situar a cada lado del mástil dos tuercas con arandelas apretadas la una contra la otra y con espacio respecto al mástil (2 mm) para que se pueda producir el giro.
3. Dibujar en la plancha de polietileno el cuadrado que se va a convertir en la turbina del molino y recortarlo por las líneas dibujadas, tal y como se indica en la imagen 3 de la **Figura 4**.
4. Doblar cada una de las aspas del molino, como se indica en la imagen 4 de la **Figura 4** y pegarlo al eje de giro.
5. Funcionamiento: al incidir el aire en movimiento sobre la turbina del molino eólico, activará el giro del eje. Dicho movimiento podrá ser utilizado para generar electricidad si activa un alternador.

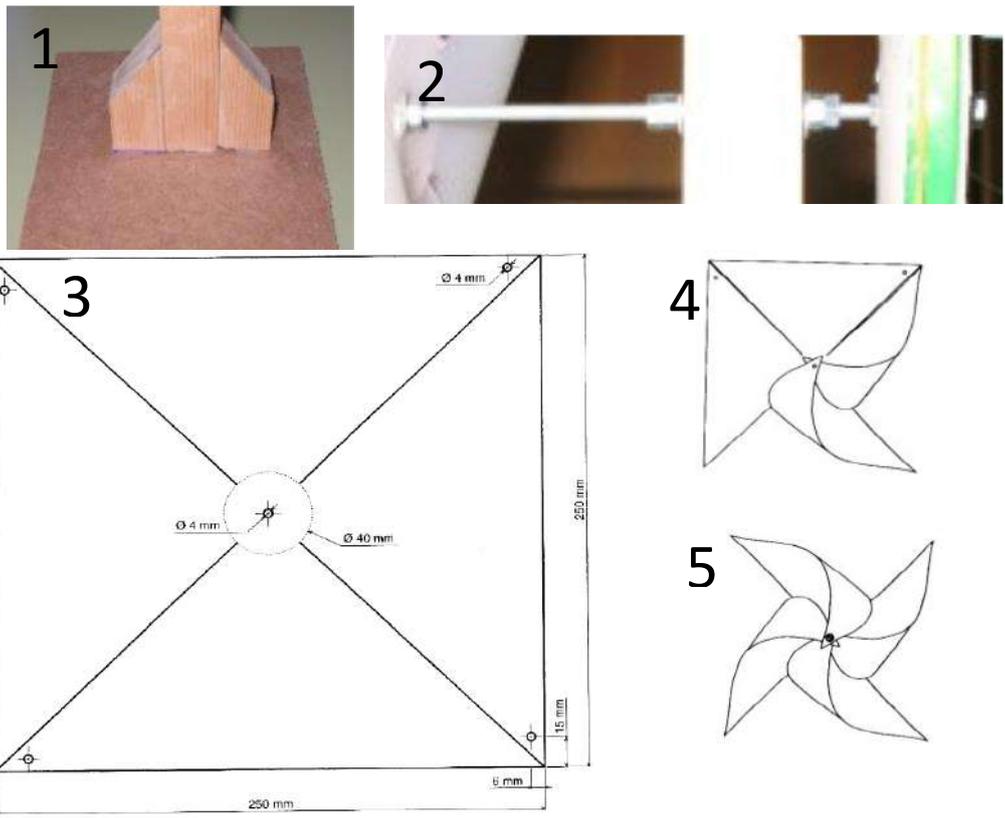


Figura 4. Procedimiento para construir un molino eólico, ilustraciones tomadas de IES Villa de Vúcar

En el apartado 6.6.3 se explica cómo crear un alternador eléctrico que se pueda acoplar a esta turbina hidráulica para así generar energía eléctrica.

6.6.3. Alternador eléctrico

Una vez construida la turbina hidráulica o el molino eólico, la energía mecánica que se produce en el eje de movimiento ha de transformarse en energía eléctrica para poder encender un diodo LED mediante un circuito eléctrico básico como el que se muestra en la **Figura 5**.

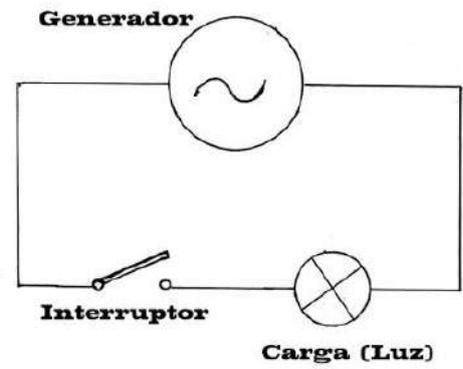


Figura 5. Circuito eléctrico básico formado por generador de corriente eléctrica, interruptor y diodo LED

Para llevar a cabo esta transformación de energía se puede utilizar un motor eléctrico de un juguete estropeado. De hecho, los motores eléctricos y los generadores eléctricos tienen muchas cosas en común. El problema es que para generar la tensión necesaria para poder encender el diodo LED, es necesario hacer girar el eje del motor (alternador) a unas revoluciones aceptables, muy superiores a las que se obtienen a partir del giro de una turbina hidráulica o un molino eólico. Por este motivo, será necesario añadir un multiplicador al diseño.

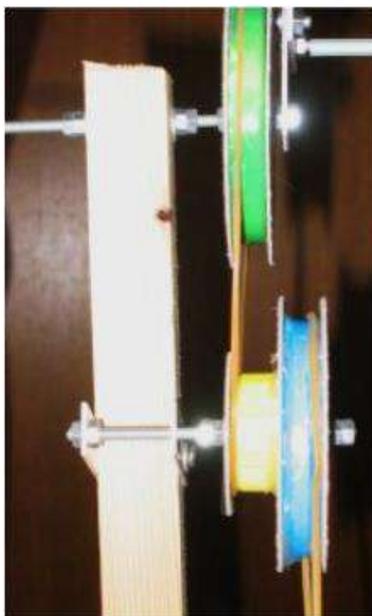


Figura 6. Multiplicador creado a base de un sistema de poleas, ilustración tomada de IES Villa de Vúcar

La fabricación del multiplicador se puede hacer fácilmente mediante una combinación de poleas, como la que se encuentra en la **Figura 6** (IES Villa de Vúcar, n.d.), utilizando para ello los materiales y las herramientas de la **Tabla 6**.

