

Universidad de Salamanca  
*Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria  
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanza de Idiomas*



**Creando un futuro sostenible a través de las  
energías renovables**

Judit García Ferrero

Dirigido por la  
Dra. Dña. María Jesús Santos Sánchez  
y por el  
Dr. D. José Miguel Mateos Roco

Curso 2019-2020



Universidad de Salamanca  
*Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria  
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanza de Idiomas*



## **Creando un futuro sostenible a través de las energías renovables**

Judit García Ferrero

Dirigido por la  
Dra. Dña. María Jesús Santos Sánchez  
y por el  
Dr. D. José Miguel Mateos Roco

Curso 2019-2020

Fdo.: María Jesús Santos Sánchez

Fdo.: José Miguel Mateos Roco

Fdo.: Judit García Ferrero

*Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.*

*Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.*

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Naciones Unidas, 2020.

## Resumen

En este Trabajo de Fin de Máster se desarrolla una propuesta educativa enmarcada en la Semana Cultural del Centro. Ésta se ha denominado *Semana de la Energía Renovable*, y tiene como fin último ampliar el conocimiento de los estudiantes en el campo de las fuentes de energía renovables y alternativas. La *Semana de la Energía Renovable* consta de cinco sesiones dirigidas a los alumnos y alumnas de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.). En ellas, los jóvenes visualizarán y realizarán experimentos sencillos para comprender la esencia de las transformaciones de energía, así como de la generación de energía eléctrica. Los contenidos que se abarcarán durante las sesiones se encuentran dentro de la asignatura de Física y Química, si bien se ven también algunos epígrafes del currículo de la asignatura de Tecnología.

El aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje colaborativo, junto a la experimentación, son los pilares metodológicos que caracterizan a la *Semana de la Energía Renovable*. En cada una de las sesiones, los alumnos se dividirán en grupos de 4 personas, cada uno de ellos con un rol diferente, pero dependiente de los demás. Habrá, como mínimo, dos profesores en cada sesión para poder atender correctamente las dudas e inquietudes de los estudiantes. Se pretende que los alumnos sean los protagonistas de su propio aprendizaje, de modo que el papel de los docentes quede relegado al de un mero guía, una vez que haya introducido las actividades a realizar. Esta es una forma de incentivar la autonomía de los alumnos y promover la competencia clave “aprender a aprender”. Se permitirá a los estudiantes buscar información y herramientas más allá de las que proponen los docentes, haciendo uso de Internet. Del mismo modo, a la hora de realizar los montajes de los experimentos, tendrán total libertad para escoger, de entre todos los materiales disponibles, aquellos que consideren más apropiados.

Se emplearán técnicas innovadoras para la evaluación de los alumnos y alumnas, haciendo uso de una rúbrica de evaluación, y de la aplicación *Socrative*. Para fomentar la competencia lingüística, los estudiantes también deberán redactar una serie de fichas, muy breves, relacionadas con los experimentos de cada sesión. Así pues, la rúbrica está fundamentalmente enfocada en la evaluación de los contenidos procedimentales y actitudinales, mientras que *Socrative* evaluará los contenidos conceptuales, junto a las fichas. Las *Tecnologías de la Información y Comunicación* (TIC) estarán muy presentes en esta propuesta educativa. En primer lugar, los estudiantes han de realizar cuestionarios a través de la aplicación *Socrative*. Además, ya se ha comentado que deberán buscar información complementaria a las explicaciones del docente, a través de Internet. Finalmente, en la plataforma *Moodle*, se pondrá a disposición de los alumnos todos los recursos empleados por los profesores durante las sesiones.

Para sintetizar todo el trabajo realizado a lo largo de esta semana, se propone la creación de un mural en los pasillos del Centro, de modo que el último día de la *Semana de la*

*Energía Renovable*, los estudiantes puedan explicar a los demás compañeros y profesores lo que han trabajado durante los días anteriores. En el mural se pondrán los experimentos y montajes realizados, así como la información y las curiosidades que hayan encontrado los alumnos y alumnas, más allá de lo explicado por los docentes. Como colofón a la propuesta educativa planteada, se organizará una conferencia para todo el alumnado, con un invitado que sea cercano a las iniciativas por el desarrollo sostenible. Esta invitación se propondrá al Director - Gerente de la Fundación ACCIONA, D. José Gabriel Martín Fernández, antiguo alumno de la USAL y divulgador de la labor que lleva a cabo ACCIONA en algunos de los países más desfavorecidos del mundo. Esta conferencia supondría el fomento de la competencia clave “social y cívica”.

Con esta propuesta educativa, se espera que los estudiantes puedan comprender mejor algunos de los fenómenos más abstractos relacionados con la energía eléctrica, pertenecientes a la asignatura de Física y Química, a través de la visualización de experiencias. Asimismo, las sesiones complementarían a las propias horas lectivas habituales, puesto que en ciertas ocasiones la falta de tiempo no permite ver todos los contenidos curriculares. Se espera también despertar el interés de los jóvenes por las materias científicas y concienciarlos de la necesidad de una transición hacia el desarrollo sostenible y las fuentes de energía alternativas, fomentando el respeto por el medioambiente.

**Palabras clave:** Energía renovable, Física y Química, experimentos, aprendizaje colaborativo, *Socrative*.

## Abstract

An educational proposal framed in the Secondary School Cultural Week is developed in this Master Project. This has been named as *Renewable Energy Week*, and its ultimate goal is to widen the knowledge students have on renewable and alternative energy sources. *Renewable Energy Week* is comprised of five sessions intended for the students of third grade of secondary education. The pupils will see and perform simple experiments so as to deeply understand the essence of energetic transformations, as well as electric energy generation. Therefore, the contents that will be approached during the sessions belong to Physics and Chemistry subject, although some of them also correspond to Technology one.

Learning by discovery, collaborative learning, together with experimentation, are the methodological pillars that characterize *Renewable Energy Week*. In every session, the students will be divided into 4 people groups, each of the members with a different role, but also dependent on one another. In order to solve students doubts and attending them properly there will be, at least, two teachers by session. The students are pretended to be active agents in their own learning. In such a way, the teacher's role becomes secondary and merely acts as a guide once the activity has been explained. The pupils are allowed to search for information beyond the one that is provided by the teacher. Hence, the students can make use of the Internet. Likewise, they are completely free of choosing the material they consider more adequate, at the time of making their experiment assemblies.

Innovative techniques for pupils evaluation are employed, including a rubric and *Socrative* application. Aiming to promote linguistic competence, the students are request for completing a set of sheets regarding each session experiments. Therefore, the rubric is fundamentally designed for the assessment of procedures and attitude. On its part, *Socrative*, as well as sheets, will evaluate conceptual contents.

Information and Communication Technologies (ICTs) will also be present at this educational proposal. Firstly, it has been previously mentioned that students will complete some quizzes on *Socrative*, appart from searching for complementary information on the Internet. Additionally, at *Moodle* platform, all the information and resources used by the teachers during the sessions will be available for the pupils.

In order to compile pupils work, it is proposed the creation of a mural placed along the hallways of the Centre. So, the students will have the opportunity of exposing and explaining their work to their fellows and to other teachers. The mural will be comprised of pupils experiments and productions, and the complementary information searched by them. The final day of the *Renewable Energy Week*, a conference intended to all the students will be organised. A person who has expertise on sustainable development initiatives is pretended to come to the Centre. This invitation will be suggested to "ACCIONA Foundation" managing director, Mr. José Gabriel Martín fernandez, former student of USAL, and a great popularizer of ACCIONA efforts in some of the most underprivileged countries. This conference means an encouragement of social and civic competence.

Through this educational proposal and its experiments, it is expected the students to achieve a deep understanding of some of the most abstract concepts, related to electric energy and framed in Physic and Chemistry subject. Additionally, this sessions would complement Physic and Chemistry regular class hours, that usually can not approach all the subject contents. It is also expected to awaken the interest of young people in scientific subjects, and making them conscious of the transition to sustainable development that our planet urgently requires. The latter just can be achieved through the spreading of alternative energy sources and promoting the respect for the environment.

**Key words:** Renewable Energy, Physic and Chemistry, experiments, collaborative learning, *Socratic*.



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>11</b>
1.1. Motivación . . . . .	12
<b>2. Objetivos</b>	<b>13</b>
<b>3. Contenidos</b>	<b>15</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>19</b>
<b>5. Evaluación</b>	<b>27</b>
<b>6. Desarrollo de la propuesta educativa</b>	<b>31</b>
6.1. Sesión 1: Construyendo un motor eléctrico . . . . .	34
6.2. Sesión 2: La fuerza del viento . . . . .	42
6.3. Sesión 3: Del agua a la bombilla . . . . .	47
6.4. Sesión 4: El Sol da luz y...¡electricidad! . . . . .	52
<b>7. Conclusiones</b>	<b>57</b>
<b>Referencias</b>	<b>59</b>
Referencias . . . . .	59
<b>Anexos</b>	<b>63</b>
<b>A. Fundamento científico</b>	<b>63</b>
A.1. Sesión 1: Construyendo un motor eléctrico . . . . .	63
A.2. Sesión 2: La fuerza del viento . . . . .	64
A.3. Sesión 3: Del agua a la bombilla . . . . .	65
A.4. Sesión 4: El Sol da luz y...¡electricidad! . . . . .	65
<b>B. Energía eléctrica de la Biomasa</b>	<b>67</b>
<b>C. Métodos de evaluación</b>	<b>73</b>

<b>D. Instrumentos de evaluación</b>	<b>75</b>
<b>E. Divulgación e Información</b>	<b>89</b>

# Capítulo 1

## Introducción

El paradigma del mundo contemporáneo nos lleva a replantearnos ciertos aspectos de la sociedad en la que vivimos. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (NN.UU, 2020) que plantea la Organización de las Naciones Unidas (ONU), recoge algunos de dichos aspectos que son cruciales en el camino hacia el progreso. De entre ellos, hay dos ODS que están directamente relacionados con el presente Trabajo Fin de Máster (TFM): “Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover las oportunidades de aprendizaje durante toda la vida y para todo”, en el cual se incluye la educación para el desarrollo sostenible; y “Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”. La meta de vivir en un planeta sostenible pasa por la educación de los futuros ciudadanos en los valores de sostenibilidad y respeto por el medioambiente, entre otras cosas. Así, en el presente Trabajo, se plantea la organización de una *Semana de la Energía Renovable* donde se desarrollarán talleres educativos dirigidos a 3º de Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.), en los que los alumnos logren los objetivos establecidos en el currículo, a la vez que adquieren un aprendizaje significativo en el campo de las fuentes de energía alternativas.

Las sesiones se presentarán a través de la exposición y justificación de los objetivos, contenidos, metodologías y evaluación, sin olvidar su marco en la actual ley de educativa: Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa (LOM-CE) (Ley Orgánica, 2013). Con las actividades desarrolladas en las sesiones se pretende que los jóvenes tomen conciencia de la emergencia climática en la que vivimos, al mismo tiempo que se les acerca a los tipos de energías renovables que existen actualmente, con el objetivo de que entiendan los procesos físicos y químicos subyacentes. La comprensión de dichos fenómenos podría suscitar en ellos reflexiones que les lleven, en un futuro, a mejorar la tecnología existente o incluso a reinventar nuevas formas de producción de energía que sean sostenibles y limpias. De igual modo, se espera que las sesiones y las actividades planteadas promuevan la competencia social y cívica que establece la ley, a través de la cooperación de los estudiantes en grupos de trabajo colaborativos, así como la competencia transversal de educación ambiental. Al mismo tiempo, y como se ha mencionado anteriormente, se estima que el uso de metodologías activas para abordar ciertos

items del currículo vigente, puede fomentar la motivación y la participación de los estudiantes en las actividades lectivas. Finalmente, se considera que los epígrafes del currículo referidos a las energías renovables, pueden ser complementados con el uso de actividades alternativas a las tradicionales clases magistrales, si bien éstas últimas tampoco pueden ser completamente reemplazadas.

## 1.1. Motivación

En la sociedad actual existe una ineludible necesidad de acelerar el desarrollo de tecnologías para la generación de energía limpia, que contribuya a mitigar el cambio climático y a fomentar un desarrollo sostenible. El hecho de que nuestros recursos naturales sean finitos, las amplias fluctuaciones de los precios de la energía asociada a combustibles tradicionales, y las limitaciones para las emisiones contaminantes, son tres puntos clave en el desarrollo de sistemas de generación de energía.

Una correcta gestión energética en todas sus dimensiones tiene un gran impacto tanto a nivel social, como económico o político. El diseño de métodos y protocolos para gestionar de manera eficiente la generación y distribución de la energía es una línea de investigación de máxima actualidad e importancia por parte de la comunidad científica y técnica (*Comisión Europea: Acción por el clima.*, 2020; *CIEMAT. Energías renovables y ahorro energético.*, 2020). Uno de los pilares más sólidos de la sociedad es la Educación. Los alumnos de hoy, serán los ciudadanos adultos del mañana, y de ellos dependerá el futuro del planeta en el que vivimos. Por ello, el desarrollo de metodologías educativas eficaces tendrá un impacto social beneficioso: cuidado del medioambiente, reducción del coste energético, responsabilidad medioambiental, etc. Se considera que es fundamental familiarizar a los jóvenes en los métodos de producción de las fuentes de energía alternativas, introduciéndoles en los conceptos básicos para que puedan comprender los procesos, así como en alguna de las líneas de investigación actuales.

# Capítulo 2

## Objetivos

En este capítulo se presentan los objetivos generales de la *Semana de la Energía Renovable*. Éstos servirán como referencia a la hora de plantear el desarrollo de las sesiones.

- Potenciar el interés de jóvenes estudiantes de 3º de la E.S.O por las diferentes formas de producción de energía de tipo renovable.
- Acercar a los jóvenes el trabajo experimental para comprender fenómenos físicos relacionados con la producción de energía eléctrica de modo sostenible, fomentando al mismo tiempo el respeto por el medioambiente.
- Mostrar la utilidad y las aplicaciones en el mundo real, a través de las energías renovables y la generación de energía eléctrica, de contenidos científico-tecnológicos que los alumnos y alumnas han cursado en sus estudios de Educación Secundaria Obligatoria.
- Profundizar y ampliar conceptos de Física, algunos de los cuales ya conocen los estudiantes de 3º de E.S.O al haber sido cursados en las asignaturas de Tecnología y Física y Química.
- Mostrar la interdependencia de las distintas materias científicas, en concreto, Física y Química y Tecnología, y cómo los conceptos de una asignatura pueden ser de gran utilidad para comprender los de otra.
- Despertar en los estudiantes de 3º de E.S.O el interés por la investigación, desarrollando capacidades como la creatividad y el sentido crítico, a través del uso de metodologías activas e innovadoras que también sirvan para incentivar la participación de los alumnos en las actividades.
- Fomentar en los y las jóvenes estudiantes de 3º de la E.S.O las vocaciones científico-tecnológicas, acercándoles los estudios de Física y Tecnología, desde un punto de vista de la aplicación de estas áreas a un caso real como es la obtención de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables.



# Capítulo 3

## Contenidos

En el presente Trabajo se ha tomado como referencia la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica, 2013), así como la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León (EDU/362, 2015). A partir de dichos documentos, se presentan a continuación, los contenidos, criterios de evaluación (CE), y estándares de aprendizaje evaluables (EAE) que se pretenden abordar durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*.

Tabla 3.1: Contenidos, criterios de evaluación, y estándares de aprendizaje evaluables en el tercer curso de la E.S.O. de la asignatura de Física y Química. Extraídos de la orden EDU/362/2015 (EDU/362, 2015)

<b>Física y química. Tercer curso</b>		
Bloque 3: El movimiento y las fuerzas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Carga eléctrica. Fuerzas eléctricas. Fenómenos electrostáticos. Magnetismo natural. La brújula. Relación entre electricidad y magnetismo. El electroimán Experimentos de Oersted y Faraday	8. Interpretar fenómenos eléctricos mediante el modelo de carga eléctrica y valorar la importancia de la electricidad en la vida cotidiana. 9. Justificar cualitativamente fenómenos magnéticos y valorar la contribución del magnetismo en el desarrollo tecnológico.	8.1 Justifica razonadamente situaciones cotidianas en las que se pongan de manifiesto fenómenos relacionados con la electricidad estática. 9.1. Reconoce fenómenos magnéticos identificando el imán como fuente natural del magnetismo, y describe su acción sobre distintos

	<p>10. Comparar los distintos tipos de imanes, analizar su comportamiento y deducir mediante experiencias las características de las fuerzas magnéticas puestas de manifiesto, así como su relación con la corriente eléctrica</p>	<p>tipos de sustancias magnéticas.</p> <p>9.2. Construye, y describe el procedimiento seguido para ello, una brújula elemental para localizar el norte utilizando el campo magnético terrestre.</p> <p>10.1 Comprueba y establece la relación entre el paso de corriente eléctrica y el magnetismo construyendo un electroimán.</p> <p>10.2 Reproduce los experimentos de Oersted y Faraday, en el laboratorio o mediante simuladores virtuales, deduciendo que la electricidad y el magnetismo son dos manifestaciones de un mismo fenómeno.</p>
<p>Bloque 4: La energía</p>		
<p>Magnitudes eléctricas. Unidades.</p> <p>Corriente eléctrica.</p> <p>Construcción de circuitos eléctricos sencillos.</p> <p>Energía eléctrica.</p> <p>Aspectos industriales de la energía. Máquinas eléctricas.</p> <p>Fuentes de energía convencionales frente a fuentes de energía alternativas.</p>	<p>1. Explicar el significado físico de la corriente eléctrica, e interpretar el significado de las magnitudes de intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, así como las relaciones entre ellas.</p> <p>2. Comprobar los efectos de la electricidad y las relaciones entre las magnitudes eléctricas mediante la construcción de circuitos eléctricos sencillos.</p>	<p>1.1. Explica la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor.</p> <p>1.2 Comprende el significado de las magnitudes eléctricas: intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia.</p> <p>2.2. Construye circuitos eléctricos con diferentes tipos de conexiones entre sus elementos, deduciendo de forma experimental las consecuencias de la</p>



	<p>4. Conocer la forma en la que se genera la electricidad en los distintos tipos de centrales eléctricas, así como su transporte a los lugares de consumo y reconocer transformaciones cotidianas de la electricidad en movimiento, calor, sonido, luz, etc.</p>	<p>conexión de generadores y receptores en serie o paralelo.</p> <p>4.1. Describe el fundamento de una máquina eléctrica, en la que la electricidad se transforma en movimiento, luz, sonido, calor, etc., mediante ejemplos de la vida cotidiana, identificando sus elementos principales.</p> <p>4.2 Describe el proceso por el que las distintas fuentes de energía se transforman en energía eléctrica en las centrales eléctricas, así como los métodos de transporte y almacenamiento de la misma.</p>
--	---	--

Finalmente, los contenidos de la asignatura de Tecnología que se abordarán en la *Semana de la Energía Renovable*, se muestran a continuación.

Tabla 3.2: Contenidos, criterios de evaluación, y estándares de aprendizaje evaluables en el tercer curso de la E.S.O. de la asignatura de Tecnología. Extraídos de la orden EDU/362/2015 (EDU/362, 2015)

<b>Tecnología. Tercer curso</b>		
Bloque 4: Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Mecanismos de transmisión y transformación de movimientos.</p> <p>Circuito eléctrico de corriente continua: magnitudes eléctricas.</p> <p>Corriente continua y corriente alterna.</p>	<p>1. Observar y manejar operadores mecánicos responsables de transformar y transmitir movimientos, en máquinas y sistemas, integrados en una estructura.</p>	<p>1.1 Describe, mediante información escrita y gráfica, cómo transforma el movimiento o cómo lo transmiten los distintos mecanismos.</p> <p>1.3 Explica la función de los elementos que configuran</p>

<p>Efectos de la corriente eléctrica: electromagnetismo. Aplicaciones.</p> <p>Máquinas eléctricas básicas: dinamos, motores y alternadores.</p> <p>Generación y transformación de la corriente eléctrica.</p>	<p>2. Relacionar los efectos de la energía eléctrica y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas.</p> <p>4. Montar circuitos con operadores elementales.</p>	<p>una máquina o sistema desde el punto de vista estructural y mecánico.</p> <p>2.1 Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.</p> <p>2.2. Utiliza las magnitudes eléctricas básicas.</p> <p>4.1. Monta circuitos eléctricos básicos empleando bombillas, zumbadores, diodos LED, motores, baterías y conectores.</p>
---	--	---

# Capítulo 4

## Metodología

En este capítulo se expone la metodología a seguir durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*. Concretamente, se pretende combinar varias metodologías innovadoras, tales como el aprendizaje por descubrimiento, la realización de experiencias y el trabajo colaborativo.

Jerome S. Bruner fue el primero en hablar de la importancia del “descubrimiento” en el proceso del aprendizaje. En su obra, Bruner (Bruner, 1960), recalca que para conocer en profundidad las ideas de un campo, no basta con el mero hecho de comprender los principios, sino que es necesario desarrollar una actitud investigadora y crítica, haciéndose preguntas y reflexionando sobre la materia. Asimismo, afirma que encontrar por uno mismo relaciones y similitudes entre las ideas proporciona un sentimiento de autoconfianza. Por último, propone que el “descubrimiento” puede fomentar la motivación y el interés de los alumnos, dado que el aprendizaje se transforma en un reto, desafío o pregunta que hay que resolver. El aprendizaje por descubrimiento da pie al conflicto cognitivo, es decir, al aprendizaje que se obtiene cuando uno mismo descubre que tenía en su mente una idea errónea. Esta es una de las mejores formas para cambiar la manera de pensar de los alumnos cuando han aprendido mal un concepto. De hecho, Hernando Calvo (Hernando Calvo, 2015) sugiere que los docentes deberían “integrar el conflicto en sus distintas formas de asombro, enigma, reto, pregunta, diálogo o desafío” con el objetivo de potenciar el aprendizaje activo, así como la motivación del estudiante.

