

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

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



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

**¿Qué hay detrás del enchufe?  
Atención a la diversidad en la asignatura  
de Física y Química**

**What is behind the plug?  
Attention to diversity in the subject of  
Physics and Chemistry**

Isabel Rodríguez Pérez

Dirigido por la  
Dra. Dña. María Jesús Santos Sánchez

Curso 2022/2023



Dra. Dña. María Jesús Santos Sánchez tutora de la estudiante Isabel Rodríguez Pérez en la especialidad de Física y Química de la Titulación de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, declaro que autorizo el uso de mi nombre en caso de la difusión pública del Trabajo Fin de Máster titulado: “*¿Qué hay detrás del enchufe? Atención a la diversidad en la asignatura de Física y Química*” del curso académico 2022/2023.

En Salamanca, a 22 de junio de 2023

Fdo. María Jesús Santos Sánchez

*A Araceli Queiruga Dios, Juan Ramón Pardo Vela y Alba Sánchez Arribas por ayudarnos en el desarrollo de las sesiones.*

*A Beatriz Sánchez Barbero por orientarnos sobre cómo realizar la evaluación.*

*A las personas de Aviva y de Comedor de los Pobres por su participación.*

*A María Jesús Santos Sánchez por tener la idea y motivación necesaria para llevar este proyecto adelante.*

*A todas las personas que nos han ayudado en este trabajo, sin las cuales no hubiese sido posible.*

**Muchas gracias**

Nunca dudes de que un pequeño grupo de ciudadanos reflexivos y comprometidos puede cambiar el mundo. De hecho, es lo único que lo ha hecho.

*Margaret Mead*



# Resumen

La atención a la diversidad y la inclusión son aspectos fundamentales en la educación actual, teniendo como meta un aprendizaje eficaz para todos los alumnos. En este contexto, en el presente Trabajo Fin de Máster se desarrolla una situación de aprendizaje “¿Qué hay detrás del enchufe?”, que da respuesta a las diferentes capacidades, ritmos y estilos de aprendizaje del alumnado. La SA ha sido planteada para 3º de ESO de diversificación con alumnos con necesidades educativas especiales y llevada a cabo con miembros de la Fundación Aviva y alumnos que asisten al Comedor de los Pobres. En ella se contempla el currículo de la asignatura de Física y Química, así como aspectos referentes a la asignatura de Tecnología y Digitalización.

Los pilares metodológicos de la situación de aprendizaje son el aprendizaje y servicio, la gamificación y el aprendizaje basado en problemas, tratando de acercar la física a personas discapacitadas. 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. Este enfoque permite el desarrollo de la competencia de “aprender a aprender”.

Durante las sesiones, los estudiantes visualizan experiencias y realizan juegos relacionados con diversos fenómenos físicos para comprender la esencia de las transformaciones de energía, así como de la generación y transporte de energía eléctrica, primando un aprendizaje vivencial. Además, se propone la construcción de un circuito eléctrico fomentando el trabajo colaborativo y la resolución de problemas aplicando la teoría vista en clase. Se espera que la experiencia despierte el interés por la ciencia y que conozcan el uso de las fuentes de energía renovables como fuente de energía alternativa.

**Palabras clave:** Aprendizaje y Servicio, Educación Inclusiva, Situación de Aprendizaje, Física, Energía, Electricidad.

# Abstract

Attention to diversity and inclusion are fundamental aspects in current education, with the goal of effective learning for all students. In this context, this Master's Thesis develops a learning situation "What is behind the plug?", which responds to the different abilities, rhythms, and learning styles of the students. It is proposed for 3rd ESO for diversification with students with special educational needs and carried out with members of the Aviva Foundation and students who attend the Comedor de los Pobres. It contemplates the curriculum of the subject of Physics and Chemistry, as well as aspects related to the subject of Technology and Digitization.

The methodological pillars of this learning situation are service-learning, gamification and problem based learning, trying to bring physics closer to disabled people. It is intended that students are the protagonists of their own learning, so that the role of teachers is relegated to that of a mere guide. This approach allows the development of the competence of "learning to learn".

During the sessions, students visualize experiences and play games related to various physical phenomena to understand the essence of energy transformations, as well as the generation and transport of electrical energy, prioritizing experiential learning. In addition, the construction of an electrical circuit is proposed, promoting collaborative work and problem solving. It is hoped that the experience will arouse interest in science and that they will learn about the use of renewable energy sources as an alternative energy source.

**Key words:** Service-Learning, Inclusive Education, Learning Situation, Physics, Energy, Electricity.

Dña. Isabel Rodríguez Pérez matriculada en la Titulación de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, en la especialidad de Física y Química, declaro que he redactado el Trabajo Fin de Máster titulado “*¿Qué hay detrás del enchufe? Atención a la diversidad en la asignatura de Física y Química*” del curso académico 2022/2023 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes y la literatura citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes y de la literatura indicada, textualmente o conforme a su sentido.