El eje que transmite el movimiento desde la turbina hidráulica o el molino eólico está dotado de una polea A (verde) que transmite este movimiento a un segundo eje a través de una doble polea. Esta doble polea consta de una primera polea B (amarilla), cuyo radio es la mitad que el de la segunda polea C (azul), siendo éste idéntico al de la polea A, situada en el eje que transmite el movimiento.

Para que el movimiento se transmita adecuadamente desde el eje de la turbina al eje del alternador se conecta la polea A con la B mediante una goma elástica y la polea C con el eje del motor (alternador) con otra goma elástica, ambas con una ligera tensión.

Tabla 6. Herramientas y materiales necesarios para la construcción del alternador eléctrico

Herramientas	Materiales
<ul style="list-style-type: none">- Tijeras- Pistola termofusible- Destornillador- Punzón	<ul style="list-style-type: none">- Motor de un juguete estropeado- Tapas plásticas de envases de alimentos (2)- Tapones de garrafas de agua (2)- Tapón de botella- Gomas elásticas (2)- Diodo LED- Cable de cobre- Cola termofusible- Tornillos

Procedimiento:

1. Recortar seis círculos en las tapas plásticas. Cuatro de ellos con un diámetro 0.5 cm superior al de los tapones grandes y los otros dos con un diámetro 0.5 cm superior al del tapón pequeño.
2. Crear las poleas pegando en los dos laterales de cada tapón los círculos (los grandes para los tapones grandes y los pequeños para el tapón pequeño) y haciendo un agujero en el centro.
3. Pegar una de las poleas grandes al eje del movimiento con cola termofusible.
4. Pegar las dos poleas pequeñas la una a la otra para crear la doble polea.
5. Medir la distancia a la que se deben situar las poleas entre sí para que, una vez se conecten mediante la goma elástica, ésta quede ligeramente tensa.
6. Atornillar la doble polea, a la distancia determinada en el paso anterior, sobre la superficie del mástil del molino eólico.
7. Medir la distancia a la que se debe situar el motor respecto a la polea para que, una vez se conecten mediante la goma elástica, ésta quede ligeramente tensa.
8. Pegar el motor con cola termofusible a la distancia determinada en el paso anterior.

9. Conectar la polea A con la B mediante una goma elástica y la polea C con el eje del motor con otra goma elástica, tal y como se muestra en la **Figura 6**.
10. Montar el circuito de la **Figura 5**.

6.6.4. *Energía solar: placa solar.*

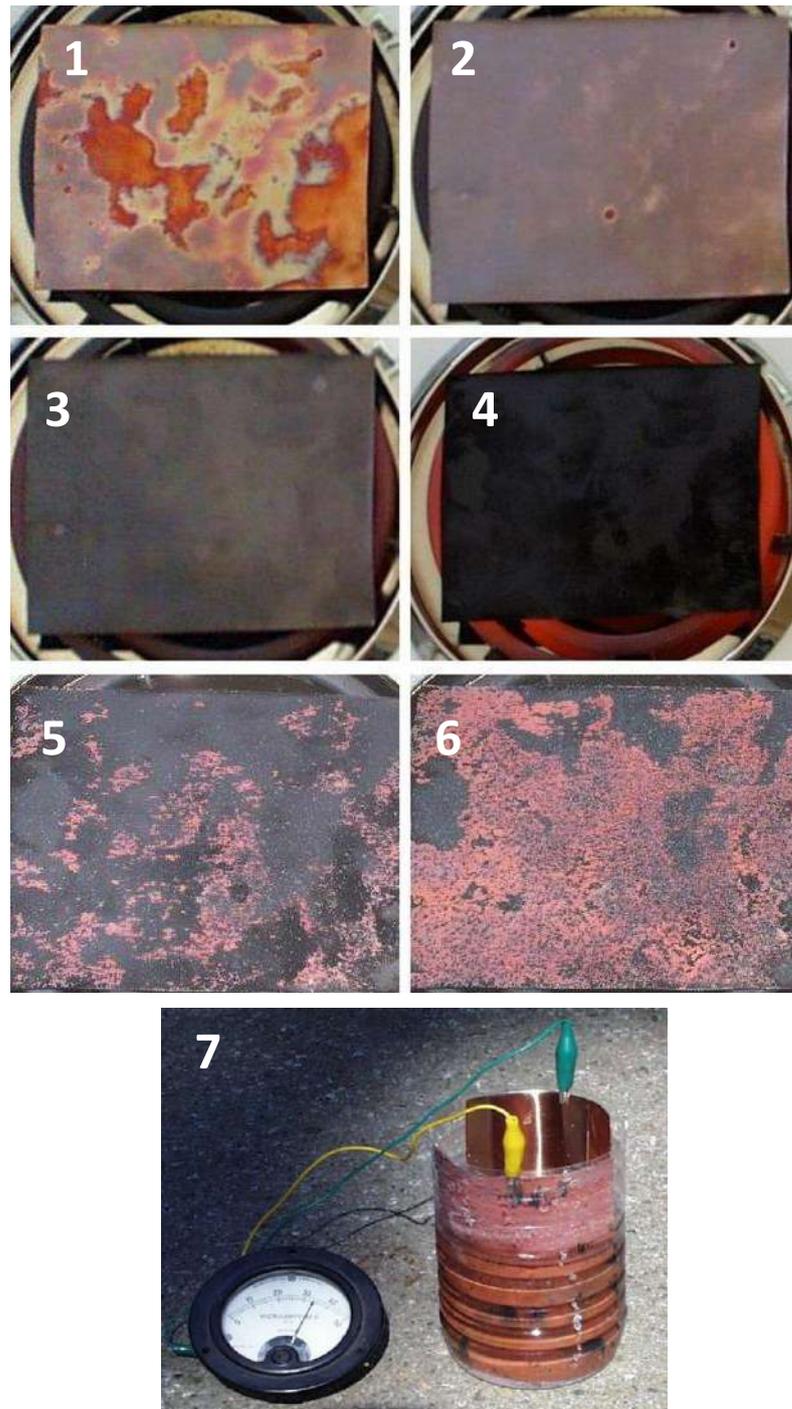
A continuación se muestra cómo construir una placa solar para generar energía con los materiales y herramientas de la **Tabla 7** (Valer, 2008).