El aprendizaje por descubrimiento está estrechamente relacionado con la realización de experiencias por parte de los alumnos. En su estudio, Oliver-Hoyo *et al.* (Oliver-Hoyo, Alconchel, y Pinto, 2012), demuestran la importancia de la experimentación y del trabajo colaborativo en las asignaturas de ciencias, y en especial en la materia de Física y Química. La publicación de dichos autores, comienza con una recopilación bibliográfica de diversos estudios que buscan cómo hacer más atractivo y eficaz el aprendizaje de las ciencias. La respuesta que encuentran, como resaltan claramente Oliver-Hoyo *et al.*, es simple: cuanto más se implican los alumnos con la actividad, más eficaz será el aprendizaje. Se requieren entonces, metodologías activas para que los alumnos adquieran los conocimientos de la

forma más significativa y retentiva posible. Esta conclusión lleva a los autores a hablar sobre la psicología del aprendizaje, y en concreto, sobre Edgar Dale (Oliver-Hoyo y cols., 2012). El “cono de la experiencia” (Fig. 4.1) de Dale, es una representación pictórica donde se establecen distintos niveles de abstracción involucrados en el aprendizaje. Dale, en su obra “*Audio-visual Methods in Teaching*” (Dale, 1969), indica que manipular objetos, “hacer” y en definitiva, experimentar por uno mismo, son la base del aprendizaje efectivo y consolidado. Todo lo que se aprende llega a nuestra memoria a través de los sentidos, y es por ello que las “experiencias” se encuentran situadas en la base de su “cono de la experiencia”. Se puede decir que a partir de la experiencia, la mente construye significados más abstractos, como la escritura (en la cúspide del “cono”). Sin embargo, también destaca que no se debe malinterpretar el “cono”, como si sus divisiones fueran compartimentos aislados. Dale, plantea que los niveles del “cono”, independientemente de su grado de abstracción, han de ser todos ofrecidos a los alumnos para atender a la diversidad, y que cada estudiante decida cómo aprende mejor. Años después de que Dale presentara su “cono de la experiencia”, la interpretación del mismo ha ido cambiando, e incluso, se han añadido porcentajes de retención memorística que, originalmente, no existían. Estos porcentajes, referidos a que en la memoria retenemos el 10 % de lo que leemos, el 30 % de lo que escuchamos y vemos, etc., son bien conocidos en el ámbito de la educación y la pedagogía, como se demuestra en el artículo de Oliver-Hoyo *et al.* . Sin embargo, otros autores claman la falsedad de dichos porcentajes, asegurando que no han sido demostrados y que fueron añadidos *a posteriori* sin base científica alguna. El artículo de Kåre Letrud y Sigbjørn Hernes (Letrud y Hernes, 2016) afirma rotundamente que el “cono del aprendizaje” o “pirámide del aprendizaje” es un “mito”, que puede ser potencialmente dañino en el ámbito educativo. Especialmente por el hecho de condicionar las políticas educativas, y de intentar llevar a la práctica algo que no está demostrado. Asimismo, Kåre Letrud y Sigbjørn Hernes citan varios estudios que han analizado los estilos de aprendizaje, sin haber obtenido evidencias sólidas de los populares porcentajes de retención memorística. Por otro lado, autores como J. Stice (Stice, 2009), se retractan de haber defendido la “pirámide del aprendizaje” en su forma más conocida, puesto que ha sido incapaz de encontrar la fuente original de los porcentajes, así como evidencias sólidas de su veracidad. No obstante, J. Stice también comenta que, a lo largo de su carrera como docente, ha observado cómo los alumnos en general, aprenden mejor debatiendo entre ellos (haciendo y explicando) que atendiendo a una clase magistral, sin participación alguna (escuchando).

En su estudio, Oliver-Hoyo *et al.* (Oliver-Hoyo y cols., 2012), y avalados también por otras publicaciones, concluye que la experimentación es un método efectivo para lograr una implicación activa de los alumnos hacia las ciencias, lo que desembocará en un aprendizaje significativo y consolidado de las mismas. Asimismo, se expone también el artículo de los autores Jiun *et al.* (Jiun, Kamarudin, Hassan, y Talib, 2014), donde verifican que utilizar experimentos ayuda a los alumnos a adquirir habilidades cognitivas de orden superior. Así lo demostraron en el estudio que llevaron a cabo con estudiantes de secundaria de 15 años y que cursaban la asignatura de Biología. Aquellos alumnos que además de las clases magistrales, tenían prácticas en de laboratorio, asimilaron significativamente mejor los

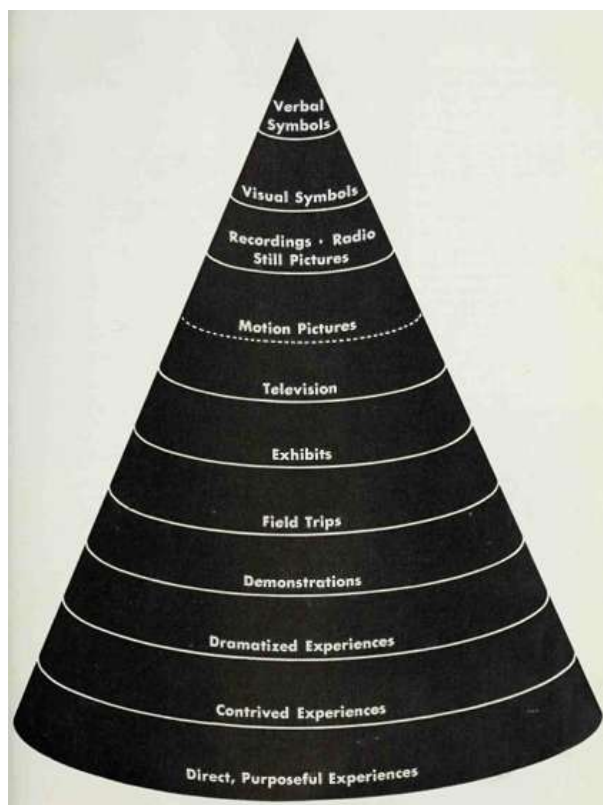


Figura 4.1: Cono de la experiencia de E. Dale, 1969,(Dale, 1969). Niveles de abstracción, de abajo hacia arriba: experiencias directas y propositivas, experiencias simuladas, dramatizaciones, demostraciones, salidas de campo, exposiciones, televisión, películas, grabaciones, radio e imágenes fijas, símbolos visuales, símbolos verbales.

conceptos de la materia. Esto demuestra que, a la hora de cursar asignaturas de ciencias, es fundamental la realización de experiencias por parte del alumnado, complementando las clases expositivas. Cuando se habla de “habilidades cognitivas de orden superior”, nos referimos a aquellas descritas por Bloom (Bloom, 1956). Este autor estableció una taxonomía del conocimiento, en función de los objetivos de la Educación (Fig. 4.2). Los tres primeros niveles se corresponden a: conocer o recordar, comprender y aplicar. Cada uno de ellos aumenta su complejidad a nivel cognitivo, además de seguir un orden estricto, dado que no se puede aplicar un concepto sin conocerlo y comprenderlo previamente. Los tres últimos niveles, son a los que el autor se refiere como “habilidades más avanzadas”, e incluyen el análisis (desglose de los elementos de la materia, para comprenderlos en su esencia), la síntesis o creación (poner dichos elementos juntos, para formar un todo y comprender la materia en conjunto) y la evaluación (utilizar el pensamiento crítico para juzgar si las ideas, métodos y materiales que se han utilizado en los niveles anteriores han sido o no efectivos). Estos tres últimos niveles fueron los que Jiun *et al.* evaluaron en su estudio a través de preguntas abiertas relacionadas con los conceptos de la materia de Biología. El autor Hernando Calvo (Hernando Calvo, 2015), intercambia los niveles de evaluación y creación, como se muestra en la Fig. 4.2.

Por otro lado, las actividades de la *Semana de la Energía Renovable*, buscan adaptarse a los diferentes estilos de aprendizaje y distintos tipos de inteligencias de los alumnos. Cuando esto sucede, los estudiantes muestran un mayor rendimiento, como Tomletiu *et al.* (Tomuletiu y cols., 2011) demostraron en su estudio. Utilizar métodos alternativos que se adapten a los estilos de aprendizaje también persigue conseguir la igualdad de oportunidades en educación, la auto-confianza y la motivación de los propios estudiantes. Además, si el profesor conoce los estilos de aprendizaje predominantes de sus alumnos, podrá aplicar varias actividades y métodos de enseñanza. Con ello, más allá de lograr el aprendizaje significativo de los alumnos, se puede establecer un ambiente de trabajo e interés en el aula, contribuyendo de manera positiva al desarrollo de la clase, tanto para los alumnos como para el docente. Cabe destacar que, si los estudiantes son conscientes de sus propios estilos de aprendizaje, tendrán la oportunidad de organizarse y de buscar sus propias formas y métodos para asimilar los conceptos. Ésto contribuye a una mayor autonomía del alumno, promoviendo así una de las competencias clave que establece la ley: “aprender a aprender”. Decir también, que la memoria sensorial parece ser el primer eslabón para lograr que un concepto permanezca en la memoria a largo plazo. De acuerdo a lo mencionado por otros autores, es en la memoria sensorial donde entran en juego los estilos de aprendizaje (Davis, 2007). Si se facilita la entrada de información, se acelera la retención de la misma.

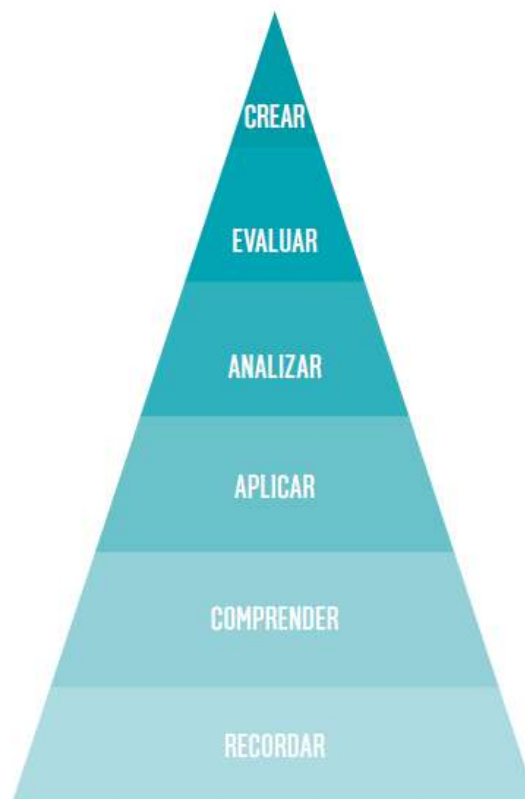


Figura 4.2: Niveles de la Taxonomía de Bloom,(Hernando Calvo, 2015).

Finalmente, otra de las metodologías que se pretende integrar en la *Semana de la Energía Renovable* es el aprendizaje colaborativo. La publicación de Slavin (Slavin, 2014), explica esencialmente el fundamento teórico del aprendizaje colaborativo. Existen varias perspectivas que conducen al logro académico a través de esta metodología. Una de ellas es la perspectiva motivacional, que propone que es la motivación de los alumnos la que hace que se alcance un aprendizaje significativo. Asimismo, la motivación de los alumnos surge principalmente por un sistema de recompensas de grupo. Todos los miembros del grupo han de haber alcanzado ciertos objetivos para obtener la recompensa, de modo que los compañeros se apoyarán y motivarán unos a otros para obtener “el premio”. Es importante destacar aquí la interdependencia positiva, es decir, que los alumnos realmente dependan unos de otros para obtener la recompensa. Si esto no sucede así, lo más lógico es que todo el trabajo recaiga solo en algunos miembros del grupo, y por ende, solo habrá ciertas personas que hayan aprendido después de la actividad. En su artículo, Slavin (Slavin, 2014), pone como ejemplo un estudio donde se analizaron 64 cursos de primaria y secundaria. En ellos se llevaron a cabo metodologías de aprendizaje colaborativo basados en el sistema de recompensa y en la interdependencia positiva. De estos cursos, 50 reportaron efectos positivos en sus aulas. La cohesión social sería otra de las perspectivas del aprendizaje colaborativo. Desde este punto de vista, los estudiantes se ayudarían unos a otros por el bien del grupo, y no por el simple hecho de obtener una recompensa o de la motivación individual. Unida a esta perspectiva, se encuentra la asignación de roles en el grupo. Cada miembro se especializa en una tarea o tema, e incluso se hacen “reuniones de expertos”, donde los “especialistas” de cada grupo se reúnen para discutir la tarea que se les ha asignado. Posteriormente, cada “especialista” le explica a su grupo su propio tema, de modo que todos los miembros del grupo conozcan todos los temas. De este modo, se busca crear una interdependencia positiva entre los alumnos, así como lograr comprender toda la información en su conjunto (Nivel de síntesis o creación en la Taxonomía de Bloom, Fig. 4.2). Esto se puede relacionar a su vez, con el aprendizaje por pares, es decir, cuando un estudiante le explica un concepto o idea a otro. Si bien no todos los estudiantes están cómodos con este recurso didáctico, los autores Gómez Ruiz y Gil López (Gómez Ruiz y Gil López, 2017) encontraron en su estudio que muchos de los alumnos que eran tutorizados por sus compañeros aprendían mejor. Esto funcionaba especialmente bien cuando los tutores eran alumnos con un estilo de aprendizaje más bien reflexivo, mientras que los tutorizados tenían una forma de aprender predominantemente activa. De nuevo, los estilos de aprendizaje juegan un papel relevante a la hora de atender a la diversidad y procurar el éxito académico de todo el alumnado. Para concluir la metodología del aprendizaje colaborativo, y mostrar un ejemplo en el que esta metodología ha sido la clave del éxito educativo de varias zonas de latinoamérica, se expone el caso presentado por Hernando Calvo (Hernando Calvo, 2015). En su libro, cuenta cómo el modelo “Escuela Nueva”, implementando en Colombia, Brasil, Chile, México, Panamá, etc., ha supuesto poder dar una oportunidad de escolarización, especialmente a los niños y niñas que viven en zonas rurales. Este modelo tiene como metodología central, el aprendizaje colaborativo. En las aulas, los niños se disponen en “círculos de aprendizaje”, cada grupo

elige un nombre, y dentro de cada grupo se asignan roles, que pueden variar cada cierto tiempo. Si bien los alumnos cursan varias materias, el modelo de Escuela Nueva persigue inculcar en ellos el sentido de la democracia y la ciudadanía, además de apostar por la educación para el desarrollo sostenible.

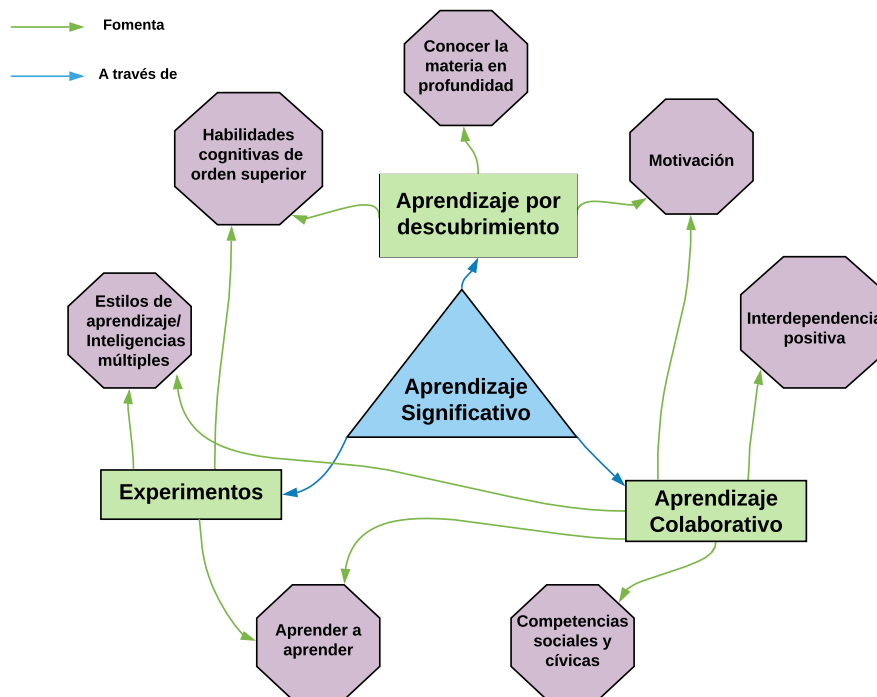


Figura 4.3: Resumen de la metodología a seguir en la *Semana de la Energía Renovable*.

El esquema de la Fig. 4.3, resume la metodología a seguir en la *Semana de la Energía Renovable*.

Por último, durante la *Semana de la Energía Renovable*, los docentes utilizarían la plataforma *Moodle*, de modo que los estudiantes tuvieran acceso a todo el material y a todos los recursos empleados durante las sesiones. Si bien *Moodle* es un recurso metodológico, y no una metodología como tal, sí que se enmarca dentro del *e-learning* y de las metodologías activas. Es por ello que se presenta en este capítulo. A través de *Moodle*, los estudiantes harían uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que están teniendo un gran auge en la “sociedad de la información” en la que vivimos a día de hoy. Además, las TIC, y en concreto la “competencia digital”, es una de las siete competencias clave que establece la LOMCE (Ley Orgánica, 2013). Todos los centros públicos de enseñanza de Castilla y León cuentan, desde 2017, con un “Aula Virtual Moodle” (Moodle, 2020) a disposición de toda la comunidad educativa. Un ejemplo de esto es el aula virtual de Física y Química del I.E.S. Fernando de Rojas de Salamanca que se muestra en la Fig. 4.4 a). Es una herramienta “sencilla y potente” (Ros, 2008), que permite la comunicación, la evaluación y lo más importante para el presente TFM, la



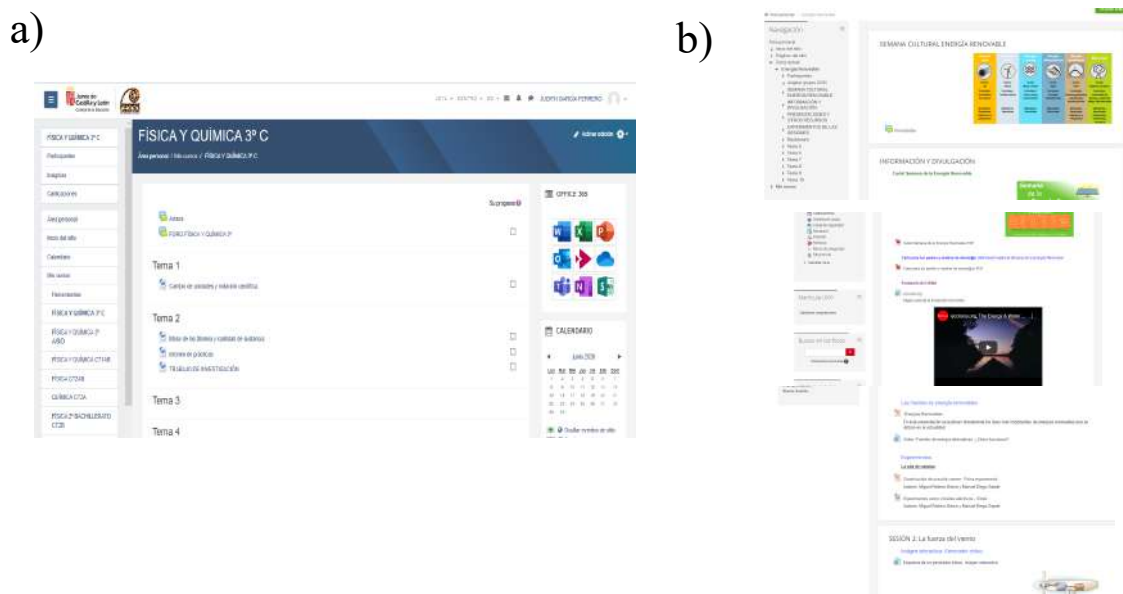


Figura 4.4: Plataformas Moodle: a) “Aula Virtual” del centro educativo I.E.S Fernando de Rojas, b) Página de *Studium* creada para recoger los recursos que se utilizarían en la *Semana de la Energía Renovable*.

gestión de contenidos. El docente puede presentar los apuntes de la materia en diversos formatos (Word, Power Point, PDF, etc.) y además puede complementarlos con recursos variados, tales como vídeos educativos que permitan a los estudiantes adquirir una mayor comprensión de la materia, o enlaces a páginas web que contengan material didáctico, incluyendo imágenes, esquemas o simulaciones virtuales. Por otro lado, según el estudio de J. Monllor (Monllor, 2015) los profesores no perciben Moodle como una plataforma que pudiera sustituir a las clases presenciales, y menos a nivel de la Educación Secundaria, donde los alumnos tienen entre 12 y 18 años y aún están madurando su capacidad de aprendizaje autónomo sin la presencia constante de un docente. Optan pues, por utilizarla como complemento a las clases presenciales. Así, en este Proyecto, la herramienta Moodle se emplearía como recurso adicional para que los estudiantes tuvieran toda la información a su disposición durante el desarrollo de las sesiones. Además supondría también un apoyo para fomentar la competencia “aprender a aprender”, incentivando ese aprendizaje autónomo que aun están desarrollando.

Con el fin de simular la página Moodle destinada a las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*, se ha creado una página en *Studium* que contiene todos los recursos que serían utilizados e implementados en la web de Moodle del centro educativo. Se muestra en la Fig 4.4 b), la página de *Studium* creada para este Proyecto.



# Capítulo 5

## Evaluación

Los métodos de evaluación que se utilizarán en las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*, serán expuestos en los siguientes párrafos. Lo que se pretende con estas sesiones, es que los alumnos adquieran un aprendizaje significativo sobre los conceptos más básicos que se incluyen en las fuentes de producción de energía eléctrica de forma alternativa. Por ello, la evaluación no puede ser vista por los estudiantes como una “dificultad añadida”, sino como una forma de demostrar todo lo que han aprendido. Asimismo, los métodos evaluativos han de servir a los docentes para diagnosticar aquellos conceptos o contenidos que les resulten más complicados a los alumnos. Con estas reflexiones, se propone el uso de las siguientes herramientas para evaluar el desarrollo de los estudiantes: *Socrative*, informes (en formato de ficha) y rúbricas de evaluación.

*Socrative* es una plataforma online para la realización de cuestionarios. Proporciona estadísticas y resultados inmediatos de las respuestas de los alumnos. Según la revisión bibliográfica que muestran las autoras Santos *et al.* (Santos, 2019) muchos autores concluyen que el uso de Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI), aporta grandes ventajas: mayor implicación de los alumnos en las clases, diagnóstico inmediato de los conocimientos que tienen los alumnos, fomenta la participación de los alumnos más tímidos de la clase puesto que las respuestas pueden ser anónimas, promueve el aprendizaje colaborativo, así como la motivación de los alumnos, etc. Asimismo, es una herramienta que apoya el aprendizaje significativo, puesto que permite que el docente sepa en qué conceptos tienen mayores dificultades los alumnos para así, aclararlos de un modo casi inmediato. *Socrative* está disponible tanto para iOS, Android, Windows, Chrome y Kindle, como para diversos navegadores web, en caso de utilizar un ordenador. El acceso como “estudiante” no requiere ningún tipo de registro y para realizar el cuestionario, simplemente han de introducir el “Room Name”, previamente proporcionado por el docente. El acceso como “profesor”, requiere de un registro que, una vez completado, permite crear cuestionarios o importarlos, y seleccionar varios tipos de preguntas (verdadero o falso, respuesta múltiple o respuesta corta). Si bien esta aplicación posee numerosas ventajas, también hay que destacar algunos inconvenientes, como la limitación a 50 alumnos en la versión gratuita, o las posibles distracciones en Internet por parte de los alumnos (Bello Pintado y Me-

rino Diaz de Cerio, 2017). Se muestran en la Fig. 5.1 unas imágenes de la aplicación para visualizar las explicaciones anteriores.