En Salamanca, a 22 de junio de 2023

Fdo. Isabel Rodríguez Pérez

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>10</b>
<b>2. Contextualización</b>	<b>12</b>
2.1. Justificación . . . . .	12
2.2. Objetivos . . . . .	12
2.3. Destinatarios de la propuesta . . . . .	13
2.4. Materias involucradas . . . . .	14
2.5. Vinculación con los ODS . . . . .	14
<b>3. Metodología</b>	<b>16</b>
3.1. ApS: Metodología innovadora . . . . .	16
3.1.1. Marco legal ApS . . . . .	17
3.2. ¿Qué hay detrás de un enchufe? . . . . .	18
3.2.1. Gamificación . . . . .	18
3.2.2. ABP . . . . .	19
<b>4. Fundamentación curricular</b>	<b>21</b>
4.1. Normativa educativa referente . . . . .	21
4.2. Competencias clave . . . . .	22
4.3. Objetivos de etapa . . . . .	22
4.4. Contenidos de la materia . . . . .	23
4.5. Competencias específicas . . . . .	24
4.6. Criterios de evaluación . . . . .	25
4.7. Descriptores del Perfil de Salida . . . . .	26
<b>5. Desarrollo de la SA</b>	<b>27</b>
5.1. Rodeados de electricidad . . . . .	28
5.2. Los ladrillos de la materia . . . . .	29
5.3. Repulsión y atracción . . . . .	30
5.3.1. Los autos locos . . . . .	30
5.3.2. Cintas amigas o enemigas . . . . .	31
5.3.3. Anillo volador . . . . .	32
5.4. ¿Cómo se genera la electricidad? . . . . .	33
5.4.1. Central eléctrica casera . . . . .	33
5.4.2. Aprovechando la energía del viento . . . . .	34
5.4.3. Aprovechando la luz solar . . . . .	34
5.4.4. ¡Dale a la manivela! . . . . .	35
5.5. ¿Cómo se transporta la electricidad? . . . . .	36
5.5.1. Teléfono escacharrado . . . . .	36
5.5.2. El corro de la patata . . . . .	37

5.6. ¡Manos a la obra! . . . . .	38
5.7. Difusión o comunicación del resultado . . . . .	39
<b>6. Evaluación</b>	<b>40</b>
6.1. Técnicas e instrumentos de evaluación . . . . .	40
6.2. Momentos y agentes evaluadores . . . . .	40
6.3. Valoración de la SA . . . . .	40
6.3.1. Primera sesión: 24 de marzo . . . . .	41
6.3.2. Segunda sesión: 16 de mayo . . . . .	42
6.3.3. Tercera sesión: 24 de mayo . . . . .	42
<b>7. Conclusiones</b>	<b>44</b>
<b>8. Conclusions</b>	<b>46</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>48</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>49</b>
<b>Apéndices</b>	<b>52</b>
<b>Apéndice A. Fichas de los experimentos</b>	<b>53</b>
<b>Apéndice B. Presentación empleada en la SA</b>	<b>58</b>
<b>Apéndice C. Lista de materiales</b>	<b>62</b>
<b>Apéndice D. Plantilla de evaluación</b>	<b>64</b>

# Capítulo 1

## Introducción

Durante una conferencia, un estudiante preguntó a la antropóloga Margaret Mead cuál consideraba que era el primer signo de humanidad; esperando que ella mencionase algún invento como las puntas de flecha o el descubrimiento del fuego. Sin embargo, la experta afirmó que se trataba del hallazgo de un fémur fracturado que luego había cicatrizado. Ningún animal sobrevive por su cuenta hasta que el hueso suelde por sí mismo. No se trataba de un individuo aislado, sino que formaba parte de una comunidad que lo cuidaron cuando no podía valerse por sí mismo. Esa voluntad y esfuerzo de inclusión se mantiene hasta nuestros días; siendo el pilar fundamental de la educación inclusiva, donde la diversidad es el punto de partida y no un obstáculo.

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) surge con la motivación de contribuir a la plena inclusión de todos los estudiantes en el sistema educativo, dando espacio a la diversidad en el aprendizaje y valorando las diferencias entre los individuos. En él se plantea una Situación de Aprendizaje (SA), como una vía para aplicar y desarrollar las competencias clave y específicas, y favorecer la adquisición y evaluación a través de un contenido curricular concreto. En este caso, la composición de la materia, así como la generación y transporte de electricidad y la construcción de circuitos eléctricos. La SA se ha diseñado a través de la metodología de Aprendizaje y Servicio (ApS), en la cual el alumnado desarrolla su formación a través de un servicio a la sociedad, permitiendo a los estudiantes implicarse en su comunidad y aplicar los contenidos fuera del aula.