Tabla 7. Herramientas y materiales necesarios para la construcción de la placa solar

Herramientas	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> - Tijeras - Placa calefactora eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Lámina de cobre 30 cm x 30 cm x 1/16" - Garrafa de plástico - Cables con pinzas de cocodrilo - Agua - Sal de mesa - Limón - Diodo LED

1. Lavar bien las manos para evitar transferir grasa sobre las superficies.
2. Lavar la lámina de cobre.
3. Recortar la lámina de cobre (celda) en cuadros de 10 cm x 10 cm.
4. Calentar la celda en la placa durante 30 minutos. Primero la celda adoptará un aspecto como el que muestra en la primera imagen de la **Figura 7**. Calentar hasta que se forme una buena capa negra de óxido cuproso, lo que llevará unos 30 minutos, tal y como se puede ver en la secuencia de imágenes 1-4 de la **Figura 7**.
5. Dejar enfriar la celda unos 20 minutos. En este proceso se irán formando escamas como las que se ven las imágenes 5-6 de la **Figura 7**.
6. Recortar una segunda lámina de cobre idéntica a la primera.
7. Recortar la parte superior de la garrafa de plástico para crear un cubo de plástico.
8. Colocar sobre la parte superior de la pared del cubo de plástico las celdas, una frente a la otra sin que entren en contacto, anclándolas con las pinzas de cocodrilo de un par de cables, como se muestra en la última imagen de la **Figura 7**.

9. Llenar el cubo con agua salada y unas gotas de zumo de limón hasta contactar ambas celdas.
10. Montar un circuito como el de la **Figura 7**.
11. Funcionamiento: al incidir la radiación solar sobre la celda cubierta de óxido cuproso, que es un semiconductor, se producen electrones libres por medio del efecto fotoeléctrico, lo que generará una corriente eléctrica que encenderá el diodo LED.



6.6.5. Energía electroquímica: pila de limón.

A continuación se muestra cómo preparar una pila de limón para generar energía electroquímica con los materiales y herramientas de la **Tabla 8** (Nelly, 2014).

Tabla 8. Herramientas y materiales necesarios para la construcción de la pila de limón

Herramientas	Materiales
- Cúter - Multímetro	- Limones - Clavos de zinc - Monedas de cobre - Cables con pinzas de cocodrilo - Diodo LED

1. Hacer una incisión con un cúter en cada extremo de un limón.
2. Clavar en una de las incisiones del limón un clavo y en la otra una moneda.
3. Si montamos un circuito como el de la imagen 2 de la **Figura 8** veremos que el diodo LED no se enciende. Esto se debe a que la tensión eléctrica generada es baja. Si conectamos el multímetro veremos que ésta es de en torno a 1 voltio.
4. Repetir los pasos 1 y 2 con otro limón y conectar los dos limones en serie al multímetro, tal y como se muestra en la tercera imagen de la **Figura 8**. Ahora la tensión es mayor, casi 2 voltios.
5. Repetir los pasos 1 y 2 con otros dos limones, de manera que se pueden conectar cuatro limones en serie con el multímetro. La tensión ahora será bastante mayor.
6. Conectar un circuito como el de la cuarta imagen de la **Figura 8** y observar cómo se enciende el diodo LED.
7. Funcionamiento: al conectar el zinc (clavo) al cobre (moneda) mediante una disolución electrolítica (limón) se produce una reacción de oxidación en el zinc (ánodo) en la que se generan electrones que, con los protones presentes en el electrolito se reducen en el cobre (cátodo), produciéndose hidrógeno, y dando lugar a una corriente eléctrica.