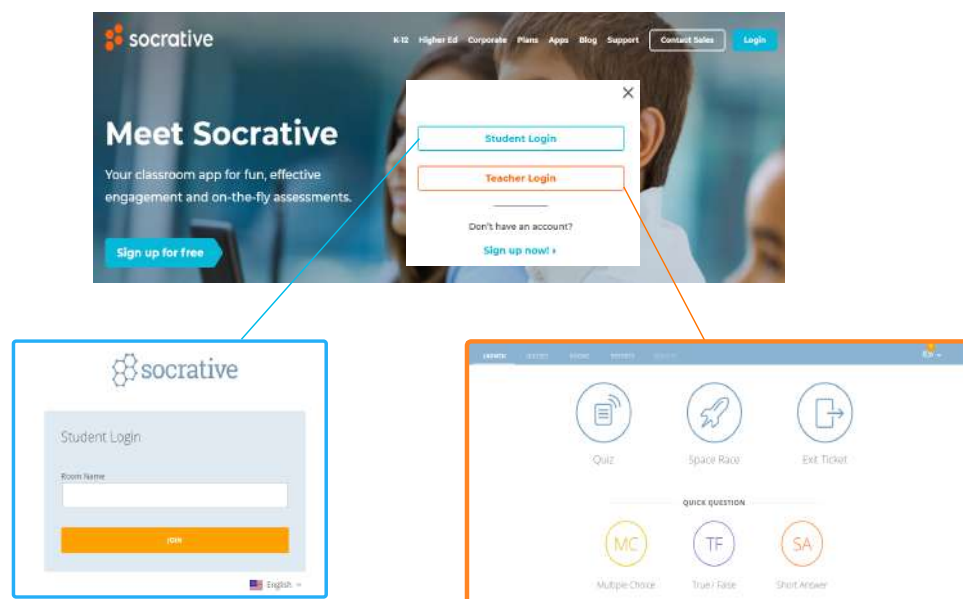


Figura 5.1: Capturas de pantalla de la aplicación *Socrative*: pantalla de inicio, opciones de acceso (“Student” o “Teacher”), petición de código de acceso (“Room Name”) al cuestionario y opciones de cuestionario para el docente. (*Socrative website.*, 2020)

Se pretende utilizar *Socrative* como una herramienta de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Para hacer un barrido de los conocimientos previos de los alumnos, se utilizará un cuestionario con preguntas cortas en la primera sesión, las cuales abarquen todos los conocimientos de Física, Química y Tecnología que se vayan a tratar durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*. Al final de cada sesión, se lanzará otro breve cuestionario, pero esta vez enfocado en aspectos clave de la sesión (Anexo D). Si hubiera algún concepto que los alumnos no hayan entendido, éste se puede abordar y aclarar en la siguiente sesión.

Junto a *Socrative*, se prevé utilizar también una ficha (“ficha científica”), a modo de informe, para la evaluación de las actividades. Esta herramienta de evaluación tiene una doble vertiente. Por un lado, pretende fomentar la competencia clave de “comunicación lingüística”, haciendo que los estudiantes sintetizen y expresen sus ideas a través del lenguaje escrito, además de incentivar su alfabetización científica. Por otro lado, y como señalan Espinosa *et al.* (Espinosa, González, y Hernández, 2016), el informe tiene también la finalidad de conjugar la teoría y la práctica, haciendo que los estudiantes sean conscientes de la importancia de la parte teórica en ciencias. Las “fichas científicas” que se propondrían durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*, estarían compuesta por 4 ó 5 preguntas cortas, relacionadas con el fundamento científico de las experiencias. Se incluirá también algún apartado para añadir información adicional que hayan buscado en Internet sobre las energías renovables y el desarrollo sostenible. En el anexo D se muestran las “fichas científicas” propuestas para cada sesión.

## Semana de la Energía Renovable: Rúbrica de evaluación

Indicadores de evaluación (ponderación)	Sobresaliente	Bueno	Aprobado	Pobre	No aceptable
<b>Aprendizaje colaborativo Trabajo individual (30%)</b>	Ha asumido su rol, realizando todas las tareas asignadas correctamente en todas las sesiones. <b>30 puntos</b>	Ha asumido su rol, realizando todas las tareas asignadas correctamente en 3 o más las sesiones. <b>23 puntos</b>	Ha asumido su rol, parcialmente, realizando más del 50% de sus tareas correctamente en 3 o más sesiones. <b>15 puntos</b>	Ha asumido su rol parcialmente, pero no ha realizado correctamente las tareas a lo largo de las sesiones. <b>8 puntos</b>	No ha asumido su rol, ni ha intentado realizar ninguna tarea a lo largo de las sesiones. <b>3 puntos</b>
<b>Aprendizaje colaborativo Colaboración con el grupo (30%)</b>	Ha escuchado a sus compañeros, y ha compartido con ellos sus propias tareas en todas las sesiones. <b>30 puntos</b>	Ha escuchado a sus compañeros, y ha puesto en común sus propias tareas en 3 o más sesiones. <b>23 puntos</b>	Ha escuchado a sus compañeros, pero NO ha explicado su parte en 2 o más sesiones. <b>15 puntos</b>	Ha escuchado a sus compañeros, pero no ha compartido con ellos sus tareas, en NINGUNA de las sesiones. <b>8 puntos</b>	No ha escuchado a sus compañeros, y ha entorpecido el trabajo de los demás. <b>3 puntos</b>
<b>Actitud durante la realización de las sesiones (20%)</b>	Su actitud ha sido respetuosa y ha intervenido al menos 1 vez en todas las sesiones. <b>20 puntos</b>	Su actitud ha sido respetuosa y ha intervenido al menos 1 vez durante dos o más sesiones. <b>15 puntos</b>	Su actitud ha sido respetuosa, pero no ha intervenido ninguna vez a lo largo de las sesiones. <b>10 puntos</b>	Su actitud ha sido disruptiva en más de dos ocasiones, en cada una de las sesiones. <b>5 puntos</b>	Su actitud ha sido disruptiva, de forma reiterada, en todas las sesiones. <b>2 puntos</b>
<b>Fichas científicas (20%)</b>	Las respuestas son correctas en todas las fichas. Presentación limpia y no hay errores ortográficos en ninguna ficha. <b>20 puntos</b>	Las respuestas son correctas en todas las fichas. Presentación limpia y no hay más de 3 faltas de ortografía por ficha. <b>15 puntos</b>	Solo hay 1 respuesta incorrecta en 3 fichas o menos. Presentación limpia y no hay más de 3 faltas de ortografía por ficha. <b>10 puntos</b>	Más de 2 respuestas incorrectas en 1 ficha, o 1 respuesta incorrecta en cada ficha. Presentación desordenada, más de 3 faltas de ortografía por ficha. <b>5 puntos</b>	No ha contestado a ninguna de las preguntas en alguna ficha, o no ha entregado alguna de las fichas. <b>2 puntos</b>

Figura 5.2: Rúbrica creada para la evaluación de la actividad de los estudiantes durante la *Semana de la Energía Renovable*.

Por otro lado, las rúbricas (Fig. 5.2) son uno de los instrumentos de evaluación más objetivos que existen, y permiten evaluar otros aspectos además de los conocimientos del alumno, como por ejemplo, la adquisición de competencias. La actitud frente a las actividades propuestas y hacia sus compañeros, el esfuerzo durante las sesiones y el nivel de lenguaje que utiliza para expresarse, son algunas de las cualidades de un estudiante que no se pueden evaluar mediante un cuestionario. La LOMCE (Ley Orgánica, 2013), establece 7 competencias básicas que los alumnos han de adquirir, y que los docentes han de evaluar (comunicación lingüística, competencia digital, competencia matemática y científico-tecnológica, aprender a aprender, competencia social y cívica, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, consciencia y expresiones culturales). Otra de las ventajas que suponen las rúbricas, y en especial hacia los alumnos, es que éstos pueden conocer que criterios han de cumplir para obtener una buena calificación, puesto que se puede entregar la rúbrica a los estudiantes al inicio de la actividad. De este modo, los estudiantes también pueden “auto-evaluarse”, comprobando en qué medida logran o no los objetivos establecidos. Existen varias características que definen a una rúbrica, independientemente

de su contenido y formato, como la contribución a la reflexión del estudiante sobre su desempeño en la actividad de aprendizaje, o su potencial para fortalecer la comunicación y el *feedback* entre alumno y docente (Santamaría y Boroel, 2018). A la hora de utilizar una rúbrica de evaluación, debemos tener muy presente la forma en que ésta se construye. Como indican los autores Álvarez *et al.* (Álvarez, Bernardino, y Pérez-Pueyo, 2019), hay ciertas palabras, tales como los adverbios “a veces” o “casi nunca”, que se emplean para distinguir los niveles de calificación en las rúbricas. Sin embargo, dichos adverbios carecen de la concreción que necesita un alumno para entender lo que tiene que hacer. De este modo, la rúbrica pasa de tener un objetivo “evaluador”, a ser un mero instrumento más de “calificación”. Los autores, Álvarez *et al.*, proponen herramientas de evaluación como las “Escalas de valoración diferenciada” y las “Escalas Graduadas” (Anexo C), afirmando que pueden alcanzar valoraciones más objetivas y de mayor utilidad para los alumnos, además de evaluar tanto “aspectos formales, como informales y creativos”. A pesar de los distintos enfoques sobre las rúbricas, los autores anteriormente mencionados, convergen en el hecho de que el valor de la rúbrica no radica en sí misma, sino en el uso que se hace de ella, en la implicación por parte de docente y alumnos, y en definitiva, en la coherencia pedagógica que aporta (Santamaría y Boroel, 2018; Álvarez y cols., 2019).

En otras ocasiones, será más conveniente utilizar métodos de evaluación distintos, en función de las circunstancias y de los objetivos del aprendizaje. Tal y como afirma Hernando Calvo, hay métodos de evaluación que destacan por su valor cuantitativo, centrándose en el resultado final de la experiencia de aprendizaje, mientras que otras herramientas evaluativas se focalizan en los aspectos más cualitativos, anteponiendo el proceso por encima del resultado. Asimismo, destaca que lo verdaderamente importante es la claridad a la hora de presentarle a los alumnos cómo serán evaluados, haciéndoles plenamente conscientes de lo que se espera de ellos, así como de su propio aprendizaje (Hernando Calvo, 2015). Finalmente, dado que la visión de los estudiantes es muy importante a la hora de evaluar la organización y puesta en marcha de esta propuesta educativa, se les propondrá realizar una encuesta de satisfacción al final de la *Semana de la Energía Renovable* (Anexo D).

# Capítulo 6

## Desarrollo de la propuesta educativa

La *Semana de la Energía Renovable* constará de 4 sesiones destinadas a la formación sobre las formas de obtención de energía eléctrica a través de fuentes alternativas, así como de un día dedicado a la exposición de los proyectos en un mural colectivo y a la ponencia de un invitado que presente las iniciativas de desarrollo sostenible que se están materializando en algunas de las zonas más desfavorecidas del planeta. Se propondría como invitado a D. José Gabriel Martín Fernández, Director - Gerente de la Fundación ACCIONA (Acciona, 2020). Por tanto, la duración total es de 5 días. Toda la información e instrumentos divulgativos sobre la *Semana de la Energía Renovable* se muestran en el anexo E. La organización de estas sesiones se enmarcarán dentro de la *Semana Cultural* del Centro, de modo que se pueda disponer de más flexibilidad en cuanto a horario y aulas se refiere. Las sesiones se plantean como talleres en los que los alumnos visualizarán y realizarán varios experimentos y montajes. Cada una de ellas se llevará a cabo de tal forma que al finalizar, los estudiantes hayan obtenido un aprendizaje significativo sobre varios contenidos que conforman el currículo de Física y Química, así como sobre algunas cuestiones de la asignatura de Tecnología. De este modo, la *Semana de la Energía Renovable*, se concibe como una serie de sesiones educativas de carácter multidisciplinar.

Todas y cada una de las sesiones pretenden poner en práctica metodologías activas, de modo que el estudiante sea el protagonista de su propio aprendizaje. Entre dichas metodologías se propone el uso de la experimentación como recurso indispensable para fomentar el aprendizaje por descubrimiento. Asimismo, todas las actividades contemplan el trabajo colaborativo, incluyendo la asignación de distintos roles dentro del grupo de trabajo. Se estima que cada sesión tenga una duración de 80 minutos.

Respecto a los espacios, lo ideal sería realizar las sesiones en un aula-taller, de modo que los alumnos tuvieran a su disposición tanto ordenadores, como herramientas y materiales (pistola de silicona, tijeras, cartón, madera, etc.) para la construcción de las experiencias.

En su defecto, las sesiones se podrían llevar a cabo en un aula con espacio suficiente para que los alumnos realicen las tareas con comodidad y disponer, al menos, de un ordenador portátil con acceso a Internet por grupo. Por otro lado, dado que la asignatura es

Tabla 6.1: Organización de la *Semana de la Energía Renovable*

<i>Semana de la Energía Renovable</i>					
Realización:	Durante la <i>Semana Cultural</i> del Centro				
Dirigido a:	3º de la E.S.O.				
Número de alumnos/as:	92 (Nº de alumnos/as matriculados en el I.E.S Fernando de Rojas en el curso 2019-2020 (4 líneas))				
Metodología de trabajo:	7 - 5 grupos de 4 alumnos/as, en función del número de estudiantes de la clase Aprendizaje colaborativo Aprendizaje por descubrimiento Experimentos				
Asignaturas implicadas:	Física y Química, Tecnología				
Número de profesores disponibles:	3 profesores de Física y Química 4 profesores de Tecnología				
Lugar:	Aula-taller de Tecnología				
Horario y distribución de grupos					
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 - 9:50 h	3º A	3º B	3º C	3º D	Exposición del mural. Todos los grupos
9:55 - 11:15 h	3º B	3º C	3º D	3º A	Conferencia para todos
11:20 - 12:40 h	3º C	3º D	3º A	3º B	
12:45 - 14:05 h	3º D	3º A	3º B	3º C	

compartida por los departamentos de Física y Química y de Tecnología, suponiendo que existen 3 profesores del primero y 4 del segundo (como ocurre en el I.E.S Fernando de Rojas, en el curso 2019-2020), se dispondría de un total de 7 profesores para la supervisión de las sesiones. Si además consideramos una media de 28 alumnos por clase, se pueden formar 7 grupos de 4 alumnos cada uno. Así, los profesores de ambas asignaturas, podrían repartirse las sesiones por parejas, para guiar a los estudiantes. Sería conveniente dividir las sesiones entre los distintos grupos de 3º de la E.S.O del Centro, teniendo, por ejemplo, la primera sesión a primera hora con 3º A, a segunda hora con 3º B, y así sucesivamente. En la Tabla 6.1 se muestra un resumen de la organización de la *Semana de la Energía Renovable*.

En cuanto a las sesiones se refiere, ya se ha mencionado previamente que serán 4, más un último día de exposición de proyectos y la conferencia de un experto. Las 4 sesiones se focalizarán en la adquisición de conceptos que se contemplan en el currículo, relacionados directa o indirectamente con la producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía alternativas. En la Tabla 6.2 se ha resumido brevemente el contenido de las sesiones a realizar; más adelante se presentarán en detalle. El último día se expondrá,



en los pasillos del Centro, un mural que recoja los hitos más importantes de la *Semana de la Energía Renovable*. Las alumnas y alumnos deben exponer sus montajes, así como aportar explicaciones sobre el funcionamiento de los mismos, sus aplicaciones en la vida real, su relación con las energías renovables, fotos y/o dibujos en los que se expliquen experimentos o conceptos, curiosidades, etc. Asimismo, el Director - Gerente de la Fundación ACCIONA será invitado a dar una conferencia dirigida a todo el alumnado. En ella, los estudiantes tendrán la oportunidad de preguntar todas aquellas dudas o curiosidades que tengan sobre las propuestas e incentivas que se están aplicando alrededor del mundo para llevar la electricidad y el agua corriente a las zonas más desfavorecidas del planeta, sin dejar de apostar por el desarrollo sostenible.

Tabla 6.2: Resumen de las sesiones enmarcadas en la *Semana de la Energía Renovable*

Sesiones			
Número de sesiones:		4 + 1 día Exposición y Conferencia	
Duración de las sesiones:		80 minutos	
Nº de sesión	Primera parte	Segunda parte	Tercera parte
1	Introducción: Metodología de las sesiones + ¿Cómo funcionan las energías renovables?	Repaso de conocimientos previos: carga eléctrica, corriente eléctrica, magnetismo, electromagnetismo, experiencia de Oersted. <b>Experimentos:</b> la pila de patatas, brújula casera, experiencia de Oersted.	Construcción de un motor eléctrico con materiales sencillos.
2	Introducción y repaso de la sesión anterior.	Repaso de conocimientos previos: transformaciones de energía, energía mecánica y energía eléctrica. Relación entre magnetismo y electricidad. Generadores y dinamos. La energía eólica en la antigüedad. <b>Experimentos:</b> Dinamo (juguete), molinillo de papel.	Construcción de un molino eólico con materiales sencillos .
3	Introducción y repaso de la sesión anterior.	Repaso de conocimientos previos: Ley de Ohm, magnitudes de intensidad de corriente, resistencia y voltaje. Asociación de resistencias en serie y paralelo. Multímetros. La energía hidroeléctrica. Centrales hidroeléctricas más grandes del mundo. <b>Experimentos:</b> realización de circuitos sencillos con <i>Protoboard</i> .	Construcción de una sistema hidroeléctrico a escala
4	Introducción y repaso de la sesión anterior.	La energía solar: la lupa como focalizador de los rayos del Sol. <b>Experimentos:</b> juguetes fotovoltaicos “Kit solar”. Motor Stirling.	Construcción de un horno solar.

Dado que la mayor parte de los experimentos de las sesiones se centran en la parte de la Física, en el anexo B se presenta una práctica relacionada con las energías renovables,

en concreto con la biomasa, enmarcada en el ámbito de la Química. Dicha práctica podría realizarse con aquellos alumnos que estén interesados, en otro momento del curso en el que se estén abordando aspectos de la Química dentro de la asignatura de Física y Química.

## 6.1. Sesión 1: Construyendo un motor eléctrico

### Objetivos

En esta primera sesión se explicará a los alumnos la metodología a seguir durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable* (trabajo en grupo y los roles de cada uno, uso de la herramienta *Socrative*, “ficha científica” y rúbrica de evaluación). Asimismo, en cuanto contenido teórico se refiere, se pretende que los alumnos y alumnas tomen un primer contacto con el campo de las energías renovables conociendo, de un modo general, los tipos de fuentes alternativas que existen. Además, se espera que los alumnos construyan su propio motor de inducción electromagnética.

### Contenidos curriculares

Los contenidos del currículo establecido que se abordarán en esta sesión, se enmarcan dentro de la asignatura de Física y Química, en el *Bloque 3: El movimiento y las fuerzas*, en concreto los contenidos relacionados con los criterios de evaluación 8 y 10; y en el *Bloque 4: La energía*, los contenidos referidos al criterio de evaluación número 4. (Ver Tabla 3.1 del capítulo 3).

### Metodología

La metodología a seguir se centra en el aprendizaje por descubrimiento a través de la realización de experiencias y del trabajo colaborativo, como se ha explicado en el Capítulo 4.

En la primera parte de la sesión los alumnos realizarán experimentos que puedan despertar su curiosidad, dado que con objetos del entorno cotidiano, se pueden realizar montajes relacionados con los contenidos del currículo. De este modo, se espera lograr un aprendizaje significativo.

Durante la introducción, los alumnos se dividirán en 7 - 5 grupos de 4 alumnos cada uno (en función del número de alumnos por clase). En el caso de ser un número impar (21 alumnos), podría haber grupos de 3 personas. Cada grupo debe escoger un nombre. Además, se explicará que en cada grupo habrá distintos “roles”, es decir, cada estudiante tiene una función específica a realizar en cada grupo. Los roles establecidos en cada grupo son:

- Dos “Ingenier@s”: Se encargan de la construcción del montaje propuesto en la sesión (seleccionar los materiales, las piezas, ensamblarlos, etc.).

- “Científic@”: Se encarga de completar la “ficha científica” sobre la sesión, incluyendo datos como los pasos seguidos para la construcción de los montajes, y la base científica del funcionamiento de los mismos.
- “Reporter@”: Su función es recopilar información destacada para presentarla en un mural, al final de la *Semana de la Energía Renovable* (fotos o dibujos de cómo han ido construyendo los montajes, imagen real de un generador eléctrico, escribir el fundamento científico en folios para que los compañeros lo vean en el mural, etc.). Asimismo serán los encargados de la elaboración del diseño gráfico para decorar el mural (pósters en tamaño A3 con dibujos y texto, letras de papel, etc.). Por último, deberán ayudar al “Científic@” a completar la “ficha científica”, que contará con un apartado para completar con la información encontrada en Internet.

Estos roles irán cambiando en cada sesión, tal y como se muestra en la Tabla 6.3. En el caso de haber grupos de 3 alumnos, se designaría a un solo “Ingenier@”, en vez de dos.

Tabla 6.3: Rotación de roles dentro de los grupos de trabajo que se efectuarán durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*.

Rotación de los roles dentro del grupo				
Nº de sesión	Alumno/a 1	Alumno/a 2	Alumno/a 3	Alumno/a 4
1	Ingenier@	Ingenier@	Científic@	Reporter@
2	Reporter@	Ingenier@	Ingenier@	Científic@
3	Científic@	Reporter@	Ingenier@	Ingenier@
4	Ingenier@	Científic@	Reporter@	Ingenier@

## Descripción de la actividad

### Introducción

La introducción tiene como objetivo situar a los estudiantes en la actividad que se desarrollará posteriormente. Esto incluye: el motivo de la organización de la *Semana de la Energía Renovable*, el horario de las sesiones, la metodología (aprendizaje colaborativo y roles dentro del grupo, experimentos) y la evaluación (*Socrative*, “ficha científica” y rúbrica de evaluación). Asimismo, se detallarán los elementos que compondrán el mural colectivo y que será expuesto en los pasillos, además del lugar y la hora de la conferencia a cargo del Director-Gerente de Proyectos de la Fundación ACCIONA, D. José Gabriel Martín Fernández. La duración de esta primera introducción “formal” no debe ser excesiva, y se establecerá en 10 minutos. La curva de atención de una audiencia, y más siendo adolescentes, decae en pocos minutos. Según muestran en su estudio Cuellar y López-Aparicio (Cuéllar Santiago y López-Aparicio Pérez, 2018) se pierde a la mitad de

la audiencia en los primeros 10 minutos, y es por ello que hay que emplear “giros” en la exposición, intentando recuperar la atención de los oyentes. Durante esta introducción (Fig. 6.1), les pediremos a los alumnos que hagan grupos de 4 personas.