Esta SA está diseñada para 3º de la ESO de diversificación y se ha aplicado y desarrollado con personas con necesidades especiales de la Fundación Aviva ([“Aviva Salamanca”, 2023](#)), entidad sin ánimo de lucro que defiende los derechos de las personas con discapacidad y sus familias, mejorando su calidad de vida a través de su inclusión y participación en la sociedad. En ella han participado estudiantes del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUPES) de la especialidad de Física y Química.

El trabajo está ordenado de la siguiente manera. El capítulo 2 brinda una comprensión completa del marco social y educativo desde el que se aborda la SA, partiendo de la motivación del trabajo presente en la sección (2.1) y detallando factores relevantes, como son los objetivos (2.2) y los destinatarios de la propuesta (2.3), las materias dentro de las que se enmarca (2.4) y su vinculación con los Objetivos

de Desarrollo Sostenible (ODS) (2.5). En el capítulo 3, se explica la metodología seguida en esta SA, partiendo de la metodología de Aprendizaje y Servicio (ApS) en la sección (3.1). En la sección siguiente, (3.2), se plantea la SA realizada: “¿Qué hay detrás de un enchufe?”, donde el alumnado aprenderá de forma vivencial. El capítulo 4 versa sobre la fundamentación curricular; partiendo de la normativa básica (4.1) se establece el currículum de la SA a través de: las competencias clave (4.2), los objetivos de etapa (4.3), los contenidos (4.4), las competencias específicas (4.5), los criterios de evaluación (4.6) y los descriptores operativos (4.7). El capítulo 5 describe los experimentos y juegos realizados durante la sesión de aprendizaje. Partiendo de poner en valor la electricidad y el uso que de ella durante la experiencia diaria (5.1). Se continúa con actividades que permiten entender la electricidad, como son la composición de los átomos (5.2), la repulsión y atracción de las cargas eléctricas (5.3), la generación (5.4) y transporte (5.5) de electricidad y el montaje de un circuito eléctrico (5.6). La última sección (5.7) aborda la difusión de los resultados. El capítulo 6 profundiza en la evaluación de la SA, llevada a cabo analizando las técnicas e instrumentos evaluadores (6.1), los momentos y agentes evaluadores (6.2), así como una valoración personal de cada una de las experiencias vividas (6.3). En el capítulo 7 se aportan las conclusiones, haciendo un resumen general del trabajo. En el capítulo 8 se redactan las conclusiones en inglés. Por último, el apéndice A corresponde a las fichas que se han diseñado para realizar los experimentos involucrados en la SA. En el apéndice B se adjunta las diapositivas de la presentación utilizada como recurso durante la SA a modo de hilo conductor. En el apéndice C se recopilan los materiales necesarios para esta SA. Mientras en el apéndice D se recoge la plantilla con los diferentes ítems de evaluación que se han estimado oportunos.

# Capítulo 2

## Contextualización

En este capítulo se analiza el contexto de la SA, partiendo de una necesidad real y estableciendo los objetivos que se pretenden conseguir, los cuales son la guía del proyecto. De igual modo, se detallan las personas a las que va dirigida esta propuesta, así como las materias involucradas y la vinculación de este aprendizaje con los ODS de la agenda 2030.

### 2.1. Justificación

Un grupo de Aviva se disponía a rediseñar la decoración de un aula. En esa planificación decidieron mover los enchufes (solo los enchufes) donde mejor consideraron sin tener en cuenta la instalación eléctrica. Los monitores pensaron que sería bueno realizar algún taller formativo para que los jóvenes de Aviva comprendieran los fenómenos físicos que hay detrás de un enchufe. Se pusieron en contacto con el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Salamanca. Así surge la idea de este TFM, planteada como una actividad de ApS.

### 2.2. Objetivos

En esta sección se presentan los objetivos generales del TFM. Estos servirán como referencia a la hora de plantear el desarrollo de las SA. Se ha buscado que los objetivos sean realistas, alcanzables y adaptados al contexto dentro de la cual se inscribe la SA.

- Utilizar la metodología de Aprendizaje y Servicio para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el MUPES.
- Atender a la diversidad del alumnado, fomentando la inclusión y la participación activa de todos los estudiantes, a través de materiales y recursos adaptados a sus necesidades.
- Emplear la experimentación y la realización de juegos para que el alumnado adquiera contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales a través de metodologías innovadoras como la gamificación y el aprendizaje basado en problemas.