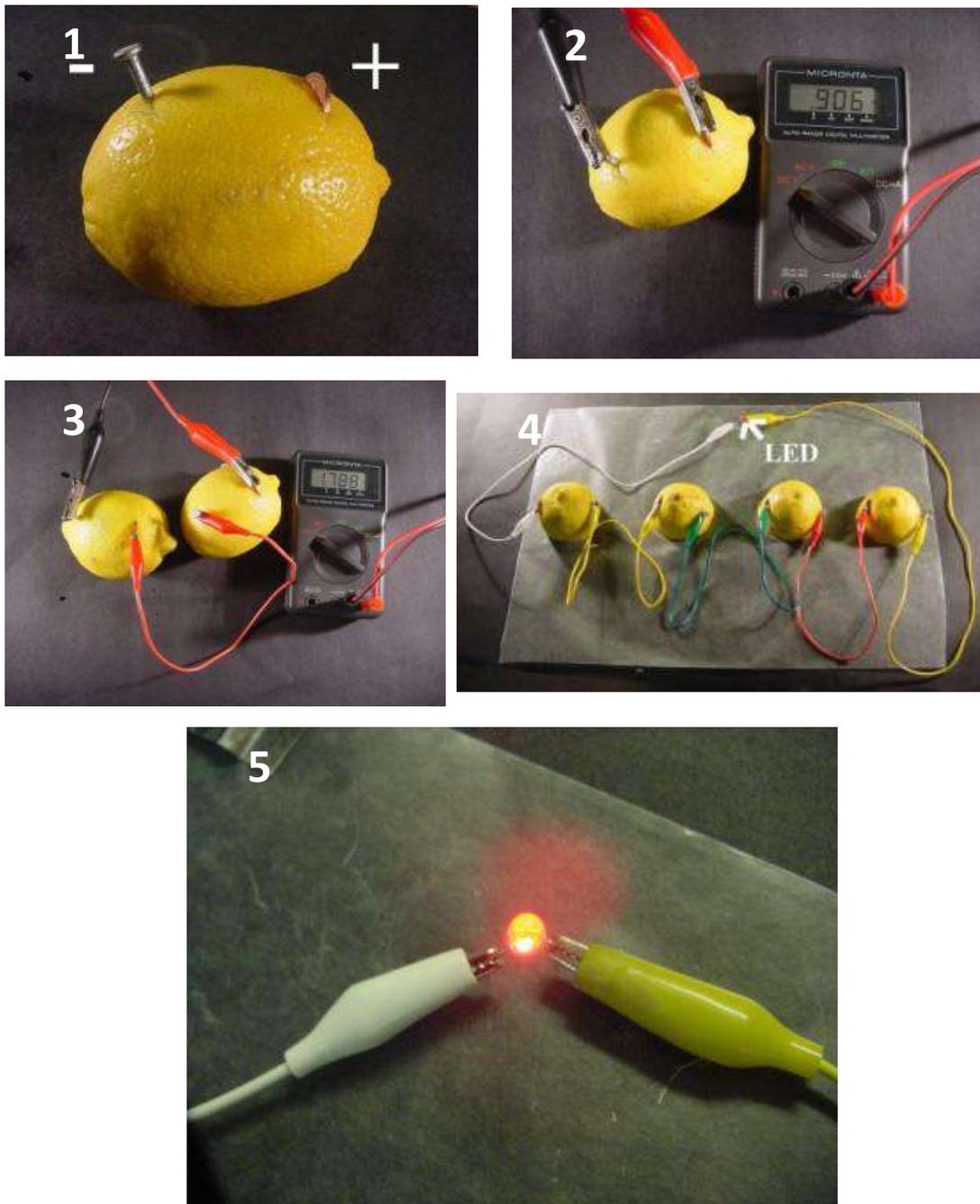


Figura 8. Procedimiento para construir un generador electroquímico con limones, ilustraciones tomadas de Nelly 2014

6.7. Agrupamientos y diversidad

Tal y como se mencionó en el capítulo 5, el trabajo colaborativo favorece el desarrollo de una serie de habilidades interpersonales muy interesantes, que se encuentran presentes de manera transversal en las competencias clave de la LOMCE (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015). Por este motivo, en esta propuesta se apuesta por el trabajo en grupo. Teniendo en cuenta la

diversidad existente en las aulas, el agrupamiento más recomendable para la realización de este proyecto es la formación de grupos heterogéneos.

Este tipo de agrupamiento consiste en poner a trabajar juntos a alumnos que destacan por sus capacidades, su interés y su esfuerzo con estudiantes que no tienen tan desarrolladas estas características, con la finalidad de que se complementen. Esta estrategia permite, por ejemplo, que alumnos con necesidades especiales educativas, aprendan de los estudiantes más aventajados y sientan motivación por alcanzar su nivel, bajo la premisa de que comportamiento genera comportamiento.

Los proyectos que se proponen en esta intervención educativa están diseñados para realizarse en grupos de tres o cuatro estudiantes. Por lo tanto, para un grupo clase de 24 alumnos pueden crearse seis grupos de cuatro alumnos cada uno o bien, ocho grupos de tres alumnos. Esta decisión dependerá de las sesiones disponibles en el calendario académico. La temporalización que se propone en esta intervención educativa, que se presenta en el epígrafe 6.8, está diseñada para seis grupos de cuatro estudiantes.

6.8. Temporalización

Tal y como se ha mencionado en el epígrafe 6.3, este proyecto se desarrollará en la segunda mitad del segundo trimestre, realizándose la presentación por parte de los alumnos al final del mismo. Por este motivo, cada una de las sesiones de las últimas cinco semanas del trimestre se impartirá en el aula-taller y la mayoría de estas sesiones se dividirá en dos partes. En la primera parte las actividades se centrarán en la exposición del temario por parte del profesor, mientras que en la segunda los alumnos avanzarán en el desarrollo de su proyecto.

La asignatura Cultura Científica de 4º de ESO consta de 3 horas semanales, por lo que la actividad se desarrollará a lo largo de 13 medias sesiones y dos sesiones completas, siendo éstas la primera y la última de la serie. Las actividades, los agentes implicados, los agrupamientos y el tiempo dedicado a cada una de las sesiones se resumen en la **Tabla 9** (Tablas 9a-9d).

Tabla 9a. Actividades, agentes implicados, agrupamientos y tiempo dedicado a cada una de las sesiones de la primera semana

Semana 1				
Sesión	Actividad	Agente	Agrupamiento	Tiempo (min)
1	Visionado del episodio 2 de “El Colapso”	Profesor Alumnos	Grupo grande	30
	Debate	Profesor Alumnos		20
2	Presentación de los grupos	Profesor	Grupo grande	5
	Concreción del proyecto	Profesor Alumnos		20
	Investigación y búsqueda de información en casa	Alumnos	Grupos reducidos	-
3	Selección del producto	Profesor Alumnos	Grupos reducidos	25
	Investigación y búsqueda de información en casa	Alumnos	Grupos reducidos	-

Tabla 9b. Actividades, agentes implicados, agrupamientos y tiempo dedicado a cada una de las sesiones de la segunda semana

Semana 2				
Sesión	Actividad	Agente	Agrupamiento	Tiempo (min)
4	Revisión de la investigación y de la búsqueda de información	Profesor Alumnos	Grupos reducidos	25
	Investigación y búsqueda de información en casa	Alumnos	Grupos reducidos	-
5	Revisión de la investigación y de la búsqueda de información	Profesor Alumnos	Grupos reducidos	25
6	Comienzo de la construcción del producto	Profesor Alumnos	Grupos reducidos	25

Tabla 9c. Actividades, agentes implicados, agrupamientos y tiempo dedicado a las sesiones de la tercera y cuarta semana

Semanas 3-4				
Sesión	Actividad	Agente	Agrupamiento	Tiempo (min)
7-12	Construcción del producto	Alumnos Profesor	Grupos reducidos	25

Tabla 9d. Actividades, agentes implicados, agrupamientos y tiempo dedicado a cada una de las sesiones de la quinta semana