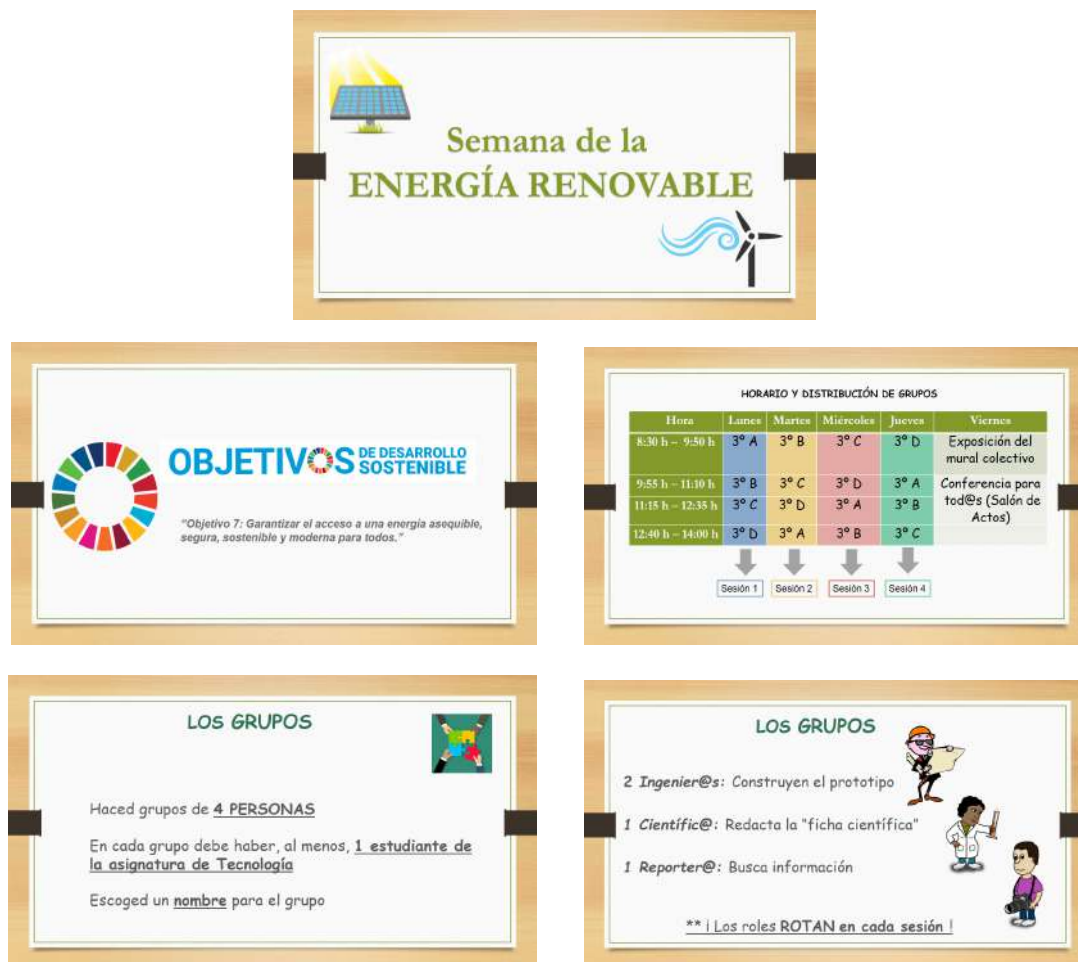


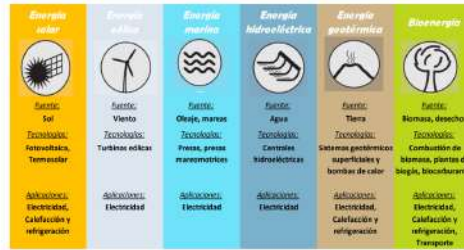
Figura 6.1: Presentación para mostrar a los estudiantes la organización de la *Semana de la Energía Renovable*.

Después de exponer a los alumnos cómo se van a organizar las jornadas, se comenzará con la sesión propiamente dicha. Se presentará a los alumnos una serie de diapositivas en las que se explicarán, de forma somera y resumida, el funcionamiento de las de fuentes de energía alternativas que existen hoy en día (Fig. 6.2), para que así, se familiaricen con la esencia de la *Semana de la Energía Renovable*. Se estima que esta presentación, incluyendo aclaraciones y preguntas, no sobrepase los 10 minutos de duración.

### Conocimientos previos: Experimentos sencillos

Antes de comenzar con las experiencias, se realizará un cuestionario en la plataforma *Socrative*, a modo de evaluación diagnóstica para que los profesores tengan una idea de

Fuentes de energía alternativas:  
¿Cómo funcionan?



Energía solar



Energía eólica



Energía marina



Energía hidroeléctrica

Energía geotérmica



Figura 6.2: Transparencias que serán utilizadas en la introducción.

los conocimientos previos que poseen los alumnos y así, poder adaptar las explicaciones de los experimentos a su nivel. En el anexo D puede verse el cuestionario. Los alumnos organizados en grupos y, suponiendo que existe un ordenador por grupo, responderán a la encuesta de forma colectiva. Además, la disposición por grupos y mesas, pretende que todos los estudiantes puedan visualizar los experimentos previos a la tarea que tendrán que realizar a lo largo de la sesión. Asimismo, a cada grupo se le hará entrega de una "ficha científica", similar a un breve informe, que tendrán que responder durante la última parte de la sesión. Las "fichas científicas" se presentan en el anexo D.

A continuación, se repasarán brevemente los fenómenos electromagnéticos. Se comenzará preguntando a los alumnos si sabrían definir qué es la carga eléctrica y la corriente eléctrica. Una vez aclarados estos conceptos, se presentará una gráfica del funcionamiento de una batería, así como su representación esquemática en un circuito sencillo (Fig. 6.3).

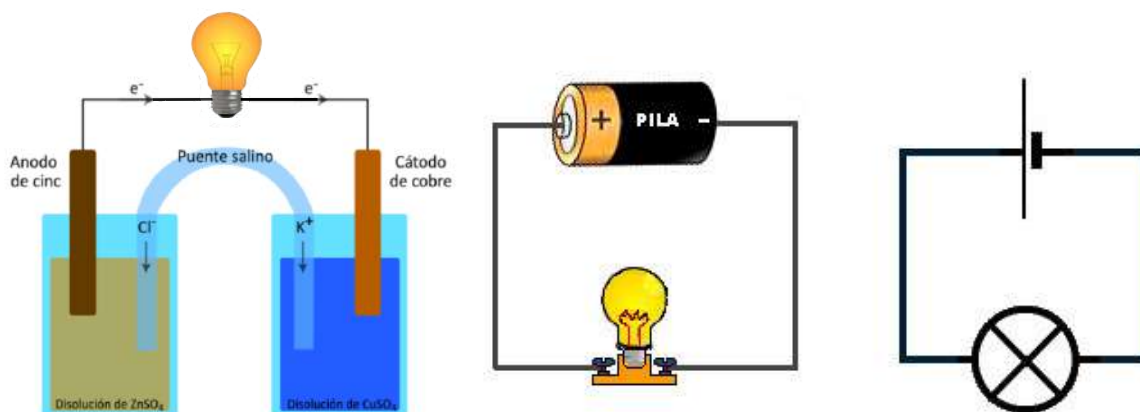


Figura 6.3: Esquema del funcionamiento de una batería y su representación en un circuito eléctrico sencillo. Adaptado de (*Tecnología de las baterías.*, 2020; *La corriente eléctrica.*, 2020.)

Para apoyar la explicación anterior, se realizará un experimento a los estudiantes: “La pila de patatas”. Se comenzará lanzando un interrogante a los alumnos y alumnas: “¿Alguna vez habéis pensado que una patata puede generar electricidad?”. Después de una breve reflexión por parte de los jóvenes, y con el experimento ya preparado, se les pedirá que realicen las conexiones adecuadas para generar corriente eléctrica. En cada grupo habrá un montaje experimental, de forma que todos los alumnos puedan visualizar el fenómeno con claridad. El experimento consiste, básicamente, en construir una batería utilizando patatas y así lograr encender un LED. Se muestra en la Fig. 6.4 una ficha y una captura de un vídeo que muestra el experimento. Todos los experimentos pueden ser consultados también en la página de *Studium* que complementa a este TFM.

### Construcción de una pila casera

■ MATERIAL

- 4 monedas de 20 céntimos.
- 1 metro de cable de cobre.
- 1 bombilla LED de 3V.
- 4 clavos cincados.
- 4 patatas.

■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Clavamos en uno de los extremos de cada patata un clavo cincado y en el otro extremo una moneda de cobre.

Hacemos unir mediante un cable la moneda de la primera patata con el clavo cincado de la siguiente, y así sucesivamente para las cuatro patatas.

Finalmente, unimos un cable al clavo de la primera patata y otro a la moneda de la última y lo conectamos a una bombilla LED.

■ RESULTADOS

Se observa como se genera una corriente eléctrica a lo largo del cable conectado a la bombilla, dando se da un paso de electrones desde el ánodo (primer clavo cincado) hasta el cátodo (la moneda de la última patata) que permite encender la bombilla.

Figura 6.4: Ficha de montaje del experimento e imágenes del resultado. La ficha y el experimento fueron elaborados por Miguel Redero Brioso y Manuel Diego Gajate, alumnos del MUPES de la USAL, curso 2019-2020.

Respecto al magnetismo, se introducirá a los alumnos los imanes y las brújulas. Se les



preguntará a los estudiantes si conocen cuál es el imán más grande de la Tierra. Después de una breve reflexión, y en caso de que los estudiantes no hayan respondido correctamente, se explicará que la propia Tierra actúa como un imán gigante. Además, el docente les enseñará cómo se puede crear una “Brújula casera”, llevando el montaje a la sesión (aguja inmantada en un corcho y flotando en un recipiente de agua). Se comparará el comportamiento de la aguja inmantada del experimento, con una brújula comercial (Fig. 6.5). Cada grupo podrá reproducir el montaje experimental, dado que contará en cada mesa con los materiales necesarios.

Finalmente, y para fundamentar el funcionamiento de los generadores de energía eléctrica que necesitan todas las centrales eléctricas, se les mostrará a los alumnos la relación entre electricidad y magnetismo. Uno de los docentes llevará un montaje experimental para reproducir la “Experiencia de Oersted”, de forma magistral. Se preguntará directamente a los alumnos si saben porqué se dice que algunos fenómenos son “electromagnéticos”. A partir de aquí, y a través de la experiencia de Oersted (Fig. 6.6), se explicará que las corrientes eléctricas influyen en el magnetismo y viceversa.

Se prevee que la duración de esta parte de “experimentos sencillos” sea de 20 minutos.

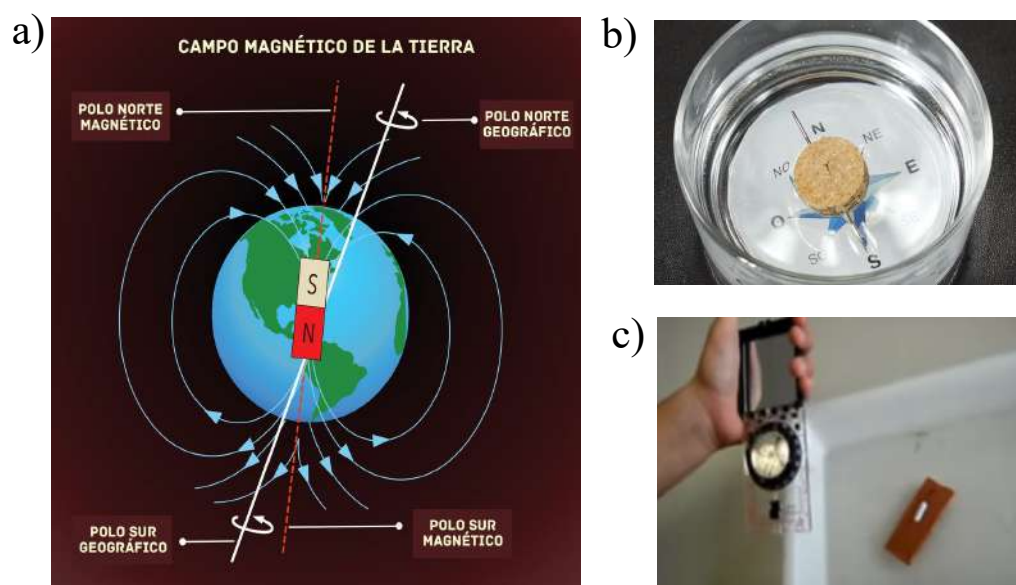


Figura 6.5: a) Representación de la Tierra actuando como un imán a gran escala, b) Experimento: Brújula casera, c) Comparación del experimento con una brújula comercial. (*Campo magnético terrestre.*, 2020)

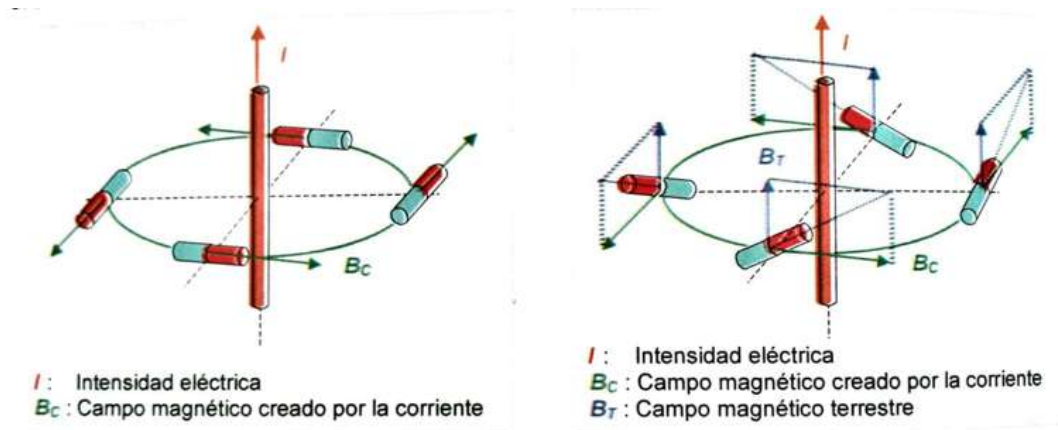


Figura 6.6: Experiencia de Oersted (Maíllo y cols., 2019)

### Construcción de un motor eléctromagnético

Esta es la última parte de la sesión, y su duración se establece en 40 minutos. Partiendo de los experimentos visualizados, y de los conceptos abordados en las actividades previas, los alumnos ya están en condiciones de construir su propio motor eléctrico, con materiales sencillos. El ejemplo que se ha tomado se muestra en la Fig. 6.7. Para su construcción, cada grupo dispondrá de hilo de cobre, imanes, una pila, y un soporte (vaso de plástico, tubo cartón, caja pequeña, etc.). Además contarán con material como celofán, pistolas de silicona, palitos de madera, y cualquier otro recurso que necesiten para hacer sus diseños. Para la construcción del motor, se pueden seguir los siguientes pasos:

- Se realiza una espira, enrollando un trozo de hilo de cobre alrededor de un rotulador o similar. Se estiran los extremos de la espira, de forma que queden lo más rectos posible (Fig. 6.7). Además, dichos extremos se lijan (uno de los extremos, se lijará sólo por un lado) para quitar el esmalte que recubre al hilo, pudiendo así conducir la electricidad en la superficie del mismo.
- Se toman otros dos trozos de hilo de cobre, y se lijan por los extremos para quitar el esmalte. Estos trozos servirán de soporte para la espira, por lo que se doblarán en forma de gancho por un lado, mientras que el otro extremo, se conectará a la pila. Los hilos de cobre se acoplan a un soporte que los sustente, como un vaso de plástico, un tubo de cartón, etc.
- Finalmente, se colocan dos imanes en la base del soporte, como en la Fig. 6.7. Se coloca la espira en los “ganchos” de los hilos de cobre unidos al soporte, y se conecta la pila por ambos bornes.
- Impulsamos la espira para que gire, y ésta seguirá rotando por sí sola, gracias a la inducción electromagnética.

En esta parte de la sesión es donde se pone de manifiesto el aprendizaje colaborativo como tal, y los roles asignados a los miembros del grupo. Como ya se ha mencionado



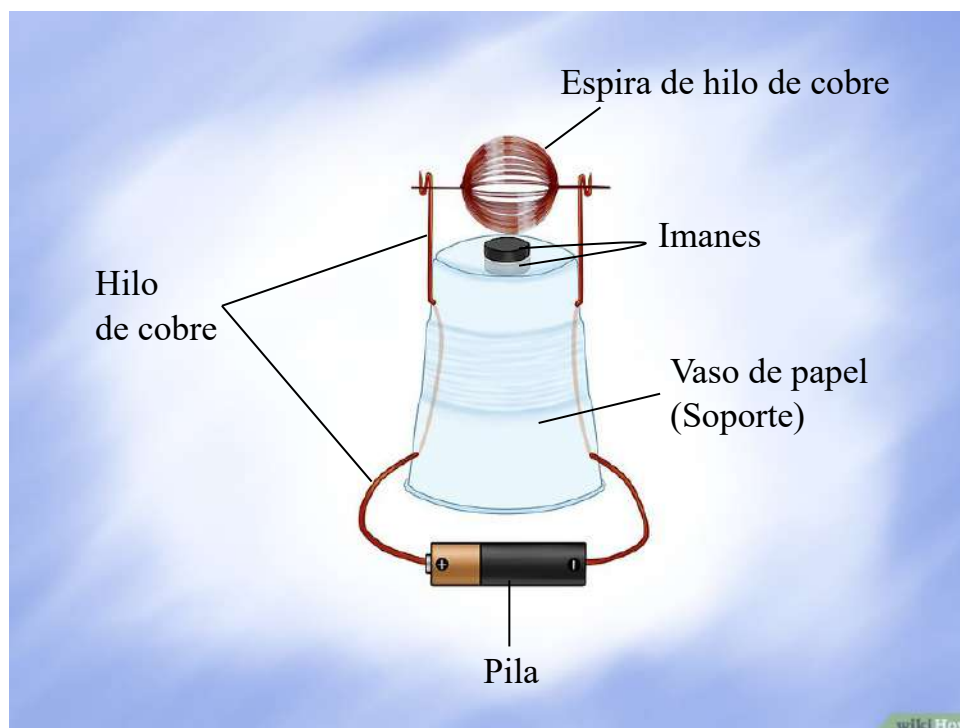


Figura 6.7: Esquema de un motor eléctrico sencillo. Adaptado de (*Motor electromagnético sencillo.*, 2020)

anteriormente, los “Ingenier@s” se encargarán de propio montaje (selección de material, ensamblaje, etc.). A su vez, el “Científic@” tendrá que responder a las preguntas que se encuentran en la “ficha científica” (breve informe) entregada al inicio de los experimentos. El “Reporter@” se encargará de buscar información relevante sobre los fenómenos eléctricos y magnéticos, así como de motores eléctricos reales, dónde se utilizan, etc., e incluso puede buscar imágenes de motores reales y pedir a los docentes que haga fotos del montaje que están realizando los compañeros, con una cámara digital. El “Reporter@” tendrá que ayudar al “Científic@” a completar la “ficha científica”, dado que habrá un apartado para exponer la información relevante extraída de Internet. Además, los “Ingenier@s” tendrán que ayudar al “Científic@” con ciertas preguntas de la ficha, y viceversa.

En el caso de que los alumnos no hayan finalizado el montaje, éste será retomado en la sesión 2.

## Fundamento científico de las experiencias

El fundamento científico de las experiencias de esta sesión se muestra en el anexo A.1

## Materiales

Los materiales que se necesitan en cada grupo de alumnos se enumeran en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4: Materiales necesarios para la sesión 1.

La pila de patatas	Brújula casera	Motor electromagnético
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 monedas de 20 céntimos</li> <li>- 1 metro de cable de cobre</li> <li>- 1 bombilla LED de 3V</li> <li>- 4 clavos cincados</li> <li>- 4 patatas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cubeta de agua</li> <li>-1 Aguja</li> <li>-1 tapón de corcho</li> <li>-Imán</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Imanes</li> <li>-Hilo de cobre</li> <li>-Soporte para la espira de cobre (vaso de papel, alambre de cobre, etc.)</li> <li>- Papel de lija, para quitar el esmaltado del hilo de cobre</li> <li>- Una pila o fuente de alimentación</li> </ul>

## 6.2. Sesión 2: La fuerza del viento

### Objetivos

Esta segunda sesión se focaliza en la construcción de un molinillo eólico con materiales sencillos. Se retomará, al inicio de la sesión, el concepto de corriente eléctrica y en concreto, el de electromagnetismo. Con la visualización de varias dinamos, se pretende que los estudiantes descubran la esencia de las máquinas eléctricas que se utilizan cotidianamente. Una de las dinamos que se llevará estará construida manualmente, con un LED acoplado a la misma, y se usará para demostrar la inducción electromagnética. Se propondrá a los estudiantes la construcción del molinillo eólico mencionado anteriormente, de modo que sirva como fuente de energía para mover la dinamo y encender el LED de la misma.

### Contenidos curriculares

Esta sesión contempla los contenidos curriculares de la asignatura de Física y Química, en concreto en el *Bloque 4: La Energía*, el criterio de evaluación 4 y también hace especial hincapié en los contenidos de la asignatura de Tecnología, especialmente, en los criterios de evaluación 1 y 2 del *Bloque 4: Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas* (Ver Tabla 3.1 y Tabla 3.2)

### Metodología

La metodología a seguir durante la segunda sesión será la misma que en la primera sesión. La única diferencia, es la rotación de los roles dentro del grupo.

### Descripción de la actividad

#### Introducción y Repaso

La primera parte de la sesión estará dedicada a la finalización del motor eléctrico de la sesión anterior, en el caso de que haya algún grupo que no fuera capaz de acabarlo. Los profesores irán supervisando los grupos por si hubiera dificultades o dudas en algún

punto. Asimismo, se podrá revisar y completar la “ficha científica” del día anterior. Se estima un tiempo de 10 minutos para estas actividades.

A continuación se preguntará a los estudiantes si tienen alguna duda respecto a lo visto durante el día anterior y, seguidamente, se lanzará un cuestionario en *Socrative* con preguntas referidas a la sesión 1 (Anexo D). El cuestionario se responderá por grupos. Esta actividad durará entre 5 y 10 minutos, en función de las dudas que surjan de los alumnos y alumnas.