- Aprovechar la predisposición del alumnado a jugar para aumentar la motivación por el aprendizaje.
- Fomentar la autonomía del alumnado con discapacidad, mediante el desarrollo de habilidades prácticas y el planteamiento de problemas sencillos sobre electricidad.
- Implementar el trabajo cooperativo como una vía para promover la colaboración, la comunicación y la interacción positiva entre los estudiantes.
- Realizar una evaluación eficaz que permita medir el grado de adquisición de los saberes por el alumnado y valorar la efectividad de la SA planteada, permitiendo así mismo aplicar posibles mejoras en el futuro.

### 2.3. Destinatarios de la propuesta

La propuesta está dirigida a estudiantes que enfrenten dificultades en el aprendizaje y se beneficien de un enfoque práctico para adquirir conocimientos a través de la experimentación, manipulación y creación, que permitan una materialización de conceptos abstractos. Estos estudiantes, conocidos por aprender a través de las manos, encontrarán la sesión como una forma efectiva de comprender y retener información. La SA está desarrollada para atender a la diversidad en 3º de ESO de diversificación con alumnos con necesidades educativas especiales y se llevó a cabo con miembros de la Fundación Aviva y alumnos que asisten al Comedor de los Pobres, un esquema de los estudiantes involucrados se adjunta en la figura 2.1



**Figura 2.1:** La SA está planteada para 3º de ESO de diversificación con alumnos con necesidades educativas especiales y se llevó a cabo con miembros de la Fundación Aviva y alumnos que asisten al Comedor de los Pobres.

Esta SA se ha llevado a cabo con dos grupos de Aviva, así como un grupo de niños que acude al Comedor de los Pobres. Estas sesiones aparecen recogidas en la sección 6.3.

## 2.4. Materias involucradas

La experiencia educativa implica el contenido curricular que la LOMLOE recoge en las materias de Física y Química y Tecnología y Digitalización. Como es sabido la LOMLOE es la Ley Orgánica 3/2020 por la que se Modifica la Ley Orgánica 2/2006 de Educación (LOMLOE) (“Ley Orgánica 3/2020”, 2022).

La asignatura de Física y Química se encuentra presente a través de la experimentación y análisis, donde el alumnado explora conceptos como la estructura de la materia, las transformaciones de energía, las cuales permiten la generación de energía eléctrica y su transporte. Adquiriendo una comprensión, que se espera sea profunda, de las materias involucradas.

La asignatura de Tecnología y Digitalización permite aplicar los principios científicos en el mundo real. Se convierte, por lo tanto, en una parte integral de esta propuesta. En ella el alumnado utilizará su creatividad y habilidades técnicas para resolver problemas como la construcción de un circuito eléctrico.

Este enfoque multidisciplinar les proporciona una base sólida para comprender el mundo desde diferentes perspectivas y abordar desafíos diversos, a través del desarrollo de competencias y una comprensión profunda de las materias involucradas.

## 2.5. Vinculación con los ODS

Los ODS (“Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible”, 2015) fueron planteados por las Naciones Unidas en 2015 y constituyen una agenda universal para el desarrollo sostenible “de las personas, por las personas y para las personas” a través de 17 objetivos que, entre otros propósitos, abarcan: acabar con el hambre, la pobreza, la discriminación y un planeta sostenible, para 2030. A través de diferentes ideas y estrategias didácticas se pretende trabajar parte de los ODS nº 4 y nº 10 (ver figura 2.2).



**Figura 2.2:** En este TFM se abordan los ODS nº 4: educación de calidad, y el nº 10: reducción de las desigualdades.

Educación de calidad es el ODS 4, donde se pueden destacar las siguientes metas:

- 4.5. De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad.
- 4.6. Para 2030, garantizar que todos los jóvenes y al menos una proporción sustancial de los adultos, tanto hombres como mujeres, tengan competencias de lectura, escritura y aritmética.
- 4.7. Para 2030, garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas, mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.

Asimismo, se aborda el ODS n° 10: reducción de las desigualdades a través de la meta:

- 10.2. De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición.

# Capítulo 3

## Metodología

En este capítulo se aborda la metodología seguida en el TFM. A través de la metodología ApS se diseña una SA para atender la diversidad. La SA emplea diferentes metodologías innovadoras para motivar al alumnado y conseguir un aprendizaje eficaz como son la gamificación y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). En la figura 3.1 se muestra un diagrama de la conformación del TFM.



**Figura 3.1:** Se emplea la metodología ApS para diseñar una SA basada en la gamificación y el ABP, si bien se ha experimentado con niños que asisten al Comedor de los Pobres y jóvenes de Aviva.