Semana 5				
Sesión	Actividad	Agente	Agrupamiento	Tiempo (min)
13-14	Presentación del prototipo 1-6	Alumnos	Grupos reducidos	10-15
	Preguntas y respuestas	Profesor Alumnos	Grupo grande	5-8
15	Concurso de preguntas y respuestas	Profesor Alumnos	Grupo grande	35
	Evaluación de la propuesta didáctica por parte de los alumnos	Alumnos	Individual	15

6.9. Instalaciones, materiales y recursos didácticos

En referencia a la primera sesión, en la que se realizará la proyección del capítulo de la serie de televisión, lo más recomendable es llevarla a cabo en el aula de audiovisuales. Para su visualización serán necesarios:

- Ordenador con pantalla de proyección y altavoces
- Serie de televisión “El Colapso” (Bernard et al., 2019)

La parte central del desarrollo de la presente propuesta de intervención educativa tendrá lugar en el aula-taller del centro educativo. Esta ubicación deberá contar con bancos de trabajo y con varios juegos de herramientas básicas.

Para la construcción de los prototipos propuestos serán necesarias, al menos, las herramientas y materiales de la **Tabla 10**.

Tabla 10. Herramientas y materiales necesarios para la construcción de los prototipos propuestos

Herramientas	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> - Tijeras - Cúter - Pistola termofusible - Taladro - Destornillador - Punzón - Placa calefactora eléctrica - Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Botellas y garrafas de plástico - Tapones de botellas y garrafas de agua - Tapas plásticas de envases de alimentos - Planchas de polietileno de alta densidad - Láminas de cobre - Cables con pinzas de cocodrilo - Tableros de madera - Listones de madera - Cola termofusible - Varillas roscadas - Tornillos - Arandelas - Tuercas - Clavos - Gomas elásticas - Lápices - Cuerda - Agua - Sal de mesa - Limones - Monedas de cobre - Motores de juguetes estropeados - Diodos LED

Finalmente, la ejecución del concurso de preguntas y respuestas se puede llevar a cabo en el propio aula-taller, si se utilizan los dispositivos móviles de los alumnos. Sin embargo, para evitar ahondar en la brecha digital existente entre los estudiantes, aquí se propone realizar esta sesión en el aula de informática del centro, de manera que los alumnos utilicen los ordenadores disponibles para participar en esta actividad. Para su ejecución se utilizarán los siguientes recursos didácticos:

- Ordenadores con conexión a internet
- Kahoot! (<https://kahoot.it/>)

6.10. Criterios de evaluación

La evaluación, que incluye todas las actividades que se han planteado previamente en el cronograma del epígrafe 6.8, se hace de manera continua y utiliza los siguientes instrumentos: diario de clase del profesor, cuaderno de clase del alumno, rúbricas y respuestas de los alumnos al concurso. De esta manera, se llevan a cabo diferentes tipos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa. La **Tabla 11** muestra un resumen del tipo de evaluación que se hace de cada una de las actividades realizadas a lo largo del desarrollo del proyecto, así como de los instrumentos de evaluación utilizados en la misma.

Tabla 11. Evaluación de las diferentes actividades realizadas, incluyendo el tipo de evaluación y el instrumento utilizado para la misma.

Sesión	Actividad	Tipo de evaluación	Instrumento de evaluación
1	Visionado del episodio 2 de “El Colapso”	Diagnóstica Formativa	Diario de clase del profesor
	Debate		
2	Presentación de los grupos	Formativa	Diario de clase del profesor
	Concreción del proyecto		
	Investigación y búsqueda de información en casa	Formativa Sumativa	Cuaderno de clase del alumno Rúbrica
3	Selección del producto	Formativa	Diario de clase del profesor
	Investigación y búsqueda de información en casa	Formativa Sumativa	Cuaderno de clase del alumno Rúbrica
4	Revisión de la investigación y de la búsqueda de información	Formativa Sumativa	Cuaderno de clase del alumno Rúbrica
	Investigación y búsqueda de información en casa	Formativa Sumativa	Cuaderno de clase del alumno Rúbrica
5	Revisión de la investigación y de la búsqueda de información	Formativa Sumativa	Cuaderno de clase del alumno Rúbrica

Tabla 11 (continuación). Evaluación de las diferentes actividades realizadas, incluyendo el tipo de evaluación y el instrumento utilizado para la misma.

Sesión	Actividad	Tipo de evaluación	Instrumento de evaluación
6-12	Construcción del producto	Formativa Sumativa	Diario de clase del profesor Rúbrica
13-14	Presentación del prototipo 1-6	Formativa Sumativa	Diario de clase del profesor Rúbrica
	Preguntas y respuestas		
15	Concurso de preguntas y respuestas	Formativa Sumativa	Respuestas de los alumnos Rúbrica
	Evaluación de la actividad por parte de los alumnos	Autoevaluación	Cuestionario

6.10.1. Evaluación del trabajo del alumno

Los criterios de evaluación y calificación del trabajo de los alumnos se establecerán en la concreción del proyecto durante la segunda sesión. De esta forma, los estudiantes tendrán claro lo que se espera de ellos para que racionalicen sus esfuerzos de manera acorde a estos criterios. Esta calificación se compondrá de cuatro criterios: 1) investigación y búsqueda de información, 2) construcción del producto, 3) presentación del prototipo y 4) concurso de preguntas y respuestas, aportando cada uno de ellos la contribución que se refleja en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Criterios para la calificación del trabajo realizado por los alumnos y contribución de cada criterio a la calificación total

Criterio de calificación	Contribución a la calificación
Investigación y búsqueda de información	20%
Construcción del producto	50%
Presentación del prototipo	20%
Concurso de preguntas y respuestas	10%

En las **Tablas 13-16** se muestra una propuesta de las rúbricas que se pueden utilizar para valorar cada uno de estos criterios.