### Conocimientos previos: Experimentos sencillos.

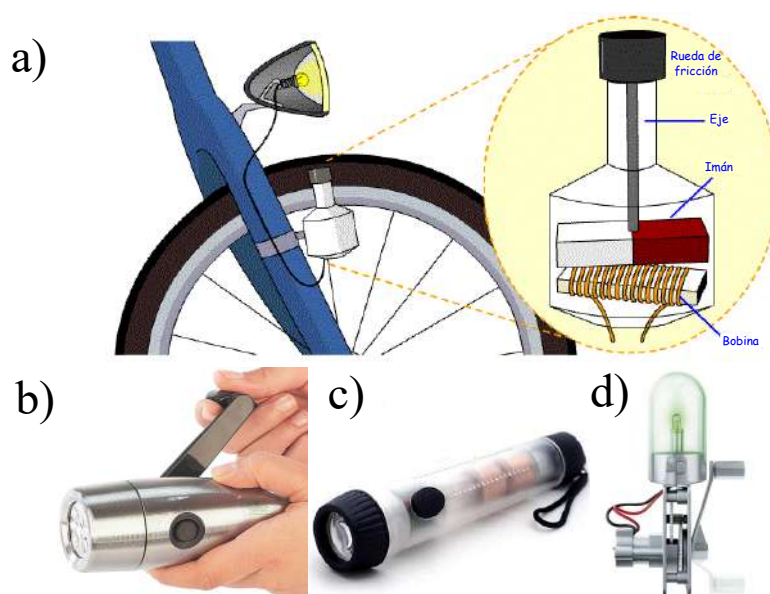


Figura 6.8: Diferentes ejemplos de dinamos: a) Esquema de una dinamo en una bicicleta, b) Linterna dinamo con manecilla, c) Linterna dinamo con encendido por agitación y d) Kit de juguete *Dynamo Torch*. Adaptado de (*Dinamo bicicleta.*, 2020; *Linterna dinamo.*, 2020; *Linterna sin pilas*, 2020; *Dynamo torch*, 2020)

Después de la finalización del motor eléctrico, se repasará la relación entre electricidad y magnetismo. Con ello, se presentará a los alumnos el funcionamiento de una dinamo. Recordando la “Experiencia de Oersted”, y después de haber probado los motores eléctricos, se les puede preguntar a los alumnos: “Si la electricidad es capaz de crear e influir en el magnetismo, ¿creéis que ocurrirá lo mismo al contrario?, ¿podrá el magnetismo crear electricidad?”. Esta es la base del funcionamiento de una dinamo. Podemos poner ejemplos de la vida cotidiana, como la luz de la bicicleta, las linternas dinamo e incluso los docentes llevarán al aula juguetes específicos para el aprendizaje de conceptos de ciencias y que pueden construir ellos mismos (Ver Fig. 6.8 d)), como la *Dynamo Torch*. Además, llevarán una dinamo de construcción manual, con materiales sencillos. En la Fig. 6.9, se

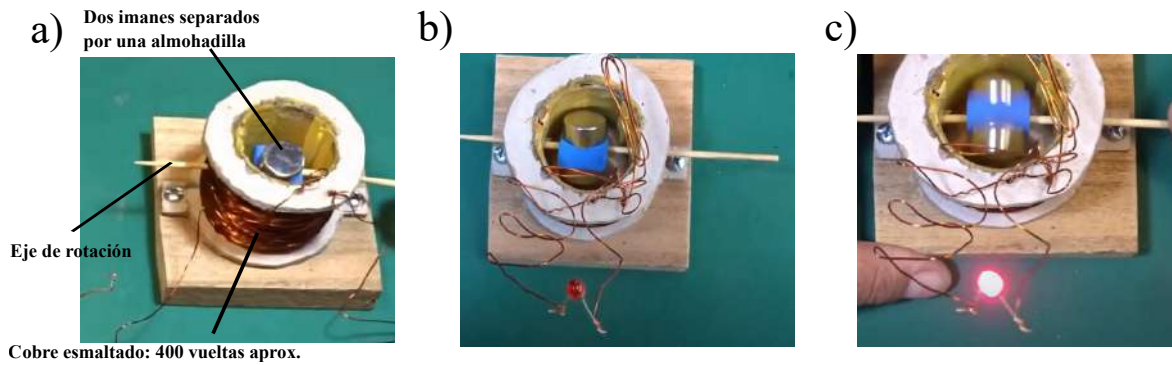


Figura 6.9: Imágenes de una dinamo construida manualmente, utilizando materiales sencillos. Adaptado de (*Dinamo - materiales secillos.*, 2020).

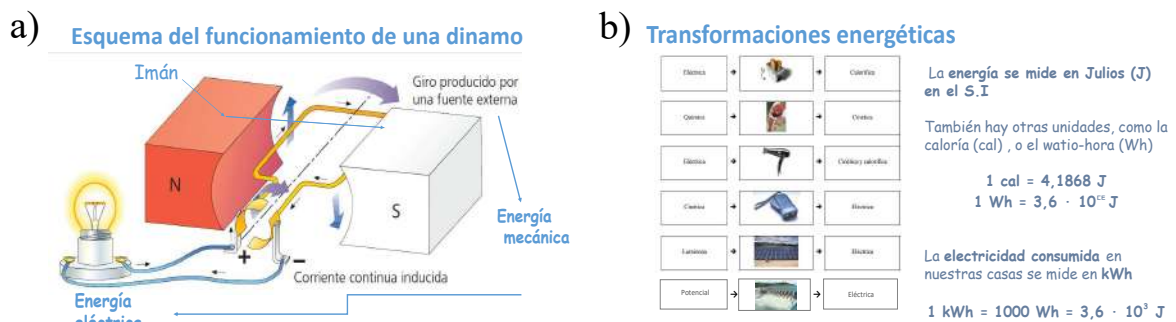


Figura 6.10: Diapositivas para explicar las transformaciones energéticas: a) Esquema de una dinamo, b) Transformaciones energéticas. Ejemplos y unidades. Adaptado de (*Esquema dinamo.*, 2020; *Transformaciones de energía*, 2020)

muestra un ejemplo de la dinamo “artesanal”. Para construirla, se necesita enrollar hilo de cobre sobre una superficie cilíndrica, como un tubo de cartón o de plástico, de modo que al final obtengamos una bobina de unas 400 espiras, aproximadamente. Previamente, habrá que hacer dos agujeros en el cilindro, para insertar un eje con los imanes, los cuales inducirán la corriente eléctrica en la bobina. El eje puede construirse con un palo de metal o de madera, en cuyo centro se acoplen un par de imanes. Es conveniente que los imanes estén apoyados en un taco de madera o de gomaespuma que, a su vez, estará unido al eje; con ello evitaremos que los imanes se despeguen del mismo.

Los alumnos comprobarán cómo, al hacer girar el eje, se está creando una corriente eléctrica que enciende la bombilla, como en el esquema de la Fig. 6.10 a). Adicionalmente, se recordará a los estudiantes las distintas formas de energía y las transformaciones entre las mismas, haciendo especial mención a la transformación de energía mecánica en energía eléctrica, que es la base de la mayoría de sistemas de generación de electricidad. Se repasarán también las unidades de medida de la energía (Ver Fig. 6.10 b)).

Se prevee que esta parte de la sesión dure aproximadamente 15 minutos.

## Molinillo de viento

En esta parte final de la sesión, nos centraremos en la energía eólica. En primer lugar, se busca la motivación de los alumnos, incentivándoles a encontrar una forma de mover el eje de la dinamo “artesanal” (Fig.6.9) sin utilizar las manos<sup>1</sup>. Después de unos minutos de reflexión, y de contemplar numerosas ideas, se propondrá la construcción de un molinillo eólico, de forma que al ser impulsado por un secador, encienda la bombilla o el LED de la dinamo. Se precisará de un secador o ventilador portátil para alcanzar una velocidad (que se traducirá en intensidad de corriente) lo suficientemente alta para encender la bombilla o el LED.

Antes de iniciar la construcción, detallaremos algunos aspectos relevantes sobre la energía eólica. Se les expondrá a los alumnos unas diapositivas, donde se mencione que la energía eólica se utiliza desde la antigüedad (Fig. 6.11 a)). Además, se explicará que el viento es, en realidad, producido indirectamente por el Sol, que calienta el aire generando corrientes convectivas. Para ilustrar este fenómeno, uno de los docentes llevará al aula un “molinillo de papel”, situado sobre un palo fino que esté sustentado en una base. Encenderemos 4 velas pequeñas debajo del molinillo de papel, de modo que se creen corrientes convectivas, elevándose el aire caliente y haciendo girar al molinillo (Ver Fig. 6.11 b)).



Figura 6.11: Diapositivas para introducir la energía eólica: a) Energía eólica en la antigüedad, b) Experiencia del molinillo de papel, movido por las corrientes convectivas de aire. Adaptado de (*Molinos de viento*, 2020; *Windpower*, 2020; *Molinillo de papel*, 2020)

Una vez hecho el experimento, los estudiantes ya pueden iniciar la construcción del

<sup>1</sup>Dado que la construcción de este tipo de dinamos puede resultar complicada, se espera contar únicamente con una dinamo (dos, a lo sumo) que se pueda acoplar a cada uno de los molinillos de los grupos. Así, los estudiantes podrán experimentar el fenómeno de inducción electromagnética *in situ*.

molinillo de viento. El diseño puede variar entre grupos. Se exponen algunas propuestas del diseño de las hélices en la Fig. 6.12. Finalmente, una vez que lo tengan construido, habrá que acoplar las hélices al generador eléctrico. Para ello se hará uso de poleas o engranajes que transmitan el movimiento del molinillo al eje de la dinamo. Los engranajes y poleas son un contenido curricular que algunos de los estudiantes conocerán, pues se trabaja en el primer trimestre de la asignatura de Tecnología (Tabla 3.2).

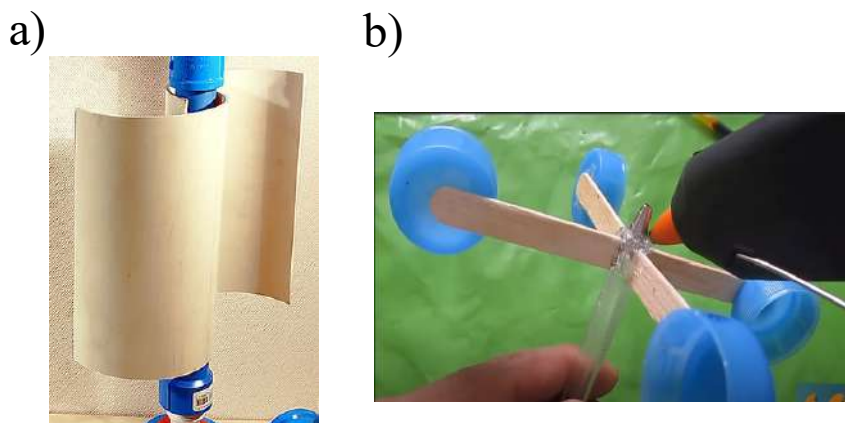


Figura 6.12: Ejemplos de hélices para construir el sistema de energía eólica. (*Hélice vertical*, 2020; *Hélice sencilla.*, 2020)

Por otro lado, con el objetivo de ayudar en especial al “Reporter@” y al “Científic@”, se les dará acceso una imagen interactiva en la plataforma *Genially* a los estudiantes (Fig. 6.13), con más información sobre la energía eólica. De este modo se espera que puedan completar la “ficha científica” de la sesión 2, y obtener también ideas para el mural. Se adjunta el enlace a la imagen interactiva:

<https://view.genial.ly/5eafcc6a7792df0d45fe80de/interactive-image-imagen-interactiva>

Se estima que la duración de esta parte de la sesión sea de 45 minutos.

## Fundamento científico de las experiencias

El fundamento científico de las experiencias de esta sesión se muestra en el anexo A.2

## Materiales

En esta sesión, las experiencias las realizará el docente, dado que sólo se dispondría de 1 o 2 kits *Dynamo Torch* que los estudiantes se irían pasando entre grupos. Por otro lado, dado que la experiencia del molinillo de papel, requiere velas y fuego, se considera que es mejor que los alumnos sean espectadores del fenómeno, evitando así riesgos de accidentes. Se recogen en la Tabla 6.5, los materiales necesarios para la sesión 2.



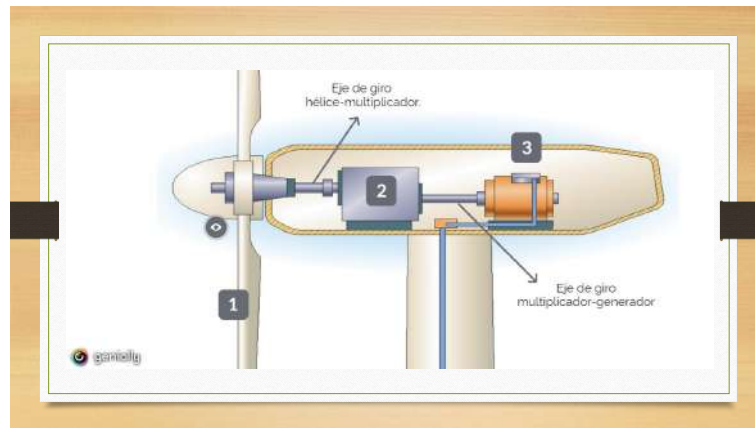


Figura 6.13: Muestra de la imagen interactiva en la presentación de Power Point que se utiliza en la sesión 2. El acceso a la imagen interactiva (*Genially*) puede encontrarse también en la página de *Stadium* vinculada al presente TFM.

Tabla 6.5: Materiales necesarios para la sesión 2

Dinamo	Molinillo de papel	Molino eólico sencillo
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linterna dinamo</li> <li>- Kits <i>Dynamo Torch</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel</li> <li>- Soporte para el molinillo (palo y plastilina, por ejemplo)</li> <li>- 4 velas</li> <li>- Mechero o cerillas</li> </ul>	<p><u>Para la dinamo del molinillo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 imanes</li> <li>- Hilo de cobre</li> <li>- Tubo de cartón de papel higiénico o de cocina para darle forma a la espira</li> <li>- Papel de lija</li> <li>- Bombilla o LED</li> <li>- Palo fino de madera o similar para crear el eje</li> <li>- Poleas pequeñas y goma</li> </ul> <p><u>Para la hélice:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cucharas de plástico o tapones de refresco</li> <li>- Palitos de madera</li> <li>- CD's o DVD'S que ya no sirvan</li> <li>- Pistola de silicona</li> </ul>

### 6.3. Sesión 3: Del agua a la bombilla

#### Objetivos

Durante la tercera sesión, los estudiantes aprenderán las bases de la energía hidroeléctrica, construyendo una noria de agua a escala, con materiales sencillos. La función

de esa noria de agua será alimentar a un motor eléctrico el cual, a su vez, alimentará a un LED. Con ello se simula el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas, donde se genera electricidad a través de la rotación de los álabes de turbinas. Éstos se mueven gracias al almacenamiento de energía potencial que poseen las presas. Además durante esta sesión se profundizará en el manejo y la construcción de circuitos eléctricos sencillos. Los estudiantes utilizarán el multímetro para medir las magnitudes de intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, relacionándolas entre sí.

## Contenidos curriculares

En esta sesión se abarcan los contenidos curriculares de la asignatura de Física y Química, en concreto en el *Bloque 4: La Energía*, los criterios de evaluación 1 y 2. Asimismo, se verán contenidos de la asignatura de Tecnología, concretamente relacionados con los criterios de evaluación 2 y 4 del *Bloque 4: Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas* (Ver Tabla 3.1 y Tabla 3.2).

## Metodología

La metodología a seguir durante la tercera sesión será la misma que en la primera y en la segunda sesión. De nuevo, la única diferencia será la rotación de los roles, dentro de los grupos de alumnos.

## Descripción de la actividad

### Introducción y Repaso

Al igual que en la sesión anterior, los primeros 10 minutos se dedicarán a la finalización de los molinillos eólicos, cuya construcción comenzó en la sesión 2. Los docentes pasarán por los grupos ayudando a aquellos estudiantes con sus montajes, si tuvieran dificultades o dudas. Los alumnos y alumnas también pueden preguntar dudas acerca de los conceptos que no hayan entendido, e incluso si lo necesitan, pueden completar la “ficha científica” de la sesión 2 (Anexo D).

Pasados los 10 minutos, y si no existe ninguna duda por parte de los estudiantes, se procederá al cuestionario de *Socratic*, con preguntas relacionadas sobre los contenidos abarcados durante la sesión 2 (Anexo D). Se estima una duración de 5 minutos para dicho cuestionario.

### Conocimientos previos: Experimentos sencillos.

En esta etapa de la *Semana de la Energía Renovable*, los alumnos ya tienen bastantes conocimientos sobre la electricidad y el magnetismo, así como la relación entre ambos. Por ello, dando un paso más, comenzarán a utilizar aparatos de medida de corriente eléctrica, diferencia de potencial y resistencia. Los docentes presentarán en unas diapositivas, los



aparatos de medida, centrándose en el multímetro. Indicarán cómo funciona y cómo conectarlo atendiendo al tipo de medida que se quiera tomar. Asimismo, se recordará a los alumnos la expresión de la Ley de Ohm, junto a las fórmulas para la asociación de resistencias. Se muestran las diapositivas propuestas para el inicio de la sesión en la Fig. 6.14 a) y b).

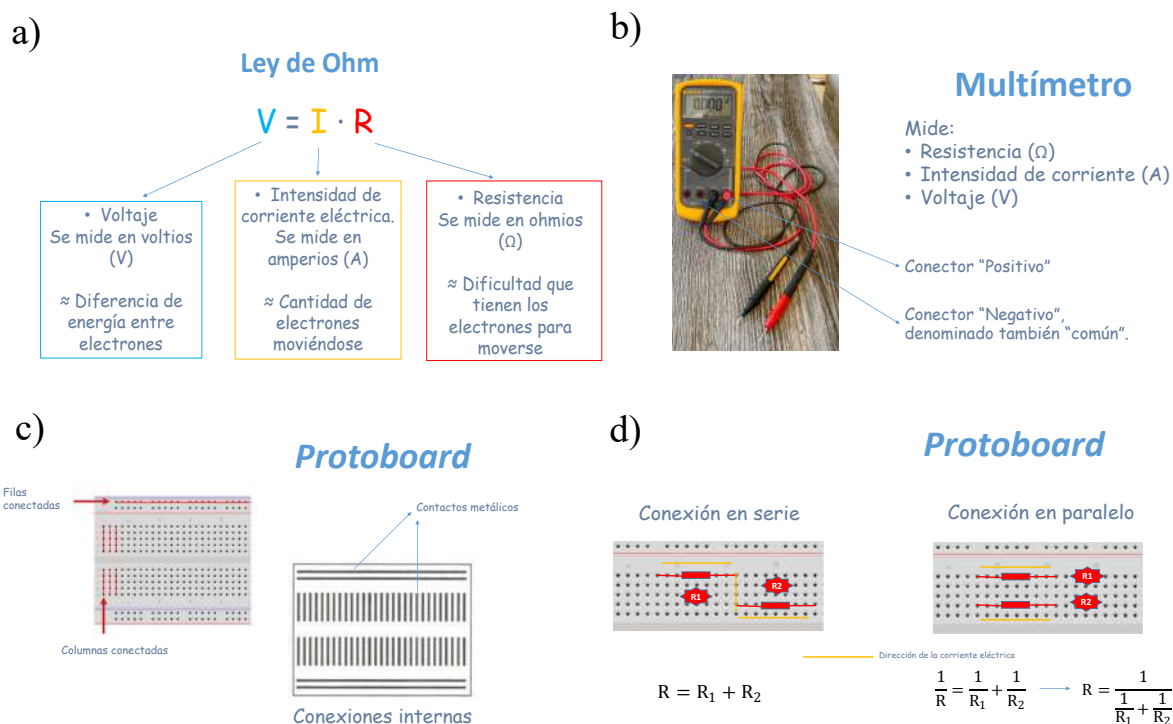


Figura 6.14: Diapositivas para explicar la Ley de Ohm y los multímetros, así como las Protoboard. (Protoboard., 2020; Conexiones protoboard, 2020)

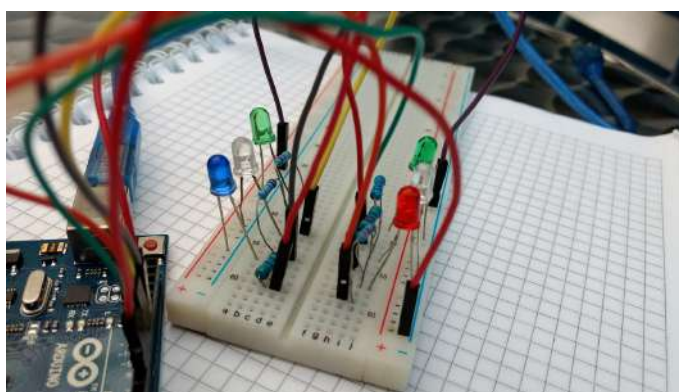


Figura 6.15: Imagen de una Protoboard de Arduino con una fuente de alimentación, resistencias, cables y Led de colores.

Cada grupo tendrá en su mesa una Protoboard (Fig. 6.15) con resistencias, cables, LEDs y una fuente de alimentación. Una Protoboard no es más que un tablero con orificios, los cuales poseen en su base contactos metálicos para conducir la electricidad entre sí.

Estos contactos metálicos son internos, y no se pueden observar a simple vista. Después de una breve explicación sobre las conexiones internas de una *Protoboard* (Fig. 6.14 c) y d)), se les pedirá a los alumnos que realicen el montaje de la Fig. 6.16, colocando en primer lugar, una resistencia en serie con un LED a modo de protección para que no se queme. Posteriormente, montarán dos asociaciones de resistencias junto al LED:

- Añadir otra resistencia “R2” en serie con el LED
- Además de la resistencia en serie, colocar otra en paralelo con “R2”.

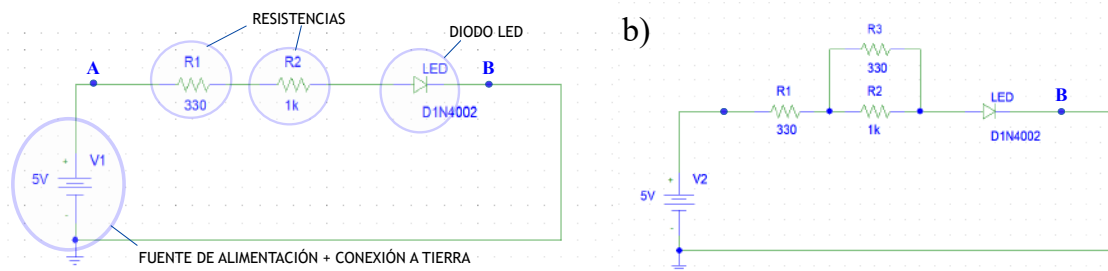


Figura 6.16: Esquema de los circuitos que deben montar los estudiantes en la sesión 3. Elaboración propia de la autora con el software *PSPICE-Schematics*.

Para cada configuración, los estudiantes deberán medir las magnitudes de intensidad de corriente y voltaje, comprobando que se cumple la Ley de Ohm entre los extremos A y B, tal y como indica la Fig. 6.16. Asimismo, comprobarán lo que sucede en la intensidad de luz del LED, en función de las resistencias acopladas. Los datos serán registrados en la “ficha científica” correspondiente a esta sesión.

Para esta parte de la sesión, se establecerán 20 minutos.

### Noria de agua a escala

Finalmente, la sesión se focalizará en las centrales hidroeléctricas. Después de recordar a los estudiantes el funcionamiento de las mismas, y poner varios ejemplos de estas instalaciones (Fig. 6.17 a)), cada grupo construirá una noria de agua. La construcción de la noria implica, por un lado, el montaje de la noria en sí misma, y por otro lado, un eje que transmita el movimiento de la noria a un motor eléctrico de 12 V, que en este caso concreto, actuará como generador. Así, con la caída de agua sobre la noria, esta girará, transmitiendo dicho movimiento al generador eléctrico.

Tanto la noria de agua como su eje de giro se acoplarán a una cubeta para que pueda caer el agua en ella. Además, el agua de la cubeta puede reutilizarse, si al finalizar la experiencia se vuelca sobre una garrafa, de modo que otro grupo pueda usarla con su noria. Así, se puede realizar la experiencia a la vez que ahorramos agua y energía, fomentando la competencia social y cívica, y el respeto por el medioambiente.