### 3.1. ApS: Metodología innovadora

Este proyecto está basado en la metodología de ApS, donde el alumnado aprende y se desarrolla a través de la participación en servicios comunitarios tutorizados, vinculados con las asignaturas que esté cursando. Estas actividades se dirigen a satisfacer las necesidades reales del entorno, con la finalidad de mejorarlo. Se trata, por lo tanto, de una simbiosis donde cada una de las partes recibe un beneficio.

Existe una amplia batería de proyectos ApS alrededor del mundo a través de la Red Iberoamericana de Aprendizaje Servicio (“[Centro Latinoamericano de Aprendizaje y Servicio](#)”, 2021), Alemania (“[Stiftung Lernen durch Engagement](#)”, 2005), EE. UU. (“[National Youth Leadership Council](#)”, 1997), etc. En España la Red Española de ApS (“[Experiencias Red ApS](#)”, 2012) surge como un espacio de colaboración entre instituciones educativas, organizaciones profesionales que impulsan el ApS en diferentes ámbitos (“[100 buenas prácticas de Aprendizaje-Servicio](#)”, 2020). Esta metodología es especialmente relevante en la universidad, ya que permite combinar los tres ejes de actuación principales: docencia, investigación y responsabilidad social, donde cada vez es más común. Prueba de este auge es el creciente número de propuestas ApS que surgen. Por ejemplo, se realizó una revisión sistemática de los ApS llevados a cabo por los estudiantes de ingeniería a nivel mundial, analizándose 120 estudios al respecto ([Queiruga-Dios et al., 2021](#)). En particular, la USAL cuenta con la Unidad Aprendizaje Servicio que regula las actividades propuestas dentro de esta metodología (“[Unidad de Aprendizaje Servicio SAS USAL](#)”, 2022). Entre los muchos ejemplos destaca la asignatura de Clínica Jurídica de Acción Social (“[Líneas de Actuación Clínica Jurídica de Acción Social](#)”, 2016), donde el estudiantado de los grados de Derecho, Criminología y Ciencia Política y Administración Pública pone en práctica sus conocimientos a través de siete líneas de actuación: clínica jurídica-penal, discapacidad y dependencia; intervención penitenciaria y derechos humanos; memoria democrática; menores y uso de internet; medio ambiente y consumo responsable y migrantes y derechos. Entre sus proyectos están la elaboración de una guía que con información sobre el acceso a sanidad, educación y trabajo para la población desplazada por la guerra de Ucrania o la colaboración con la Asociación Guernica Centre for International Justice sobre el expolio de obras de arte, entre otros. Otra notable experiencia de ApS es CiHeLHos (Ciencia en Hematología en el Hospital), donde el alumnado del grado de Ingeniería Química y del MUPES realizan experiencias de ciencia para acompañar pacientes oncohematológicos en el hospital ([Santos et al., 2021](#)). Este ApS se implementó como un proyecto de innovación docente para mejorar las competencias de los futuros educadores y graduados.

### 3.1.1. Marco legal ApS

A nivel estatal, el Programa de ApS da respuesta a lo que establece el artículo 64.3 del Estatuto del Estudiante Universitario (“[Real Decreto 1791/2010](#)”, 2010), según el cual las universidades favorecerán prácticas de responsabilidad social y ciudadana que combinen aprendizajes académicos en las diferentes titulaciones con la prestación de servicios a la comunidad, orientadas a la mejora de la calidad de vida y la inclusión social.

El ApS se vincula con el concepto de responsabilidad social universitaria que aparece recogido en la Estrategia Universidad 2015 (“[Estrategia Universidad 2015](#).” 2010), originada como un proyecto nacional para la modernización de las universidades. Evidenciándose la necesidad de introducir la responsabilidad social como competencia transversal en las titulaciones universitarias.

## 3.2. ¿Qué hay detrás de un enchufe?

El proyecto que aquí se presenta pretende ofrecer un servicio de atención a personas y a colectivos cercanos, con dificultades, o especialmente vulnerables. Utilizando la metodología ApS se ha diseñado una SA que aplica los conocimientos adquiridos durante el máster utilizando diversidad de materiales (escritos, audiovisuales, expositivos, etc.) y diferentes técnicas (expositiva, investigación, diálogo, resolución de problemas, tareas individuales y colaborativas, etc.). La SA diseñada lleva asociada los siguientes principios (“Decreto 39/2022”, 2022):

- Se procurará una enseñanza activa, vivencial y participativa del alumnado, siendo una experiencia estimulante.
- Se partirá de los conocimientos previos de los estudiantes, así como de su nivel competencial, introduciendo progresivamente los diferentes contenidos y experiencias, permitiendo un aprendizaje constructivo y significativo.
- Se atenderá a los diferentes ritmos de aprendizaje de los alumnos en función de sus necesidades educativas fomentando la inclusión y la atención a la diversidad.
- Se procurará un conocimiento sólido de los contenidos curriculares.
- Se fomentará la observación, la investigación y análisis, la creatividad, el sentido crítico permitiendo la resolución de problemas y la aplicación de los conocimientos adquiridos a diferentes contextos, logrando una SA globalizada y transversal.
- Se utilizarán las TIC y los recursos audiovisuales como herramientas de trabajo.