Tabla 13. Rúbrica para valorar el criterio investigación y búsqueda de información

Aspecto	Valoración	Observaciones
Utiliza las fuentes adecuadas	/3	
Diferencia la información importante	/4	
Transcribe la información adecuadamente	/3	

Tabla 14. Rúbrica para valorar el criterio construcción del producto

Aspecto	Valoración	Observaciones
Planificación de la construcción	/2	
Trabajo en equipo y participación	/2	
Toma de decisiones	/2	
Selección de herramientas y materiales	/1	
Sigue el procedimiento en orden	/1	
El prototipo funciona adecuadamente	/2	

Tabla 15. Rúbrica para valorar el criterio presentación del prototipo

Aspecto	Valoración	Observaciones
Explicación clara y precisa	/1	
Uso correcto del vocabulario	/1	
Participación	/2	
Relaciona el producto con las energías renovables	/3	
Reconoce la problemática actual	/3	

Tabla 16. Rúbrica para valorar el criterio concurso de preguntas y respuestas

Aspecto	Valoración	Observaciones
Responde adecuadamente a las cuestiones planteadas	/10	

6.10.2. *Evaluación de la propuesta didáctica*

La mejora continua de toda intervención didáctica pasa necesariamente por su evaluación. La presente propuesta se evaluará desde dos puntos de vista, el del profesor y el de los alumnos.

La evaluación de la propuesta didáctica por parte del profesor consistirá en una evaluación continua cuyo instrumento será el diario de clase del profesor. En él, el docente irá recogiendo sus observaciones e impresiones que se vayan dando en el día a día, de manera que sea posible la reorientación del proyecto durante su desarrollo. Además, una vez finalizado éste, se podrá hacer una reflexión y valoración global del proyecto, basándose en las anotaciones efectuadas.

Los alumnos también harán una evaluación final de la propuesta didáctica a través de un cuestionario que completarán en la segunda parte de la última sesión (**Tabla 11**). Entre las posibles preguntas a incluir en el cuestionario, se encuentran las siguientes:

- ¿Te ha resultado útil la experiencia?
- ¿Estás satisfecho con la actividad?
- ¿Crees que los objetivos planteados han sido razonables?
- ¿Te has sentido más motivado hacia el aprendizaje?
- ¿Estás de acuerdo con los criterios de evaluación?
- ¿Te ha resultado difícil el proyecto?
- ¿Sientes que te has implicado en la actividad?
- ¿Sientes que tus compañeros se han implicado en el proyecto?
- ¿Se ha fomentado el trabajo en equipo?
- ¿Se ha fomentado la participación de todos los miembros del grupo?
- ¿Te has sentido respaldado por el profesor?
- ¿Has dispuesto de los recursos necesarios para la realización de la actividad?
- ¿Qué es lo que más te ha gustado de la actividad? ¿Y lo que menos?
- ¿Sientes que la actividad ha servido para ampliar tus conocimientos acerca de las ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía, tanto renovables como no renovables?

- ¿Crees que las energías renovables pueden ayudar a revertir la situación de emergencia climática que vivimos?

Teniendo en cuenta ambas evaluaciones, el profesor podrá introducir modificaciones sobre el diseño de la actividad de cara a futuras ediciones, contribuyendo de esta manera su mejora continua.

7. DISCUSIÓN

Esta propuesta de innovación educativa, cuya finalidad es la optimización de las condiciones de enseñanza-aprendizaje de Unidad Didáctica de Las Energías Renovables, perteneciente al Bloque III: Avances Tecnológicos y su Impacto Ambiental, de la asignatura Cultura Científica de 4º de ESO, utiliza el aprendizaje basado en proyectos como modelo.

En las metodologías constructivistas, como la que se propone en este Trabajo de Fin de Máster, se le otorga al alumno el protagonismo en el proceso de construcción de su propio aprendizaje, de manera opuesta a lo que ocurre en las metodologías más tradicionales, en las que el profesor transmite directamente el conocimiento al alumno. De esta forma se activan las ideas previas de los estudiantes, se desarrollan transversalmente las diferentes competencias clave de la LOMCE (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), se trabajan las actitudes y los valores de los alumnos de manera intencional y programada y se alcanza al aprendizaje significativo.

En esta propuesta se hace uso de la serie de televisión “El Colapso” como eje vertebrador para el desarrollo de un proyecto, permitiendo una adecuada organización integradora de los contenidos del currículo de Cultura Científica de 4º de ESO. Esto genera, además, un ambiente de cercanía y propicia una mayor participación por parte de los alumnos, ya que permite la contextualización de los problemas y necesidades del siglo XXI mediante situaciones concretas, evidentes y próximas a los estudiantes. Adicionalmente, las series de televisión son un formato cultural que despierta enormemente el interés de la sociedad de hoy en día, lo que aumenta la atracción del alumnado hacia la actividad, orientando su motivación hacia la resolución del problema que se plantea.

Una vez presentada la problemática, son los propios estudiantes los que debaten acerca de las posibles soluciones y cómo ellos mismos pueden contribuir con su aportación a resolver el problema. Para ello, tendrán que planificar y resolver problemas y situaciones de incertidumbre encaminadas a la adquisición de conocimiento. Ésta es una de las claves del constructivismo, la involucración de los alumnos hasta tal punto que se les brinda la oportunidad de tomar decisiones acerca de lo que aprender y cómo hacerlo; claro está, siempre bajo la supervisión y guía del profesor, y dentro de los márgenes establecidos por el currículo. De esta manera, los estudiantes se sienten protagonistas del

proceso y del resultado del aprendizaje, lo que favorece el desarrollo de su autonomía y responsabilidad.

La investigación y búsqueda de información que se hace por parte de los estudiantes para decidir qué proyecto construir y cómo hacerlo implica el manejo de diversas fuentes de información, un uso adecuado y seguro del ordenador e internet y requiere la comprensión adecuada de procedimientos y textos técnicos.

A continuación, cada grupo de trabajo pone en práctica estrategias para la planificación y resolución de las diferentes tareas requeridas para la elaboración del producto seleccionado. Para ello, cada estudiante ha de reconocer los conocimientos propios y las carencias, así como las oportunidades tecnológicas existentes. Además, tendrá que analizar, organizar y gestionar las diferentes situaciones que se puedan dar y mostrar capacidad de adaptación a los cambios.