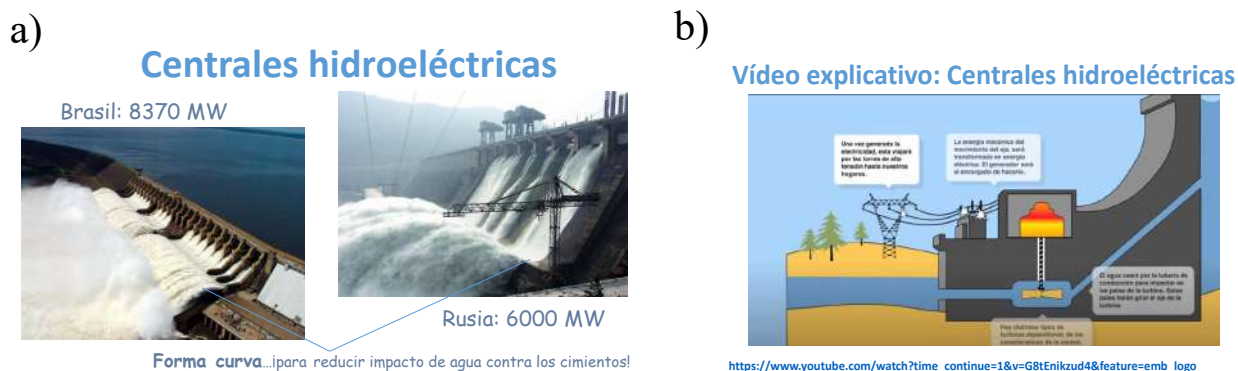


Figura 6.17: Centrales hidroeléctricas: a) Ejemplos, b) Vídeo explicativo sobre su funcionamiento. (*Centrales hidroeléctricas más grandes del mundo.*, 2020; *Fundación ENDESA - Central hidroeléctrica*, 2020)

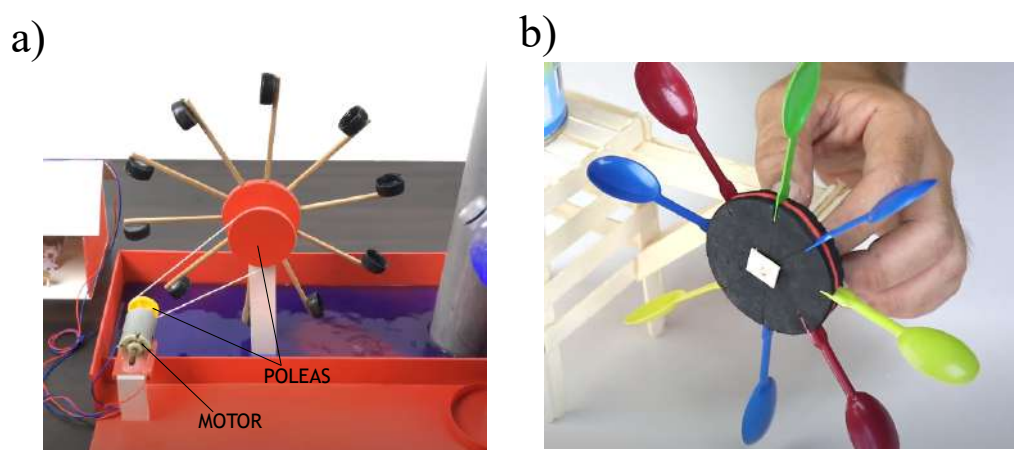


Figura 6.18: Norias de agua construidas con materiales distintos. (*Water wheel*, 2020; *Waterwheel DIY*, 2020)

En la Fig. 6.18 se pueden ver unos ejemplos del montaje para realizar la experiencia. Aun así, los estudiantes podrían utilizar otros materiales similares, o configuraciones distintas (por ejemplo, hacer una noria más ancha, o utilizar CD's que ya no sirvan como soporte para los brazos de la noria).

Por su parte, el “Científic@” y el “Reporter@”, deberán completar la “ficha científica” de esta sesión (Anexo D) y la tarea de búsqueda de información complementaria, respectivamente. En esta sesión, para ayudarles a comenzar sus tareas asignadas, se propone la visualización de un vídeo de la plataforma *YouTube*, realizado por la Fundación ENDESA. Se puede ver una imagen del vídeo en la Fig. 6.17 b).

Se estima que la duración de esta parte de la sesión sea de 45 minutos.

Comentar que, si bien la noria de agua tiene una estructura similar al molinillo eóli-

co de la sesión 2 (y por tanto cabría la posibilidad de reutilizarlo en esta sesión) se ha decidido hacer un nuevo montaje por varias razones. En primer lugar, la configuración del experimento es diferente, es decir, en esta sesión necesitamos que la noria se ajuste a un recipiente para la caída del agua (evitando así inundar la sala para no estropear las instalaciones del Centro). Y finalmente, la energía que ofrece un secador para mover las aspas de un molinillo eólico, es mucho mayor que la que puede ofrecer un flujo de agua cayendo libremente de una garrafa. Por ello, se requiere de dimensiones mayores para la construcción de una noria de agua, en comparación con el molinillo eólico.

## Fundamento científico de las experiencias

El fundamento científico de las experiencias de esta sesión se muestra en el anexo A.3

## Materiales

Se muestran, en la Tabla 6.6, los materiales específicos que necesita cada grupo para realizar la sesión 3.

Tabla 6.6: Materiales necesarios para las experiencias de la sesión 3

<i>Protoboard</i>	Noria de agua
- <i>Protoboard</i> (propriadamente dicha)	- Cucharillas de plástico o
- Cables	taponos de botella y palitos de madera
- Resistencias	- DVD's o círculos de cartón o de plástico
- LED's	- Poleas pequeñas y gomas para su unión
- Fuente de alimentación	- Palo de madera o barra de metal para el eje
	- Motor de 12 V
	- Cubeta de plástico para recoger el agua que cae

## 6.4. Sesión 4: El Sol da luz y...¡electricidad!

### Objetivos

En esta última sesión, se abordará en profundidad la generación de electricidad a partir de la energía solar. Se aclararán las diferencias entre la energía fotovoltaica y la energía termosolar. Los docentes harán uso de material educativo específico para mostrar experimentalmente a los alumnos este tipo de energía renovable. Concretamente se hará uso de un “kit solar” de energía fotovoltaica, y de un motor Stirling para simular cómo funciona una central termosolar. Finalmente, los estudiantes crearán su propio horno solar.

## Contenidos curriculares

Los contenidos curriculares relativos a esta sesión se encuentran dentro del *Bloque 4: La energía*, de la asignatura de Física y Química, y en concreto, se centran el criterio de evaluación 4 (Tabla 3.1). Además, también se trabajará el criterio de evaluación número 2 del *Bloque 4: Estructuras y mecanismos* de la asignatura de Tecnología (Tabla 3.2).

## Metodología

Una vez que los estudiantes hayan rotado de rol, se mantiene la metodología de las sesiones anteriores: trabajo en grupo, realización de experiencias y aprendizaje por descubrimiento.

## Desarrollo de la actividad

En comparación con la energía hidroeléctrica y eólica, existen más dificultades a la hora de encontrar experimentos demostrativos de la energía solar. Esto se debe, por un lado, a la disponibilidad o ausencia del propio Sol, y por otro lado, a la imposibilidad de crear placas fotovoltaicas con materiales sencillos o concentradores de luz que funcionen con luz eléctrica. Para solventar la primera dificultad, se recurrirá al uso de vídeos grabados en buenas condiciones de irradiancia solar, donde se vea el funcionamiento de los experimentos. En el caso de experiencias relacionadas con la energía termosolar, se puede sustituir el Sol por una fuente de calor, como velas o un hornillo.

## Introducción

Al igual que en las sesiones anteriores, se dedicarán 15 minutos a la finalización de la noria de agua de la sesión 3. Al mismo tiempo, los docentes irán preguntando a los distintos grupos si tienen alguna duda respecto a los conceptos vistos con anterioridad.

Una vez los estudiantes hayan terminado sus montajes y resuelto sus dudas, se procederá a la realización del *Socrative* relacionado con la sesión 3. Se emplearán 5 minutos para responder a las preguntas.

## Conocimientos previos: Experimentos sencillos

En esta sesión, los experimentos serán realizados por los docentes, debido a la mayor dificultad para hacer experiencias sencillas sobre la energía solar, como se ha mencionado anteriormente.

Para fomentar la curiosidad de los alumnos, e introducirles en la sesión, se presentará a los estudiantes la Fig. 6.19 a), en la que se expone la siguiente situación a los estudiantes: “*Berta se ha ido de camping. Mientras leía el material que necesitaba, no tenía las gafas puestas, y confundió la palabra “hornillo” con “horquilla”, así que no ha cogido este primero. Tampoco tiene mechero ni cerillas...¿Cómo podría Berta hacer una fogata antes*

de que caiga la noche?. Después de reflexionar, esperando que algún alumno se dé cuenta de que “Berta” puede utilizar sus gafas para hacer una hoguera, los docentes revelarán a los alumnos la imagen de la Fig. 6.19 b) y además mostrarán este fenómeno llevando una lupa al aula. Si hay Sol, se acercará la lupa a la ventana para recrear la experiencia. En ausencia de Sol, se puede mostrar a los alumnos un vídeo en el que se replique el experimento. Con esto, se espera que los jóvenes se den cuenta de la cantidad de energía que nos proporciona el Sol.

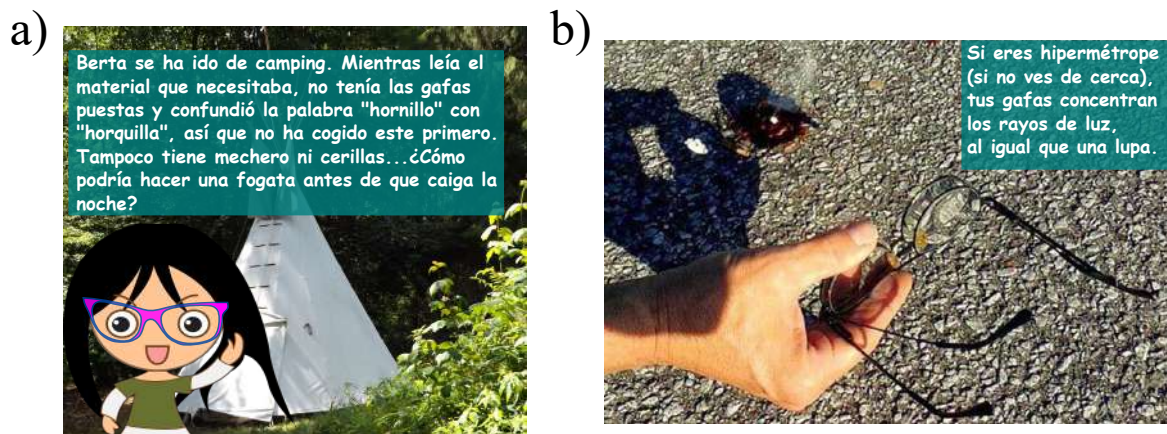


Figura 6.19: Imágenes para incentivar la curiosidad de los alumnos durante la sesión 4. (*Tips de supervivencia básicos.*, 2020)

A continuación, se mostrará a los estudiantes el funcionamiento de una placa fotovoltaica (Fig. 6.20 a)). De un modo general, se explicará que las placas fotovoltaicas generan electricidad instantáneamente, al incidir los rayos del Sol. Para acompañar la explicación, los docentes llevarán al aula un kit de energía fotovoltaica (Fig. 6.20 b)), de modo que al exponerlo al Sol, el juguete comience a funcionar. Es conveniente que los docentes hayan grabado también un vídeo en el que se muestre el funcionamiento del mismo, como alternativa en el caso de que el día de la sesión 4, sea un día nublado.

Por último, se explicará cómo funcionan las centrales termosolares (Fig. 6.21 a)), resaltando que, aunque también utilizan la energía del Sol, lo hacen de una manera distinta. El Sol incide sobre “espejos” que, de un modo similar a la lupa empleada al inicio de la sesión, concentran los rayos en un punto concreto (foco). Con las altas temperaturas alcanzadas en el foco, se calienta aire o agua para hacer funcionar unas turbinas (generadores eléctricos, que funcionan como la dinamo vista en la sesión 2), produciendo así electricidad. Para ejemplificar esto, se presentará a los alumnos un motor Stirling (Fig. 6.21 b)) que funcione gracias a una fuente de calor. Se explicará a los alumnos que en las centrales termosolares, todo el calor necesario para el funcionamiento del motor proviene de los concentradores solares (los “espejos”). El motor Stirling se pedirá prestado para esta sesión al Departamento de Física Aplicada de la USAL.

Se prevee una duración de 15 minutos para esta parte de la sesión.



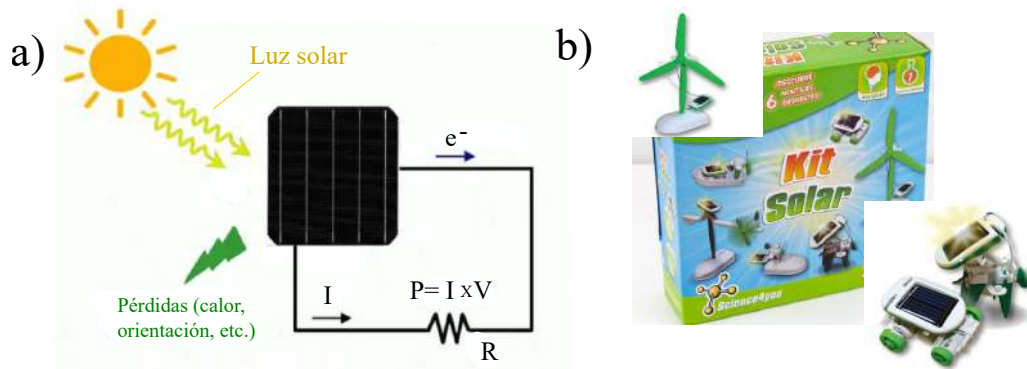


Figura 6.20: Energía fotovoltaica: a) Esquema del funcionamiento de una placa fotovoltaica, b) Kit solar para realizar experiencias sobre la energía fotovoltaica. (*Energía fotovoltaica: funcionamiento.*, 2020; *Kit Solar Science4you*, 2020)

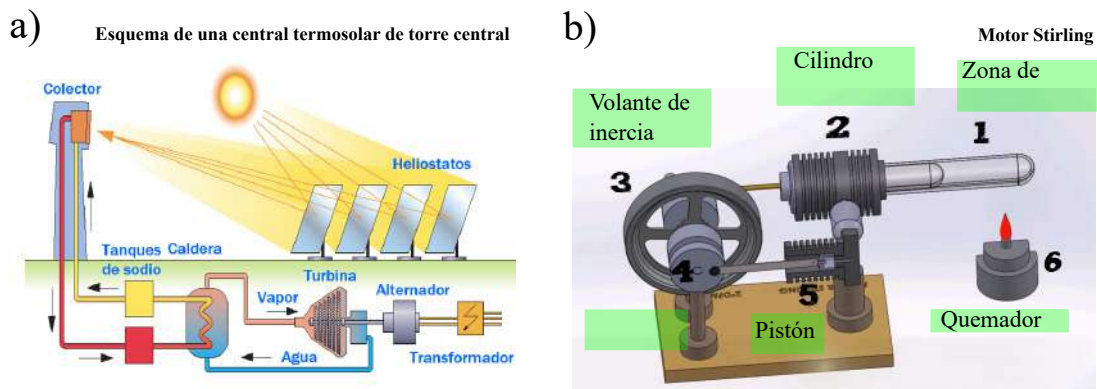


Figura 6.21: Energía termosolar: a) Esquema del funcionamiento de una central termosolar, b) Motor Stirling para simular el funcionamiento de una central termosolar. (*Central termosolar*, 2020; *Motor Stirling*, 2020)

## Horno solar

Para finalizar la sesión, los alumnos construirán su propio horno solar. Los docentes les darán algunas indicaciones generales antes de comenzar. Asimismo, se explicará cómo funciona, y la razón de los materiales que se utilizan. En la Fig. 6.22 a), se muestra el fundamento del horno solar. Cuando los rayos del Sol inciden en una superficie metálica, éstos se reflejan de modo que calientan los objetos del interior de la caja. El interior del horno también estará recubierto de papel de aluminio, además de incluir, en su base, una cartulina negra. De esta forma, logramos que la base del mismo adquiera la mayor temperatura posible. La abertura transparente, como se puede apreciar en la Fig. 6.22 b), puede hacerse de vidrio o de film de plástico. Su función es crear el “efecto invernadero” dentro del horno. La radiación solar entra en la cavidad, pero el calor provocado por la misma permanece en la caja. Asimismo, sería interesante medir la temperatura en el interior del horno solar con un termómetro, para comprender mejor el concepto.

Mientras los “Ingenier@s” construyen el horno solar, el “Científic@” completará la

a)

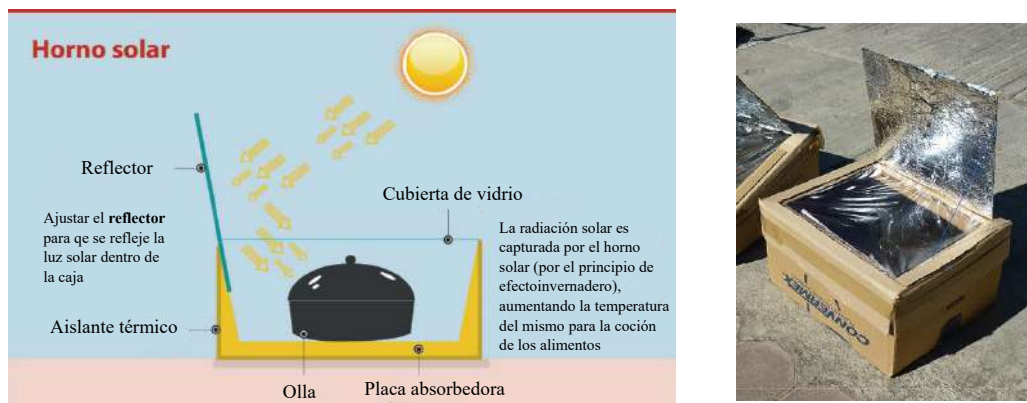


Figura 6.22: Horno solar: a) Esquema de funcionamiento, b) Ejemplo real de un horno solar construido con materiales sencillos. (*Horno Solar: Funcionamiento*, 2020; *Horno solar con cajas de cartón.*, 2020)

“ficha científica” relacionada con esta sesión. Por otro lado, el “Reporter@” buscará información relacionada con la energía solar, y organizará todos los pósters y toda la información que han ido recopilando el resto de “Reporter@s” del grupo. Así, la información podrá ser presentada en el mural.

Se estima un tiempo de 25 minutos de duración para la construcción del horno solar.

Cuando los alumnos hayan acabado el montaje, así como la “ficha científica” y la recopilación de información, se procederá a realizar el último *Socrative*, que estará relacionado con los contenidos vistos durante la sesión. Los últimos 20 minutos se destinarán a responder un cuestionario en papel (Anexo D), donde los alumnos puedan valorar su experiencia durante las sesiones de la *Semana de la Energía Renovable*, y a colocar la información encontrada y los montajes en el mural, de modo que al día siguiente los estudiantes puedan presentarlo al resto de compañeros y profesores del centro.

## Fundamento científico de las experiencias

El fundamento científico de las experiencias de esta sesión se muestra en el Anexo A.4

## Materiales

En la Tabla 6.7, se muestra la lista de materiales para la realización de la sesión 4.

Tabla 6.7: Materiales necesarios para las experiencias de la sesión 4

Energía fotovoltaica	Motor Stirling	Horno solar
- Kit Solar	Motor Stirling	- Papel de aluminio y film transparente - Caja de cartón y cartulina negra



# Capítulo 7

## Conclusiones

En este capítulo se recogen las conclusiones más importantes extraídas del presente Trabajo de Fin de Máster.

- Se ha desarrollado una propuesta educativa enmarcada dentro de la Semana Cultural del Centro, denominada *Semana de la Energía Renovable*, dirigida al alumnado de 3º de la E.S.O y que contempla el currículo de la asignatura de Física y Química. También se han abordado aspectos referentes a la asignatura de Tecnología.
- La *Semana de la Energía Renovable* consta de 4 sesiones de experimentos en las que los alumnos se dividen en grupos, de modo que se lleve a cabo un trabajo colaborativo. Durante las sesiones, los estudiantes visualizan experiencias relacionadas con diversos fenómenos físicos, además de crear sus propios montajes y experimentos. Asimismo, han recabado información adicional a través del uso de Internet. Cada una de las sesiones está dedicada al estudio de un tipo de fuente de energía alternativa en concreto (eólica, hidráulica y solar), excepto la primera, que sirve como introducción a las demás.
- En consecuencia al punto anterior, se refleja la metodología propuesta en el capítulo 4. El trabajo colaborativo permite una dinámica más fluida durante el desarrollo de las sesiones, dado que las tareas propuestas se reparten entre los miembros del grupo, agilizando el trabajo. Por otro lado, la experimentación y la búsqueda de información adicional, ambas relacionadas con el aprendizaje por descubrimiento, fomentan la comprensión de los conceptos y sentido crítico de los estudiantes. La combinación de metodologías propuestas pretende también promover la autonomía de los alumnos.
- En cada sesión se dedica un tiempo al repaso de conocimientos previos, relacionados las asignaturas de Física y Química y de Tecnología. A través de las experiencias que realizan los estudiantes, se pretende consolidar sus conocimientos, incentivando la relación entre teoría y práctica, a la vez que se les muestra la utilidad y las aplicaciones de los contenidos que aprenden en el aula.

- Se han utilizado tres instrumentos de evaluación: una rúbrica, cuestionarios en la plataforma *Socrative* y unas fichas relacionadas con los contenidos de cada sesión. Los tres recursos evaluativos están relacionados entre sí, y pretenden servir al docente para hacer una valoración general de la propuesta educativa. A través de los resultados, se pueden analizar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que han adquirido y/o demostrado los alumnos.
- En los pasillos del Centro, un mural recoge todo el trabajo que han realizado los jóvenes durante los días previos. Así, tendrán la oportunidad de mostrar y explicar, al resto de sus compañeros, los aspectos que encuentren más interesantes de todos los contenidos abordados y de los experimentos realizados.
- La conferencia de D. José Gabriel Martín Fernández, Director - Gerente de la Fundación ACCIONA, busca acercar a los alumnos y alumnas la realidad que se vive en algunos de los países más desfavorecidos del mundo, y mostrarles cómo se resuelven las necesidades energéticas de estas localizaciones a la vez que se fomenta el desarrollo sostenible y la preservación del entorno.
- Se espera que la *Semana de la Energía Renovable* haya despertado el interés de los estudiantes por las materias científicas y que haya fomentado la concienciación sobre el medioambiente y las fuentes de energía alternativas.