### 3.2.1. Gamificación

La gamificación emplea diseños y técnicas propias de los juegos en contextos no lúdicos, facilitando la adquisición de conocimientos o el desarrollo de competencias aprovechando la predisposición natural de los estudiantes a jugar (Ortiz-Colón et al., 2018). Esta metodología permite mejorar la comunicación, estimular la participación del alumnado; generando actividades más divertidas y entretenidas, y fomentando así la perseverancia. Fruto de ello, la gamificación genera un aprendizaje más significativo, permitiendo una mayor retención en la memoria al ser más atractivo, y una vinculación del alumnado con el contenido y con las tareas en sí. La gamificación permite premiar el esfuerzo y medir el desempeño de cada estudiante a través de las herramientas típicas de los juegos como son los niveles y sistema de puntuación.

Los fundamentos de la gamificación son las dinámicas, las mecánicas y los componentes (Werbach et al., 2012). La dinámica es la estructura implícita del juego. Existen varios tipos de dinámicas, entre las cuales destacan:

- La narrativa del juego, la cual permitirá dar una idea general del reto al participante.
- La progresión del juego mediante la que se marca la evolución, generando la sensación de mejora y avance en el jugador.

- Las restricciones del juego que establecen un entorno limitado para resolver el problema.
- El estatus, donde las personas son reconocidas en función de su desempeño, y las relaciones entre los participantes.
- Las emociones que surgen durante el reto, como la competitividad o la curiosidad.

Las mecánicas son los procesos que permiten el desarrollo de la actividad. Existen varios tipos de mecánicas de juego. Entre ellos están los retos que introducen la dinámica del juego. Por otro lado, existen las oportunidades, competición y colaboración, planteando diferentes formas de comportamiento para los participantes con el fin de superar los retos u obstáculos que permita obtener una recompensa en función al esfuerzo, nivel, riesgo, entre otros.

Los componentes son las implementaciones de las dinámicas y mecánicas: avatares, insignias, puntos, colecciones, rankings, niveles, equipos, entre otros.

En este caso, se emplea la gamificación analógica para entender conceptos abstractos como son los electrones o complejos como son la generación de electricidad. Nuestra gamificación emplea juegos conocidos previamente por los estudiantes como son el *teléfono escacharrado* y *el corro de la patata*. Por otro lado, se crean nuevos juegos como el *role-playing* de las partículas del átomo. Al final de la sesión de aprendizaje, cada participante recibirá una peonza “Tippe-Top” como premio por haber participado en ella (ver figura 3.2). Este juguete se caracteriza por precesar hasta girar sobre el vástago.



**Figura 3.2:** Peonza “Tippe Top” (“Inverting Pop Tops”, s.f.).

### 3.2.2. ABP

La metodología ABP (Bueno y Fitzgerald, 2004) se emplea en el momento de construir el circuito eléctrico. El ABP se basa en la búsqueda de la solución ante un problema planteado a través del conocimiento, la investigación y reflexión.

Las habilidades involucradas en esta metodología son:

- La resolución de problemas.
- La toma de decisiones.
- El trabajo en equipo.

- Las habilidades de comunicación.

Trabajando en pequeños grupos donde el alumnado trabajando de forma autónoma en encontrar la solución, responsabilizándose de su aprendizaje. Finalmente, la evaluación consistirá en el análisis de la resolución del caso práctico planteado y las estrategias y razonamientos que han empleado para llegar a él.



# Capítulo 4

## Fundamentación curricular

En este capítulo se plantea las bases teóricas que sirven como guía en la práctica pedagógica siguiendo la normativa vigente, detallando el diseño curricular llevado a cabo. La SA se concibe como la herramienta vital para que el alumnado adquiera las competencias específicas de las materias involucradas, las competencias clave y los objetivos de etapa (“Decreto 39/2022”, 2022). La fundamentación curricular se particularizará en este capítulo para 3º de ESO de diversificación. Un esquema del planteamiento se ilustra en la figura 4.1. Sin embargo, en este capítulo se demostrará que se trata de una SA que se puede aplicar en diferentes niveles educativos, consultando los contenidos curriculares que en ella se trabajan, así como las competencias clave y el desarrollo de los objetivos de etapa.