En el diseño del prototipo, los alumnos hacen uso de principios y procesos matemáticos y físicos para resolver problemas, manipulan expresiones algebraicas, interpretan resultados matemáticos y toman decisiones basadas en argumentos científicos.

La parte central de la propuesta se lleva a cabo en el aula-taller del centro educativo, trasladando directamente el papel activo del desarrollo propuesto al alumnado y dándole a la actividad un carácter profesionalizante. Durante la construcción de su prototipo los alumnos trabajan sobre sistemas físicos y tecnológicos con iniciativa, creatividad e imaginación, empleando distintos materiales y técnicas.

La presentación del prototipo requiere que los estudiantes comuniquen las bondades de su trabajo, haciendo un uso adecuado del vocabulario técnico relacionado con el tema de trabajo y mostrando interés por las exposiciones del trabajo de sus compañeros. La ronda de preguntas y respuestas que tiene lugar después de la presentación dará lugar a un diálogo crítico y constructivo en el que se adoptará una actitud respetuosa y se controlará y adaptará la respuesta a cada situación.

Por último, el concurso de preguntas y respuestas basado en la herramienta TIC Kahoot! es una actividad de aprendizaje que combina los beneficios pedagógicos del juego con los del uso de las nuevas tecnologías. Esta metodología propone al alumnado un reto que estimula su curiosidad, su afán de

superación, su autoconfianza y sus habilidades sociales, a la vez que produce sensaciones de placer y satisfacción al estimular los circuitos neuronales de gratificación.

Durante todo el trascurso del proyecto, desde la búsqueda y selección de la información hasta la presentación y defensa del producto, los estudiantes tienen que mostrar iniciativa, interés y proactividad y tienen que actuar de manera creativa e imaginativa. Por lo tanto, esta propuesta promueve la planificación y la toma de decisiones por parte de los alumnos, que cuentan en todo momento con el respaldo del profesor, cuyas principales funciones son las de motivación, guía y evaluación.

Además, al trabajarse en pequeños grupos, los estudiantes estarán colaborando con otras personas para la consecución de un objetivo, haciendo un uso adecuado de los códigos de conducta así como de los principios de libertad de expresión, igualdad y no discriminación.

Por otra parte, la presente propuesta de intervención educativa supone un intercambio de roles entre el profesor y los alumnos que puede suponer una dificultad, ya que los estudiantes no están acostumbrados a trabajar de esta manera. Para compensar este tipo de situaciones, el docente debe de incentivar en todo momento las actitudes que impulsen al alumno hacia el autoaprendizaje, haciéndole sentir cómodo en su nuevo papel y manteniéndose alerta para ofrecer su respaldo y guía cuando sea necesario.

8. CONCLUSIONES

El diseño de intervención educativa que se presenta en este Trabajo de Fin de Máster es un punto de partida hacia la planificación y la utilización de metodologías más participativas en la etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria que otorguen al estudiante un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se trata, por tanto, de que el alumno deje de ser el sujeto paciente del proceso de enseñanza-aprendizaje y pase a tener un rol decisivo en el mismo a través de la investigación, la experimentación y la reflexión, acerca de cuestiones cercanas a sus vivencias y con una determinada trascendencia.

Los contenidos de la asignatura de Cultura Científica de 4º de ESO tienen un carácter eminentemente práctico que se prestan a la introducción de métodos innovadores de enseñanza-aprendizaje, como el aprendizaje basado en proyectos utilizado en esta propuesta.

Este tipo de metodologías permite trabajar de manera autónoma y transversal las competencias clave propuestas por la LOMCE, involucrando activamente al estudiante en la construcción del aprendizaje.

La contextualización de los contenidos mediante el visionado de un episodio de una serie de televisión de actualidad, así como la inclusión de un concurso de preguntas y respuestas basado en una plataforma digital, aumentan y dirigen la motivación de los alumnos hacia la participación en la búsqueda de soluciones a un problema que nos afecta a todos, como es la gestión de los recursos naturales y la innovación tecnológica con el objetivo de intentar frenar el rápido avance del cambio climático.

Por otra parte, la aplicación del aprendizaje basado en proyectos requiere de un esfuerzo adicional por parte del docente y de la disponibilidad de una variedad de recursos TIC en el centro educativo, tales como ordenadores con acceso a internet, tabletas, teléfonos inteligentes y reproductores de DVD, así como diversas herramientas y materiales propios del aula-taller.

9. REFERENCIAS

- Arpí, C., Avila, P., Baraldés, M., Benito, H., Gutiérrez, M., Orts, M., Rigall, R., & Rostan, C. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Red de Innovación Docente En ABP Del ICE de La Universidad de Girona*, 216, 14–18.
- Askehave, I., Prehn, H. L., Pedersen, J., & Pedersen, M. T. (2015). *The Aalborg model for problem based learning*. Aalborg Universitet (Acceso 24-06-2021). <https://www.en.aau.dk>
- Ausubel, D. (1989). *El desarrollo infantil: teorías, los comienzos del desarrollo*. Paidós.
- Ausubel, David. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1–10).
- Barrows, H. S. (2000). *Problem-based learning applied to medical education*. Southern Illinois University Press.
- Bender, W. (2012). *Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century*. Corwin.
- Bernard, J., Desjardins, G., & Ughetto, B. (2019). *El Colapso (L'effondrement)*. Canal+.
- Bonwell, C., & Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. The George Washington University.
- BOR. (2015). Decreto 19/2015, de 12 de junio, Boletín Oficial de La Rioja número 79 de 19 de junio de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Boss, S., & Krauss, J. (2007). *Reinventing Project-Based Learning: your field-guide to real-world projects in the Digital Age*. ISTE.
- Cakir, M. (2007). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: a literature review. *Int. J. Environ. Sci. Educ.*, 3.
- Carretero, M. (2007). *Constructivismo y educación*. Paidós.
- Casas, C. (2017). *Cómo hacer una turbina de agua*. (Acceso 24-06-2021). <https://ocio.uncomo.com/articulo/como-hacer-una-turbina-de-agua-18224.html>
- Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo

- mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología*, 69, 153–178.
- de la Torre-Neches, B., Rubia-Avi, M., Aparicio-Herguedas, J. L., & Rodríguez-Medina, J. (2020). Project-based learning: an analysis of cooperation and evaluation as the axes of its dynamic. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1), 167.
- De Witte, K., & Rogge, N. (2012). Problem-based learning in secondary education: Evaluation by a randomized experiment. *Education Economics*, 24.
- Dennick, R. (2016). Constructivism: reflections on twenty five years teaching the constructivist approach in medical education. *International Journal of Medical Education*, 7, 200–205.
- Díaz, F., & Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill.
- Doppelt, Y. (2003). Implementation and Assessment of Project-Based Learning in a Flexible Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 13(3), 255–272.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 6(2), 109–120.
- Ducret, J.-J. (2001). Constructivismos: usos y perspectivas en la educación. *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada*, 31(2), 157–169.
- Fernández, S., & Jusmet, J. (2010). Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO₂: algunos posibles escenarios futuros de emisiones. *Revista Galega de Economía*, 19.
- Ferrero, M., Vadillo, M. A., & León, S. P. (2021). Is project-based learning effective among kindergarten and elementary students? A systematic review. *PLOS ONE*, 16(4), e0249627.
- Flórez-Ochoa, R. (1994). *Hacia una Pedagogía del Conocimiento. Constructivismo Pedagógico y Enseñanza por Procesos*. McGraw-Hill.
- González-Tejero, J., & Pons, R. (2010). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13, 1–27.
- Gülbahar, Y., & Tinmaz, H. (2006). Implementing Project-Based Learning And E-

- Portfolio Assessment In an Undergraduate Course. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 309–327.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- IES Villa de VÍcar. (n.d.). *Proyecto técnico: Aerogenerador*. (Acceso 24-06-2021). https://www.iesvilladevicar.es/descargas/tecnologia/proyectos/Proyecto_aerogenerador.pdf
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Gedisa.
- Kilpatrick, W. (1925). *Foundations of method. Informal talks on teaching*. Barber Press.
- King, A. (2017). Using Kahoot! *Australian Mathematics Teacher*, 73(4).
- Lapuz, A. M., & Fulgencio, M. (2020). Improving the Critical Thinking Skills of Secondary School Students using Problem-Based Learning. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*, 4(1), 1–7.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. (2010). 7 essentials for Project-Based Learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34–37.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction..* ASCD.
- LOMCE. (2013). *Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa*.
- Maastricht University. (n.d.). *Maastricht University*. (Acceso 24-06-2021). <https://www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning>
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 12(28), 158–180.
- Martín, E., & Solé, I. (2005). *El aprendizaje significativo y la teoría de la asimilación*. Alianza.
- McKinney, K. (2010). *Active Learning*. (Acceso 24-06-2021); Illinois State University. Center for Teaching, Learning & Technology. <https://web.archive.org/web/20110911215107/http://www.cat.ilstu.edu/resources/teachTopics/tips/newActive.php>
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2015). *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la*

educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

- Nelly. (2014). *Crear batería de electricidad con limones*. Experimentos Fáciles (Acceso 24-06-2021). <https://www.experimentosfaciles.com/crear-bateria-de-electricidad-con-limones/>
- Ordaz González, G. J., & Britt Mostue, M. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. In *Actualidades Investigativas en Educación* (Vol. 18, pp. 559–579).
- Panadero, E., & Alonso-Tapia, J. (2014). ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Modelo de Zimmerman sobre estrategias de aprendizaje. *Anales de Psicología*, 30, 450–462.
- Patton, A. (2012). *Work that matters. The Teacher's guide to project-based learning*. Paul Hamlyn Foundation.
- Pérez, I. (2002). Instructional Design for Web-Based Activities Development. *International Conference on Information and Communications Technologies in Education, (ITCE)*, 23.
- Pro, A. (2014). *La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana*. Graó.
- Pujol López, M., Gregori, F. A., Corrales, P. A., Rosique, P. C., Carmona, R. M., Lizán, F. M., Puchol, J. A., García-Tortosa, M. S., Aldeguer, R. R., & Villagrà-Arnedo, C.-J. (2010). Valoración del uso del aprendizaje basado en proyectos como metodología decente. In *Red de investigación sobre implantación ECTS en FIA-GAA-MFAC. La comunidad universitaria: tarea investigadora ante la práctica docente* (pp. 2369–2388). Universitat d'Alacant.
- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas, E., & Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos. *Educación y Educadores*, 13(1).
- Ruso, R. C. (2001). El concepto de zona de desarrollo próximo: una interpretación. *Revista Cubana de Psicología*, 18(1), 72–76.
- Saldarriaga-Zambrano, P. J., Bravo-Cedeño, G. del R., & Loo-Rivadeneira, M. R. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de Las Ciencias*, 2(3 Especial), 127–137.
- Sánchez, J. (2013). *Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en*

- Proyectos*. (Acceso 24-06-2021).
http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp
- Schmidt, H. G. (1983). Problem-based learning: rationale and description. *Medical Education*, 17(1), 11–16.
- Sousa, D. (1995). *How the brain learns: a classroom teacher's guide*. National Association of Secondary School Principals.
- Stoeckel, M. (2020). *Literature Review of Constructivism in Online Science Courses*.
- Suárez-Inclán, J. A. (2018). Anuario de la Energía. *El Periódico de La Energía*.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
- Torp, L. ., & Sage, S. (2007). *El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria*. Amorrortu.
- Valer, R. (2008). *Celda solar casera (proyecto de ciencias)*. Soluciones Solares (Acceso 24-06-2021). <http://solucionessolares.blogspot.com/2008/08/celda-solar-casera-proyecto-de-ciencias.html>
- Westbrook, R. B. (1993). Thinkers on Education: «Dewey, John». *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada. Oficina Internacional de Educación de Unesco.*, XXIII(1–2), 289–305.
- Zakaria, M., Maat, S., & Khalid, F. (2019). A Systematic Review of Problem Based Learning in Education*. *Creative Education*, 10, 2671–2688.