## Referencias

- Acciona. (2020). *Ultimo acceso mayo 2020*. Descargado de <https://acciona.org>
- Agua hirviendo - fenómeno de convección. (2020, mayo). Descargado de <https://jyrox.com/escuchado-acerca-la-conveccion/>
- Álvarez, I. H., Bernardino, C. H., y Pérez-Pueyo, A. (2019). La evaluación formativa. el mito de las rúbricas. alternativas en la elaboración de instrumentos de evaluación en secundaria. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 2(5), 601–609.
- Bello Pintado, A., y Merino Diaz de Cerio, J. (2017). Socrative: A tool to dinamize the classroom. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 8, 72–75.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook I: The cognitive domain*. David McKay, New York.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Campo magnético terrestre. (2020, abril). Descargado de [https://www.ecured.cu/Campo\\_magn%27etico\\_terrestre](https://www.ecured.cu/Campo_magn%27etico_terrestre)
- Celda de combustible microbiana. (2020, junio). Descargado de <https://www.youtube.com/watch?v=rRIPgfbdfow>
- Centrales hidroeléctricas más grandes del mundo. (2020, mayo). Descargado de <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-centrales-hidroelectricas-mas-grandes-del-mundo/>
- Central termosolar. (2020, mayo). Descargado de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsancac/2017/11/25/centrales-termsolares/>
- Conexiones protoboard. (2020, mayo). Descargado de <https://roboticahoy.com/componentes-basicos-para-construir-un-robot/>
- Cuéllar Santiago, F., y López-Aparicio Pérez, I. (2018). Gráfica de atención completa (g.a.c.), una propuesta metodológica educativa mediante proyectos interdisciplinarios para el aprendizaje y mejora de la capacidad de atención–concentración a través del audiovisual y el arte. *Revista Comunicación. Instituto Tecnológico de Costa Rica*, 27(1).
- Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching (3rd edition)*. NY : Dryden Press.
- Davis, S. E. (2007). Learning styles and memory. *Institute for learning Styles Research Journal, Auburn University*, 1, 46–51.
- Dinamo bicicleta. (2020, abril). Descargado de <http://lacarpetaderufino.blogspot.com/2016/05/dinamo.html>
- Dinamo - materiales secillos. (2020, mayo). Descargado de <https://www.youtube.com/watch?v=XjFHn7hSdpA>
- Dynamo torch. (2020, abril). Descargado de <https://www.homesciencetools.com/product/4m-dynamo-torch-science-kit/>
- EDU/362. (2015). ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL) N.º 86. Consejería de Educación. Valladolid, España. 8 de mayo

- de 2015.
- Energía fotovoltaica: funcionamiento.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-funcionamiento/>
- Espinosa, E. A., González, K. D., y Hernández, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1).
- Esquema dinamo.* (2020, mayo). Descargado de <http://asomatealatecnologia1011.blogspot.com/2015/12/electromagnetismo.html>
- Funcionamiento de un invernadero.* (2020, mayo). Descargado de <https://about-haus.com/casa-con-invernadero/como-funciona-un-invernadero/>
- Fundación ENDESA - Central hidroeléctrica.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.fundacionendesa.org/es/centrales-renovables/a201908-central-hidroelectrica>
- Generación de energía eléctrica a partir de biomasa.* (2020, junio). Descargado de [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=154&v=ocRAa4Fpys&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=154&v=ocRAa4Fpys&feature=emb_title)
- Gómez Ruiz, P., y Gil López, A. J. (2017). El estilo de aprendizaje y su relación con la educación entre pares. *Revista De Investigación Educativa.*, 36(1), 221–237.
- Hélice sencilla.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.youtube.com/watch?v=RSG9qrcpR4>
- Hélice vertical.* (2020, mayo). Descargado de <https://pasosustentable.com/energias-renovables/energia-eolica/como-construir-un-generator-eolico-vertical-casero/>
- Hernando Calvo, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI: así trabajan los colegios más innovadores del mundo.* (F. Telefónica, Ed.). Madrid, Fundación Telefónica.
- Horno solar con cajas de cartón.* (2020, mayo). Descargado de <https://hogares-verdes.blogspot.com/2014/04/horno-solar-cajas-de-carton.html>
- Horno Solar: Funcionamiento.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/222517/1164255/file/Manual>
- Jiun, L., Kamarudin, N., Hassan, A., y Talib, O. (2014, 12). Inquiry-based learning in laboratory science..
- Kit Solar Science4you.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.amazon.es/Science4you-Kit-solar/dp/B009A88TKG>
- La corriente eléctrica.* (2020., abril). Descargado de [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//500/524/html/Unidad\\_02/pagina\\_27.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//500/524/html/Unidad_02/pagina_27.html)
- Letrud, K., y Hernes, S. (2016). The diffusion of the learning pyramid myths in academia: an exploratory study. *Journal of Curriculum Studies*, 48(3), 291–302.
- Ley Orgánica, . (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), Boletín Oficial del Estado (BOE). 10 de diciembre de 2013.
- Linterna dinamo.* (2020, abril). Descargado de <https://www.mcochmall.com/index.php>

- ?main\_page=product\_info&products\_id=231971
- Linterna sin pilas.* (2020, abril). Descargado de <http://museodelaciencia.blogspot.com/2008/08/funcionamiento-de-las-linternas-sin.html>
- Maíllo, S., Del Mazo Vivar, A., y Santos, M. (2019). *Experimenta. 75 experimentos de física con materiales sencillos para e.s.o y bachillerato* (E. U. de Salamanca, Ed.).
- Molinillo de papel.* (2020, abril). Descargado de <https://www.actividadeseducainfantil.com/2016/07/experimento-molinillo-giratorio.html>
- Molinos de viento.* (2020, abril). Descargado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Campo\\_de\\_Criptana\\_Molinos\\_de\\_Viento\\_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Campo_de_Criptana_Molinos_de_Viento_1.jpg)
- Monllor, J. (2015). Uso de Moodle en el Instituto de Educación Secundaria La Torreta. un estudio de caso. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*(2), 17–29.
- Moodle. (2020). *Aula Virtual Moodle. Consejería de Educación JCYL. Último acceso: mayo 2020.* Descargado de <https://www.educa.jcyl.es/es/aulas-virtuales>
- Motor electromagnético sencillo.* (2020, abril). Descargado de <https://es.wikihow.com/construir-un-motor-electrico-simple>.
- Motor Stirling.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.autonocion.com/motor-stirling-conjunto-casero-funcionamiento/>
- NN.UU. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
- Oliver-Hoyo, M., Alconchel, F., y Pinto, G. (2012, 01). Metodologías activas para el aprendizaje de la física: un caso de hidrostática para su introducción en la práctica docente. *Revista Española de Física*, 26, 45–50.
- Protoboard.* (2020, mayo). Descargado de <https://es.slideshare.net/alanbarillas9/protoboard-54716184>
- Radiador- convección.* (2020, mayo). Descargado de <https://actitudecologica.com/formas-de-transferencia-de-calor/>
- Reflexión de la luz.* (2020, mayo). Descargado de <https://www.fisicalab.com/apartado/reflexion-refraccion-luz>
- Romo, D., Hurtado Gutierrez, N. H., y Ruiz, J. (2012, 12). Celdas de Combustible Microbianas (CCMs): Un Reto para la Remoción de Materia Orgánica y la Generación de Energía Eléctrica. *Información tecnológica*, 24, 17-28. doi: 10.4067/S0718-07642013000600004
- Ros, I. (2008). Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar. *Ikastorratza, e-Revista de Didáctica* 2..
- Santamaría, J., y Boroel, B. (2018, 05). Función pedagógica de las rúbricas de evaluación en la promoción de procesos de aprendizaje exitoso en la educación superior. En (pp. 1–17).
- Santos, M. y c. (2019). De la innovación a la investigación en las aulas: modelos y experiencias en el máster en profesor de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas. En E. U. de Salamanca (Ed.), (pp. 111–133).

- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning and academic achievement. why does group-work work? *Anales de psicología*, 30(3), 785–791.
- Socrative website*. (2020, abril). <https://socrative.com>. Descargado de <https://socrative.com>
- Stice, J. (2009). A refutation of the percentages often associated with edgar dale’s “cone of learning”. *Annual Conference of American Society for Engineering Education (AESS). Classroom Engagement. University of Texas, Austin..*
- Tecnología de las baterías*. (2020, abril). Descargado de <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>
- Tips de supervivencia básicos*. (2020, mayo). Descargado de <https://www.recreoviral.com/curiosidades/tips-de-supervivencia-basicos/>
- Tomuletiu, E.-A., Monica, F., Mihaela, S., Brindusa, G., Maria, S. A., y Adela, M. (2011). The relation between pupils learning style and educational performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1502–1506. (3rd World Conference on Educational Sciences - 2011)
- Transformaciones de energía*. (2020, mayo). Descargado de <https://sites.google.com/site/electricidadcuandotumemiras/transformacion-de-la-energia>
- CIEMAT. Energías renovables y ahorro energético*. (2020, mayo). Descargado de <http://www.ciemat.es/cargarSubLineaInvestigacion.do?identificador=62&idArea=1&idLinea=6>
- Comisión Europea: Acción por el clima*. (2020, mayo). Descargado de [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_es)
- Water wheel*. (2020, mayo). Descargado de <https://www.youtube.com/watch?v=hC8NEiwrLTg>
- Waterwheel DIY*. (2020, mayo). Descargado de <https://www.youtube.com/watch?v=1sWnI3WKCxQ>
- Windpower*. (2020, abril). *Danish wind industry association*. Descargado de <http://dromstorre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/en/pictures/lacour.htm>

# Anexo A

## Fundamento científico de las experiencias de la Semana de la Energía Renovable

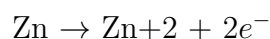
En este anexo se muestra el fundamento científico de las distintas experiencias realizadas durante las sesiones de la *Semana de la Energía renovable*.

### A.1. Sesión 1: Construyendo un motor eléctrico

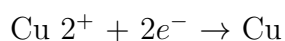
#### La pila de patatas

La corriente eléctrica que se genera procede de las reacciones químicas que tienen lugar en los electrodos como consecuencia de una diferencia de potencial entre los metales zinc y cobre:

- Ánodo (Clavo cincado) → Reacción de oxidación



- Cátodo (Moneda de Cobre) → Reacción de reducción



#### La brújula

La Tierra actúa como un imán gigante, y esta es la razón por la cual las brújulas apuntan hacia el norte geográfico (sur magnético).

### Motor eléctrico de inducción: Ley de Biot-Savart

Establece que una corriente circulando por un conductor, genera un campo magnético. Concretamente, el campo magnético que aparece en el centro de una espira circular debido a la corriente eléctrica, se puede expresar como:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R} \quad (\text{A.1})$$

Donde:

- $B$ : Valor del campo magnético en el centro de la espira.
- $\mu_0$ : Permeabilidad magnética del vacío.
- $I$ : Intensidad de corriente que circula por la espira.
- $R$ : Radio de la espira.

## A.2. Sesión 2: La fuerza del viento

### Dinamo

El funcionamiento de la dinamo se basa en la inducción electromagnética. Concretamente, en la Ley de Faraday, que establece que “la tensión o fuerza eletromotriz (f.e.m) inducida en una espira es directamente proporcional a la variación del flujo magnético que atraviesa dicha espira en la unidad de tiempo”, siguiendo la expresión:

$$f.e.m = -\frac{d\phi}{dt} \quad (\text{A.2})$$

### Molinillo de papel

El fenómeno de convección del aire es la razón por la cual el molinillo de papel gira cuando se encienden las velas. La convección es uno de los tres mecanismos por los cuales se puede transmitir el calor. Este fenómeno precisa de un medio material, concretamente, de un fluido, y se basa en la transferencia de calor entre zonas de distintas temperaturas. La convección también puede darse entre una superficie sólida y un fluido. Algunos ejemplos son: calentar agua en un recipiente o calentar una habitación por medio de un radiador (Fig. A.1). El fluido caliente es menos denso, de modo que asciende en altura, hasta que se enfría y desciende de nuevo. La ley de enfriamiento de Newton describe el fenómeno matemáticamente (Eq. A.3).

$$\frac{dQ}{dT} = K \cdot (T_1 - T_2) \quad (\text{A.3})$$

Donde:  $Q$  es el calor transferido,  $T$  representa la temperatura y  $K$  es el parámetro de enfriamiento.



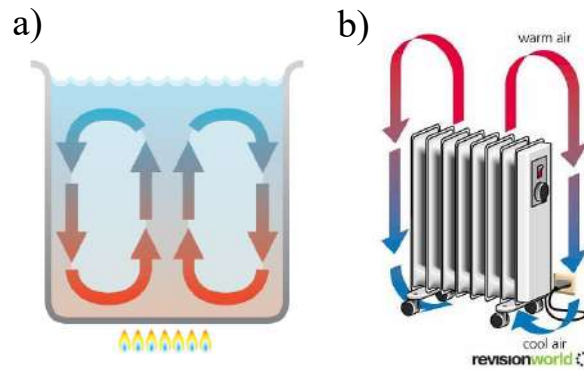


Figura A.1: Ejemplos del fenómeno de convección: a) Recipiente con agua calentándose, b) Radiador de calor. (*Agua hirviendo - fenómeno de convección*, 2020; *Radiador-convección*, 2020)

### A.3. Sesión 3: Del agua a la bombilla

#### Ley de Ohm

La Ley de Ohm establece la relación entre las magnitudes de diferencia de potencial ( $\Delta V$ ), intensidad de corriente eléctrica ( $I$ ), y resistencia ( $R$ ), atendiendo a la siguiente expresión:

$$\Delta V = I \cdot R \quad (\text{A.4})$$

### A.4. Sesión 4: El Sol da luz y...¡electricidad!

#### Horno solar

El funcionamiento del horno solar podría fundamentarse en dos fenómenos físicos:

- Reflexión de la luz. Segunda ley: “El ángulo de incidencia del rayo de luz es igual al ángulo de reflexión del mismo”. Se muestra un esquema en la Fig. A.2.

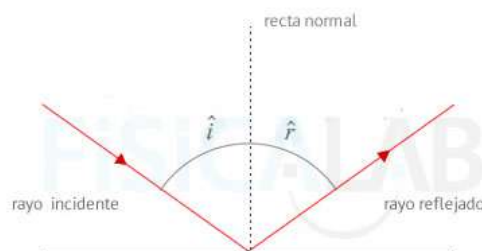


Figura A.2: Diagrama de reflexión de la luz (*Reflexión de la luz*, 2020)

- Efecto invernadero: Los rayos de luz atraviesan el plástico/vidrio, de modo que calienta al objeto que está en el interior del horno solar. Sin embargo, la radiación que emiten esos objetos, se encuentra en el infrarrojo y no puede volver a atravesar la capa de plástico/vidrio. En la Fig.A.3 se esquematiza este fenómeno.

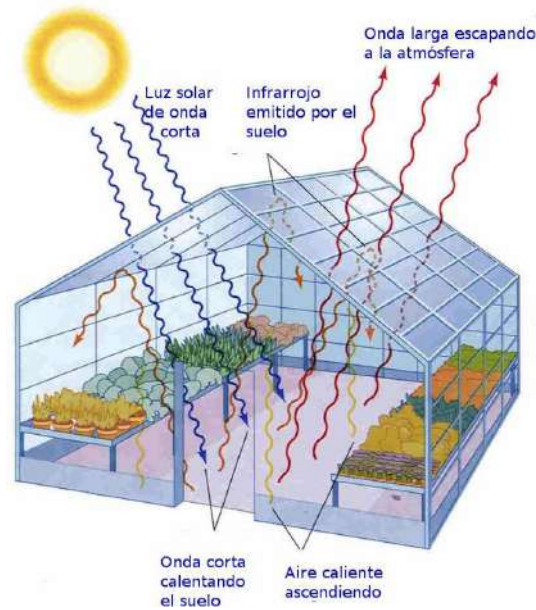


Figura A.3: Representación gráfica del efecto invernadero para el cultivo de plantas  
(*Funcionamiento de un invernadero.*, 2020)

# Anexo B

## Para profundizar: Obtención de energía eléctrica a partir de la Biomasa

En este anexo se presenta un experimento relacionado con las fuentes de energía alternativas, enmarcado en el ámbito de la Química. Se trata de la obtención de energía eléctrica a través del uso de residuos orgánicos, simulando los procesos de obtención de la biomasa. En concreto, se construirá una celda de combustible biológica. Esta sesión se llevará a cabo en otro momento del curso, en el que se aborden aspectos de la Química dentro de la asignatura de Física y Química.

### Objetivos

En esta sesión, los estudiantes aprenderán que es posible obtener energía eléctrica a partir de residuos orgánicos. El docente explicará que en esta práctica se procesan los residuos de forma similar a lo que sucede en las plantas de procesamiento de biomasa y biogás. Sin embargo, aquí se aprovecha directamente la electricidad a partir de las reacciones químicas, mientras que en las plantas de biomasa, se queman los residuos procesados para generar calor y transformarlo en electricidad. Con esta práctica se espera también que los jóvenes consoliden ciertos conceptos de la química, como el de reacción, reactivo y producto, mol y estequiometría.

### Contenidos curriculares

En la Tabla B.1, se muestran los contenidos curriculares relativos a esta sesión. Dichos contenidos han sido extraídos de la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León (EDU/362, 2015). Los contenidos presentados en la Tabla B.1, son complementados por el criterio de evaluación número 4 del *Bloque 4: La energía* (Tabla 3.1)

Tabla B.1: Contenidos, criterios de evaluación, y estándares de aprendizaje evaluables en el tercer curso de la E.S.O. de la asignatura de Física y Química. Extraídos de la orden EDU/362/2015 (EDU/362, 2015)

<b>Física y Química. Tercer curso</b>		
Bloque 2: Los cambios		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>La reacción química. Representación esquemática. Interpretación.</p> <p>Concepto de mol.</p> <p>Cálculos estequiométricos sencillos.</p>	<p>2. Caracterizar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras.</p> <p>4. Ajustar reacciones químicas sencillas y realizar cálculos básicos. Deducir la ley de conservación de la masa y reconocer reactivos y productos a través de experiencias sencillas de laboratorio.</p>	<p>2.1. Identifica cuáles son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas interpretando la representación esquemática de una reacción química.</p> <p>4.1. Reconoce cuáles son los reactivos y los productos a partir de la representación de reacciones químicas sencillas, y comprueba experimentalmente que se cumple la ley de conservación de la masa.</p>

## Metodología

Se propone emplear la misma metodología que se ha seguido durante la *Semana de la Energía Renovable*, con la distribución de los alumnos en grupos de trabajo y asignación de roles.

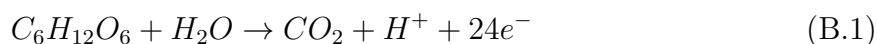
## Descripción de la actividad

### Introducción y Repaso

Se explicará a los alumnos y alumnas que el experimento a realizar se basa en el funcionamiento de las baterías. Se recordará a los jóvenes el concepto de carga y corriente eléctrica. También se mostrará a los estudiantes que, a diferencia de las baterías, la energía química está contenida en restos orgánicos, y no en disoluciones metálicas.

Una vez repasado el concepto de reacción química, mol y estequiometría de una reacción, se mostrará a los alumnos la reacción simplificada (y sin ajustar completamente)

que tiene lugar en el caso concreto de una celda de combustible biológica:



Se pedirá a los alumnos que ajusten la reacción y a continuación se comenzará el montaje de la celda. La reacción ajustada queda como sigue:



### Celda de combustible biológica

En primer lugar, explicaremos a los alumnos y alumnas el **fundamento científico** de este dispositivo. En la Fig. B.1 se muestra el esquema que se presentará en el aula. Al igual que sucede en una batería, los microorganismos del ánodo se descomponen, liberando protones, o  $H^+$ , electrones,  $e^-$ , y dióxido de carbono,  $CO_2$ . Los electrones se pueden canalizar a través de un material conductor, para que lleguen a un cátodo. De este modo, se genera una corriente eléctrica. Para que el sistema no llegue a un equilibrio de cargas, y se siga dando el fenómeno del transporte de electrones, los protones ( $H^+$ ) liberados en ánodo se hacen pasar por una membrana unidireccional, hacia el cátodo. Esta membrana permite el paso de protones como se ha descrito, pero impide el paso de electrones en sentido inverso.

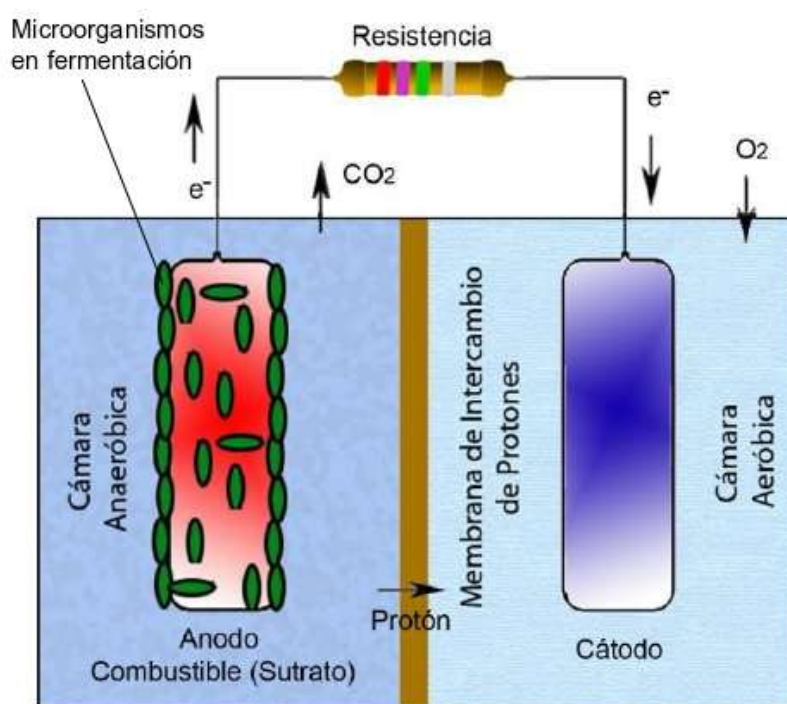


Figura B.1: Esquema de una celda de combustible biológica (Romo y cols., 2012)

Un vez comprendido el funcionamiento, los jóvenes, en grupo, pueden comenzar la construcción de sus celdas de combustible biológicas. El prototipo de celda que se propone, es el mostrado en la Fig. B.2. Los pasos a seguir para su elaboración son:

- En primer lugar, hacemos orificios a las botellas de plástico para introducir los tubos de PVC con sus respectivos codos. Dentro de los tubos de PVC deberá ir un material que actúe como membrana unidireccional para permitir el paso de los protones. Este material puede ser fibra de vidrio.



Figura B.2: Celda de combustible microbiana con materiales sencillos. (*Celda de combustible microbiana*, 2020; *Generación de energía eléctrica a partir de biomasa.*, 2020)

- A continuación perforamos los tapones de las botellas. Aquellos tapones de las botellas en las que se encuentre el sustrato biológico, deberán tener dos perforaciones: una para el cable conductor de electrones, y otra para la salida del gas  $CO_2$ . Si el gas se acumulara, la botella podría estallar.
- Para crear el ánodo y el cátodo, se utilizarán placas de aluminio que serán conectadas a un hilo de cobre, permitiendo el flujo de electrones. Los hilos de cobre de varias botellas se conectarán en serie, aumentando el voltaje producido por cada celda.

- En la botella que contiene el ánodo, se introducirán alimentos troceados. Dichos alimentos han de ser, de por sí, buenos conductores de la electricidad, como la patata o la zanahoria. Una vez introducidos en la botella, se cubrirán de agua.
- Para reordenar los protones que llegan a la botella del cátodo, se hará circular una corriente de aire, que contiene oxígeno, a través de dicha botella. Para ello, las botellas del cátodo estarán conectadas a través de una manguera de goma. Una bomba de aire introducirá oxígeno por estas últimas.
- En la botella que contiene el cátodo, se introducirá una solución salina, como el suero fisiológico.
- Conectando las botellas del ánodo por un lado, y las del cátodo por otro, obtenemos un circuito en serie de celdas de combustible. Se conectará un multímetro a la última celda, de modo que podamos comprobar el voltaje generado.

Se estima una duración de 80 minutos para la realización de esta práctica, al igual que en las sesiones mostradas en el Capítulo 6.