**Figura 4.1:** La fundamentación curricular en la que está basada SA se plantea para 3º de ESO de diversificación.

### 4.1. Normativa educativa referente

Para diseñar la SA se parte, en primera instancia, de la normativa vigente, donde se recoge la organización del sistema educativo y vienen prescritos los elementos del currículum que se deben incorporar a la SA:

- DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de

Castilla y León (“Decreto 39/2022”, 2022).

- ORDEN EDU/939/2018, de 31 de agosto, por la que se regula el «Programa 2030» para favorecer la educación inclusiva de calidad mediante la prevención y eliminación de la segregación escolar por razones de vulnerabilidad socio-educativa.
- ORDEN EDU/1152/2010, de 3 de agosto, por la que se regula la respuesta educativa al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo escolarizado en el segundo ciclo de Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Enseñanzas de Educación Especial, en los centros docentes de la Comunidad de Castilla y León.
- ORDEN EDU/1046/2007, de 12 de junio, por la que se regula la implantación y el desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León que establece en su respectivo artículo 13 que la intervención educativa en esta etapas debe facilitar el aprendizaje de todos los alumnos y estará orientada a dar atención individualizada en función de las necesidades educativas concretas del alumnado.

## 4.2. Competencias clave

Las competencias clave determinan el desempeño que se considera imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su formación. Atendiendo a la normativa actual, las competencias clave trabajadas en la SA, por orden de mayor atención y desarrollo, son:

- Competencia en matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; comprendiendo las leyes físicas que rigen el mundo que nos rodea y utilizando la observación y la experimentación. Amén de la aplicación de los conocimientos para satisfacer las necesidades planteadas en un marco de responsabilidad y sostenibilidad.
- Competencia personal, social y de aprender a aprender: mediante la colaboración entre otros de forma constructiva y la gestión de la información para resolver los problemas planteados.
- Competencia en comunicación lingüística: comunicándose eficazmente con otras personas de manera cooperativa, ética y respetuosa, durante las experiencias propuestas.

## 4.3. Objetivos de etapa

Los objetivos de etapa de la ESO, cuya consecución está vinculada a la adquisición de las competencias clave, a los que se contribuyen son:

- Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo, como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas.

- Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- Comprender y expresarse con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana.

## 4.4. Contenidos de la materia

Los contenidos curriculares integran conocimientos, destrezas y actitudes, mediante los cuales se adquieren las competencias específicas. Los contenidos implicados en esta SA se trabajan a lo largo de toda la etapa educativa de la ESO, en diferentes asignaturas:

- En Física y Química:
  - En 2º de la ESO:
    - C. La energía
      - ◊ Formulación de cuestiones e hipótesis sobre la energía, propiedades y manifestaciones que la describan como la causa de todos los procesos de cambio. Identificación de las diferentes formas de energía, su transformación y conservación mediante ejemplos.
      - ◊ Diseño y comprobación experimental de hipótesis relacionadas con el uso doméstico e industrial de la energía en sus distintas formas y las transformaciones entre ellas.
  - En 3º de la ESO:
    - C. La energía
      - ◊ Diseño y comprobación experimental de hipótesis relacionadas con el uso doméstico e industrial de la energía eléctrica. Estimación del coste de la luz de aparatos eléctricos de uso doméstico. Análisis de medidas para reducir el gasto energético.
      - ◊ Naturaleza eléctrica de la materia: electrización de los cuerpos, conductores y aislantes y circuitos eléctricos. Aplicación de la Ley de Ohm a la resolución de circuitos eléctricos sencillos. Obtención de la energía eléctrica: aspectos industriales y máquinas eléctricas. Concienciación sobre la necesidad del ahorro energético y la conservación sostenible del medio ambiente.
    - D. La interacción
      - ◊ Fenómenos gravitatorios, diferenciación de los conceptos de masa y peso. Interpretación de la aceleración de la gravedad. Fenómenos eléctricos y magnéticos: experimentos sencillos que evidencian la relación con las fuerzas de la naturaleza.
  - En 4º de la ESO:
    - C. La energía

- ◊ La energía: formulación y comprobación de hipótesis sobre las distintas formas y aplicaciones de la energía, a partir de sus propiedades y del principio de conservación, como base para la experimentación y la resolución de problemas relacionados con la energía mecánica en situaciones cotidianas.
  - ◊ La energía en nuestro mundo: estimación de la energía consumida en la vida cotidiana mediante la búsqueda de información contrastada, la experimentación y el razonamiento científico, comprendiendo la importancia de la energía en la sociedad, su producción (rendimiento del proceso) y su uso responsable.
- En Tecnología y Digitalización:
    - En 1º de la ESO:
      - A. Proceso de resolución de problemas
        - ◊ Electricidad básica para el montaje de esquemas y circuitos físicos o simulados. Interpretación, cálculo, diseño y aplicación en proyectos.
    - En 3º de la ESO:
      - A. Proceso de resolución de problemas
        - ◊ Electricidad y electrónica básica para el montaje de esquemas y circuitos físicos o simulados. Interpretación, cálculo, diseño y aplicación en proyectos.
  - En Tecnología:
    - En 4º de la ESO:
      - A. Proceso de resolución de problemas. Estrategias y técnicas
        - ◊ Utilización de simbología normalizada en los esquemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos que forma parte de un proyecto.