## Materiales

En la Tabla B.2, se muestra el material necesario para la construcción de la celda de combustible biológica.

Tabla B.2: Materiales necesarios para la construcción de la celda biológica.

Celda de combustible biológica
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Botellas de plástico con sus tapones</li> <li>- Tubos de PVC con brazos de PVC para los extremos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fibra de vidrio</li> </ul> </li> <li>- Alimentos: Patatas, zanahorias, pimientos, etc               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suero fisiológico</li> <li>- Agua</li> <li>- Hilo de cobre</li> <li>- Placas de aluminio</li> <li>- Cables y multímetro</li> <li>- Pistola de silicona y punzón</li> </ul> </li> </ul>





# Anexo C

## Métodos de evaluación

En este anexo se muestran algunos ejemplos de los métodos de evaluación citados en la literatura, y que han sido mencionados en el capítulo 5. En concreto, las “escalas de valoración” y “escalas graduadas”.

ESCALA DE VALORACIÓN DE TRABAJO ESCRITO	
ASPECTOS FORMALES (30/100 puntos)	
▶ Puntualidad (2 ptos.)	
Entregó el trabajo con antelación a la fecha indicada	2
Entregó el trabajo en la fecha indicada	1
Entregó el trabajo con uno o más días de retraso.	0
▶ Ortografía (si no se puntúa no se puede dar por definitivo el trabajo) (3 ptos.)	
El trabajo no tiene faltas de ortografía	3
El trabajo tiene entre 1-3 faltas de ortografía	1
El trabajo tiene entre 4-7 faltas de ortografía	0
El trabajo tiene más de 7 faltas de ortografía (trabajo no corregible)	0
ESCALA GRADUADA PARA LA VALORACIÓN DE UN VIDEOTUTORIAL.	
9-10 Muy bien	Presentan el contenido solicitado (Por ejemplo, se tratan todos los apartados de un tema).
	Se identifican los participantes del grupo, el centro, asignatura y el curso, la fecha de realización y el profesor.
	La duración no excede de 3 min.
	Se observa una lógica en el contado y se destacan/resaltan los aspectos importantes a tener en cuenta.
7 – 8,9 Bien	Presentan el contenido solicitado de manera casi completa (Por ejemplo, se tratan todos los apartados de un tema aunque en algunos casos de manera superficial).
	Se identifican los participantes del grupo, el centro, asignatura y el curso, la fecha de realización y el profesor.
	La duración no excede de 3 min, pero hay partes que sobran.
	En algunos momentos se pierde la lógica en el contado y no se destacan/resaltan aspectos importantes a tener en cuenta.

Figura C.1: Ejemplo de escala de valoración y de escala graduada. (Álvarez y cols., 2019)



# Anexo D

## Instrumentos de evaluación

En este anexo se muestran los instrumentos de evaluación que se emplearían durante las sesiones de la *Semana de la energía Renovable*.

En primer lugar, se presentan las “fichas científicas” que deben completar los “Científic@s” de cada sesión. Se han estructurado, generalmente, de la siguiente forma:

- Número de la sesión
- Cabecera donde los estudiantes han de poner el nombre del grupo e indicar los roles que han sido asignados a cada estudiante. Con ello, se tendrá constancia de que todos los integrantes del grupo adquieren los distintos roles a lo largo de las sesiones.
- Una o dos preguntas sobre las experiencias realizadas durante la sesión (destinada específicamente al “Científic@”).
- Una pregunta destinada a describir los materiales y los pasos que han seguido para la construcción de los montajes en los que se centran las sesiones (aunque la conteste el “Científic@”, requiere también de la colaboración de “I@s Ingenier@s”).
- Un apartado para indicar la información relevante que hayan encontrado en Internet sobre las experiencias y los montajes de la sesión. Pueden ser noticias, artículos científicos, vídeos, curiosidades, etc. (el “Reporter@” tiene que ayudar al “Científic@” a redactarla).

En segundo lugar se muestran los cuestionarios de *Socrative* que los estudiantes deben resolver en grupo. Constan de 4 o 5 preguntas cortas que hacen alusión a los aspectos clave vistos durante las sesiones.

Finalmente, se muestra la encuesta de opinión, para que los alumnos y alumnas valoren la experiencia de la *Semana de la Energía Renovable*.



## FICHA CIENTÍFICA: SESIÓN 2



**Nombre del grupo:**

Hoy los **ingenier@s** son:

Hoy el/la **científic@** es:

Hoy el/la **reporter@** es:

**Describe, con tus palabras, lo que ocurre cuando hacemos girar la manecilla de una dinamo.**

---



---



---



---

**¿Por qué gira el molinillo de papel cuando encendemos las velas?**

---



---



---



---

**¿Qué materiales, y qué pasos habéis seguido para construir el molino eólico?**

---



---



---



---



---



---

**Escribe alguna información relevante que hayáis encontrado en Internet sobre la energía eólica. (Debes citar las páginas web de dónde has extraído la información. Ej.: "Noticia de la revista *Muy Interesante*")**

---



---



---



---

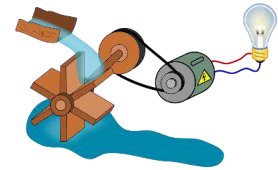


---



---

### FICHA CIENTÍFICA: SESIÓN 3



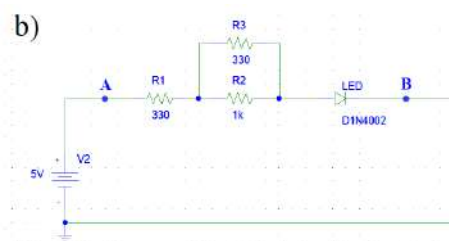
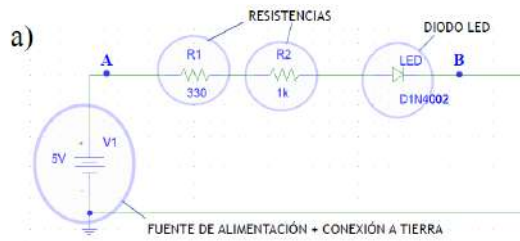
**Nombre del grupo:**

Hoy los **ingenier@s** son:

Hoy el/la **científic@** es:

Hoy el/la **reporter@** es:

Escribe los valores de la **resistencia, intensidad de corriente, y diferencia de potencial entre los puntos A y B**, medidos con el multímetro, en las siguientes configuraciones:



$R_{AB} = \dots\dots\dots$

$I_{AB} = \dots\dots\dots$

$V_{AB} = \dots\dots\dots$

$R_{AB} = \dots\dots\dots$

$I_{AB} = \dots\dots\dots$

$V_{AB} = \dots\dots\dots$

Explica **a qué se debe la variación en la medida de la resistencia  $R_{AB}$**  entre ambos circuitos:

---



---



---



---



---

**¿Qué información relevante habéis encontrado en Internet acerca de la energía hidráulica? (Debes citar las páginas web de dónde has extraído la información. Ej.: "Noticia de la revista *Muy Interesante*")**

---



---



---



---



---

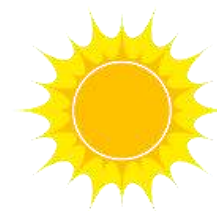


---



---

## FICHA CIENTÍFICA: SESIÓN 4



**Nombre del grupo:**

Hoy los **ingenier@s** son:

Hoy el/la **científic@** es:

Hoy el/la **reporter@** es:

**Explica por qué puedes hacer una fogata con unas gafas de una persona hipermétrope (no ve de cerca), en un día soleado.**

---

---

---

---

---

**Explica brevemente, cómo funciona un motor Stirling.**

---

---

---

---

**Describe los materiales y los pasos que ha seguido tu grupo para construir el horno solar.**

---

---

---

---

---

---

**Escribe alguna información llamativa que haya encontrado tu grupo en Internet sobre la energía solar. (Debes citar las páginas web de dónde has extraído la información. Ej.: "Noticia de la revista *Muy Interesante*")**

---

---

---

---

---

---

---

---



Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## Test inicial: Semana de la Energía Renovable. Sesión 1

Puntuación \_\_\_\_\_

### 1. ¿Qué son las fuentes de energía alternativas?

- (A) Fuentes de energía que no se agotan.
- (B) Fuentes de energía que utilizan recursos limitados
- (C) Fuentes de energía que no se emplean en la actualidad.



2.



### ¿Qué es la corriente eléctrica?

- (A) El movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor
- (B) Protones que se mueven por los circuitos eléctricos
- (C) Una fuerza

### 3. El magnetismo y las corrientes eléctricas están interrelacionados.

- (V) Verdadero
- (F) Falso





4. Escribe qué tipos de energía conoces.



5.



Para **concentrar** los rayos del Sol podemos utilizar...

- (A) Un vaso
- (B) Una lupa
- (C) Unas gafas de Sol

6. En una lámpara, se transforma energía \_\_\_\_\_ en energía \_\_\_\_\_.

- (A) eléctrica → nuclear
- (B) eléctrica → lumínica
- (C) térmica → eléctrica
- (D) cinética → química





Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## Semana de la Energía Renovable. Sesión 2

Puntuación \_\_\_\_\_

### 1. ¿Qué es la corriente eléctrica?

- A) Una corriente de agua que genera electricidad
- B) El movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor
- C) Protones que se mueven alrededor de los átomos.



### 2. La experiencia de Oersted pone de manifiesto....

- A) Que los electrones pueden mover imanes
- B) La relación entre las corrientes eléctricas y el magnetismo.
- C) Que la Tierra posee un campo magnético a su alrededor.



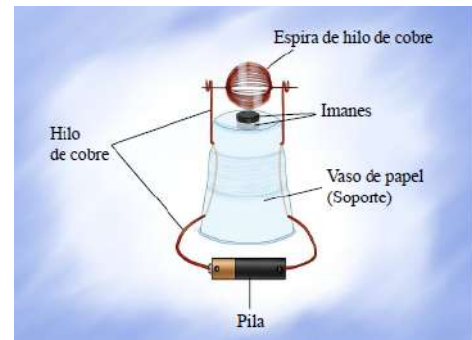
### 3. La aguja de las brújulas apuntan hacia...

- A) El sur magnético (Norte geográfico)
- B) El norte magnético (Sur geográfico)



**4. En el motor eléctrico que has construido en la sesión anterior, ¿Qué ocurre, al cabo de un rato, si quitamos los imanes?**

- A** La espira dejará de moverse, puesto que ya no hay magnetismo que la impulse.
- B** La espira seguirá girando igual, dado que sigue conectada a la pila.
- C** La espira se moverá más despacio, pero nunca se detendrá.



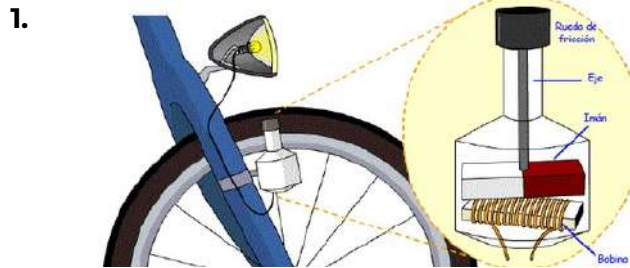


Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## Semana de la Energía Renovable. Sesión 3

Puntuación \_\_\_\_\_

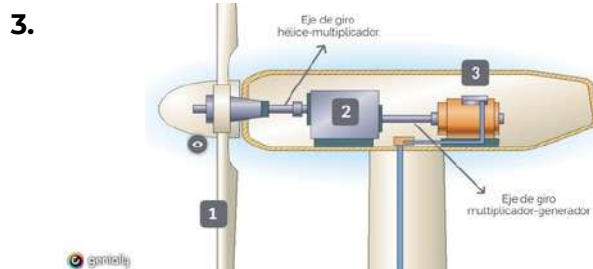


**En una dinamo, la corriente eléctrica provoca el movimiento del imán.**

- Verdadero  
 Falso

2. **¿Quién contribuye a crear las corrientes de viento en nuestro planeta?**

- A La gravedad, porque atrae a las moléculas de aire hacia la Tierra.  
 B El campo magnético terrestre.  
 C El Sol, porque calienta las moléculas de aire de la atmósfera, y se mueven.



**En un molino eólico, el multiplicador se utiliza para...**

- A Para multiplicar la resistencia al viento.  
 B Aumentar la velocidad de giro de las hélices, y producir más electricidad.  
 C Para producir electricidad, transformando la energía mecánica en eléctrica.

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## Semana de la Energía Renovable. Sesión 4. Test 1

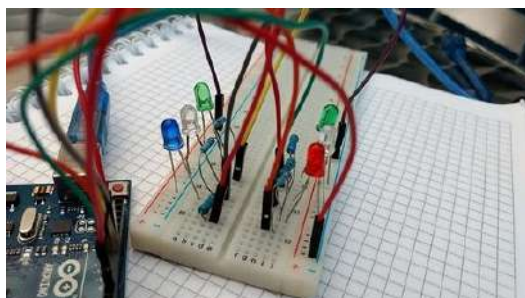
Puntuación \_\_\_\_\_

### 1. La ley de Ohm establece:

- (A) Que la diferencia de potencial es inversamente proporcional a la resistencia.
- (B) Que la diferencia de voltaje es el producto de la intensidad de corriente y la resistencia.
- (C) Que la resistencia es directamente proporcional a la intensidad de corriente.



### 2.



Si ponemos dos resistencias en paralelo, el valor de la suma de la resistencia total, es menor que el valor de cada una de las dos resistencias.

- (V) Verdadero
- (F) Falso

### 3. ¿Qué tipo de energía posee el agua embalsada en una presa?

- (A) Energía eléctrica
- (B) Energía potencial
- (C) Energía química





Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## Semana de la Energía Renovable. Sesión 4. Test 2

Puntuación \_\_\_\_\_

1. Si eres hipermétrope, tus gafas no sirven para concentrar los rayos del Sol.

- (V) Verdadero  
 (F) Falso

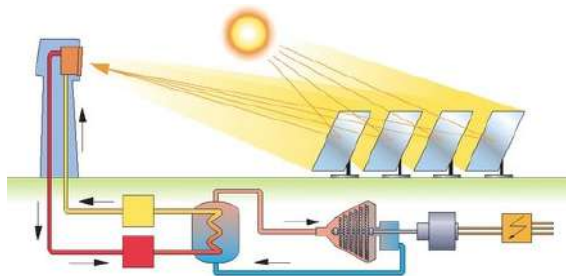


2. En las placas fotovoltaicas, la electricidad de produce...

- (A) De forma indirecta. El Sol primero calienta la placa, y ese calor hace funcionar una turbina, que es la que genera la electricidad.  
 (B) De forma directa. El Sol, al incidir en la placa, crea una corriente eléctrica.



3.



En las centrales termosolares, intervienen los siguientes tipos de energía:

- (A) Lumínica, térmica, mecánica y eléctrica  
 (B) Lumínica, química, mecánica y eléctrica.  
 (C) Lumínica, térmica y eléctrica.

4. ¿Como se llama el efecto por el cual se calienta el horno solar?

- (A) Efecto mariposa
- (B) Efecto edison
- (C) Efecto invernadero





Encuesta: Opinión sobre la Semana de la Energía Renovable

Este cuestionario **es anónimo**. Intenta responder con **total sinceridad**.

1. ¿Qué **nota le pondrías** a la **Semana de la Energía Renovable**, de 0 a 10?  
(0: No me ha gustado nada; 10: Me ha gustado mucho)

2. ¿Qué es **lo que más te ha gustado** de la *Semana de la Energía Renovable*?  
(Ej.: los experimentos, construir montajes, la sesión 1, la sesión 2, buscar información en internet, trabajar con mis compañeros...)

3. ¿Qué es **lo que menos te ha gustado** de la *Semana de la Energía Renovable*? (Ej.: los experimentos, construir montajes, la sesión 1, la sesión 2, buscar información en internet, trabajar con mis compañeros...).

4. ¿**Qué cambiarías** de todas las actividades que hemos realizado?

5. ¿**Tienes alguna idea** para implementarla el próximo curso en la *Semana de la Energía Renovable*?



## Anexo E

# Divulgación e información sobre la Semana de la Energía Renovable

Para divulgar la información sobre la *Semana de la Energía Renovable*, se ha optado por crear un cartel que pueda ser colocado por los pasillos del centro unas semanas antes de que se inicie la *Semana Cultural* del Centro. En el cartel (Fig. E.1) se expone el título, las sesiones que se llevarán a cabo con sus respectivos nombres, el lugar y los días de realización, así como un horario con la distribución de los grupos. El horario también incluye la hora de la exposición de los proyectos en el mural colectivo del pasillo, así como la conferencia que tendrá lugar en el Salón de Actos del Instituto, a cargo del Director - Gerente de la Fundación ACCIONA, D. José Gabriel Martín Fernández.

Para invitar al Sr. D. José Gabriel Martín Fernández, se propone la redacción de una carta como la que se muestra en la Fig. E.2. Ésta estará firmada por los departamentos de Física y Química y de Tecnología del Centro.

Por otro lado, también se informará a los padres y madres de alumnas y alumnos, a través de un escrito firmado por el Departamento de Física y Química del Instituto. En dicho escrito se resume el motivo de la organización de la *Semana de la Energía Renovable*, la metodología a seguir durante las sesiones y el horario para su realización.

# Semana de la Energía Renovable




*¡Descubre cómo funcionan las fuentes de energía renovables y crea tus prototipos!*



**Sesión 1:**  
*Construyendo un motor eléctrico*

**Sesión 2:**  
*La fuerza del viento*

**Sesión 3:**  
*Del agua a la bombilla*

**Sesión 4:**  
*El Sol da luz y... ¡electricidad!*

*¿Para quién?:*  
Para todos los alumn@s de 3º de la E.S.O

*¿Cuándo y dónde?:*  
Durante la **Semana Cultural**, en el aula-taller de Tecnología

## *¡ Te esperamos !*

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30-9:50 h	3º A	3º B	3º C	3º D	Exposición
9:55-11:10 h	3º B	3º C	3º D	3º A	Conferencia para TOD@S** (Salón de Actos)
11:15-12:35 h	3º C	3º D	3º A	3º B	
12:40-14:00 h	3º D	3º A	3º B	3º C	

\*\* José Gabriel Martín Fernández, Director-Gerente de la Fundación Acciona

Organizan: Dpto. de Física y Química y Dpto. de Tecnología

Figura E.1: Cartel informativo sobre la *Semana de la Energía Renovable*.

## Semana de la Energía Renovable

I.E.S Fernando de Rojas



Estimado Sr. D. José Gabriel Martín Fernández,

En representación de los departamentos de Física y Química y de Tecnología del I.E.S Fernando de Rojas de la ciudad de Salamanca, nos gustaría invitarle a dar una conferencia sobre la labor que lleva a cabo la Fundación ACCIONA en los países menos desarrollados para suministrar agua corriente y electricidad a las familias más necesitadas.

En el I.E.S Fernando de Rojas estamos comprometidos con el desarrollo sostenible y el medioambiente. Por ello, durante la semana cultural del Centro, hemos creado la *Semana de la Energía Renovable*, para sensibilizar a los alumnos de 3º de la E.S.O sobre la importancia que tiene el desarrollo de fuentes de energía alternativas, como parte de la ayuda que debemos brindar a nuestro planeta.

Como colofón de la *Semana de la Energía renovable*, estaríamos encantados de que todos los alumnos del Centro puedan conocer las actividades que realiza la Fundación ACCIONA, dado que tenemos la certeza de que otros centros y facultades han disfrutado gratamente durante sus conferencias.

El evento tendría lugar a partir de las 10:00 h de la mañana del día 24 de abril, en el Salón de Actos del centro.

Gracias por dedicarnos su tiempo. Esperamos con ilusión su respuesta.

Reciba un cordial saludo,

Departamento de Física y Química      Departamento de Tecnología

I.E.S Fernando de Rojas

Figura E.2: Carta dirigida a D. José Gabriel Martín Fernández, invitándolo a dar una conferencia el último día de la *Semana de la Energía Renovable*.

## Semana de la Energía Renovable



Estimad@s madres y padres de estudiantes,

Nos gustaría informarles de las actividades que van a realizar sus hijas e hijos durante la *Semana Cultural* del Centro. El departamento de Física y Química, en colaboración con el departamento de Tecnología, ha diseñado la *Semana de la Energía Renovable*, con el fin de que todos los estudiantes de 3º de la E.S.O conozcan en mayor profundidad las fuentes de energía alternativas y su importancia para lograr un desarrollo sostenible. Nuestro planeta sufre una emergencia climática, y la meta de vivir en una sociedad responsable con su entorno, pasa por la educación de los futuros ciudadanos en los valores de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente, entre otras cosas.

Pretendemos poner en práctica diversas metodologías activas, de modo que los estudiantes se encuentren cómodos durante la *Semana de la Energía Renovable*, al mismo tiempo que adquieren un aprendizaje significativo. Deseamos fomentar e incentivar el interés de los jóvenes por la investigación, adquiriendo a la vez un conocimiento más amplio de numerosos conceptos que se enmarcan dentro de la asignatura de Física y Química. Los tres ejes en los que se basa la *Semana de la Energía Renovable* son: el aprendizaje por descubrimiento, haciendo a vuest@s hij@as los protagonistas de su propio aprendizaje; el trabajo colaborativo; y la realización de experimentos para visualizar y entender mejor algunos conceptos.

La *Semana de la Energía Renovable* constará de cuatro sesiones en las que las alumnas y alumnos realizarán experiencias de laboratorio con el fin de comprender los fenómenos que subyacen en la producción sostenible de energía eléctrica. Además, ellos mismos diseñarán y construirán sus propios prototipos de sistemas de producción de energía eléctrica con materiales sencillos. La *Semana de la Energía Renovable* también cuenta con un día de exposición de proyectos, donde los estudiantes presentarán, en un mural colectivo, aquellos experimentos, información y montajes más relevantes y que hayan suscitado en ellos mayor interés. El citado mural será expuesto en los pasillos del Centro, junto a los demás proyectos elaborados durante la *Semana Cultural*. Este último día también contará con la visita de **José Gabriel Martín Fernández, Director Gerente - Fundación ACCIONA**, quien nos informará sobre algunas de las iniciativas que se están llevando a cabo para hacer llegar la energía eléctrica a las zonas más desfavorecidas del mundo, a la vez que se apuesta por el desarrollo sostenible. Los estudiantes tendrán la oportunidad de preguntar para resolver sus dudas o curiosidades dentro de este campo.

## Semana de la Energía Renovable



Las sesiones tendrán **lugar** en el **Aula-taller de Tecnología**, en **horario de 8:30 h – 14:00 h**, **distribuyendo a los estudiantes por grupos**. La **charla de José Gabriel Martín Fernández** se desarrollará en el **Salón de Actos**.

A continuación se adjunta un **horario** de la *Semana de la Energía Renovable*:

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 h – 9:50 h	3° A	3° B	3° C	3° D	Exposición del mural colectivo
9:55 h – 11:10 h	3° B	3° C	3° D	3° A	Charla para tod@s (Salón de Actos)
11:15 h – 12:35 h	3° C	3° D	3° A	3° B	
12:40 h – 14:00 h	3° D	3° A	3° B	3° C	

Lugar: Sesiones en el Aula-taller de Tecnología; Charla en el Salón de Actos

Reciban un cordial saludo,

Departamento de Física y Química

I.E.S Fernando de Rojas