Por lo tanto, consultando los contenidos curriculares, así como los objetivos de etapa y las competencias clave queda patente que se trata de una SA versátil que podemos aplicar en diferentes niveles educativos. En este caso se plantea una fundamentación curricular completa para 3º de ESO de diversificación, trabajando desde el ámbito científico-tecnológico donde se encuentra la asignatura de Física y Química, y el ámbito práctico a la que pertenece Tecnología y Digitalización según la normativa LOMLOE en el término de Castilla y León.

## 4.5. Competencias específicas

En esta sección se analizan las competencias específicas de las materias de Física y Química y de Tecnología y Digitalización, puesto que se abordarán a partir de los saberes que se trabajan en la SA.

- En Física y Química las competencias involucradas son:

- 1. Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.
  - 2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.
  - 5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.
- En Tecnología y Digitalización la competencia específica implementada es:
    - 2. Abordar problemas tecnológicos con autonomía y actitud creativa, aplicando conocimientos interdisciplinares, trabajando de forma cooperativa y colaborativa, difundiendo documentalmente la información técnica, para diseñar y planificar soluciones a un problema o necesidad de forma descriptiva, eficaz, innovadora y sostenible.

## 4.6. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación son una herramienta de diagnóstico que concretiza el desarrollo competencial del alumnado. A través del grado de consecución de los criterios se evalúa la adquisición de las competencias específicas.

- En Física y Química los criterios de evaluación empleados son:
  - 1.1 Identificar y comprender los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes (textos, representaciones esquemáticas, tablas, gráficas, aplicaciones informáticas) y medios de comunicación. (CCL1, STEM2, CD1)
  - 2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental, simulaciones informáticas y el razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental. (CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA4, CCEC3)
  - 5.1 Establecer interacciones constructivas y coeducativas, iniciando actividades de cooperación como forma de explorar un medio de trabajo eficiente en la ciencia. (CCL5, CP3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2)
- En Tecnología y Digitalización se emplea el siguiente criterio de evaluación:

- 2.1 Idear, crear y diseñar soluciones originales y eficaces a problemas definidos, aplicando conceptos, técnicas y procedimientos interdisciplinarios contrastando con modelos de solución previos, así como criterios de sostenibilidad, con actitud emprendedora, perseverante y creativa. (CCL1, CCL3, STEM1, STEM3, CD3, CPSAA3, CPSAA5, CC1, CE1, CE3)

## 4.7. Descriptores del Perfil de Salida

Tanto Física y Química como Tecnología y Digitalización contribuyen transversalmente a la consecución del perfil de salida al acabar la ESO. Los descriptores del perfil de salida que contribuyen al perfil de salida en esta SA son:

- STEM1. Utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea diferentes estrategias para resolver problemas analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.
- STEM2. Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar los fenómenos que ocurren a su alrededor, confiando en el conocimiento como motor de desarrollo, planteándose preguntas y comprobando hipótesis mediante la experimentación y la indagación, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, apreciando la importancia de la precisión y la veracidad y mostrando una actitud crítica acerca del alcance y las limitaciones de la ciencia.
- CPSAA3. Comprende proactivamente las perspectivas y las experiencias de las demás personas y las incorpora a su aprendizaje, para participar en el trabajo en grupo, distribuyendo y aceptando tareas y responsabilidades de manera equitativa y empleando estrategias cooperativas.
- CCL1. Se expresa de forma oral, escrita, signada o multimodal con coherencia, corrección y adecuación a los diferentes contextos sociales, y participa en interacciones comunicativas con actitud cooperativa y respetuosa tanto para intercambiar información, crear conocimiento y transmitir opiniones, como para construir vínculos personales.

# Capítulo 5

## Desarrollo de la SA

En este capítulo se desglosa el desarrollo de la SA. Los experimentos y actividades han sido propuestas consultando diferentes recursos pedagógicos (Maíllo et al., 2019; Roca y Stötter, 2004), con el fin de enriquecer la experiencia y permitiendo al alumnado descubrir, reforzar y profundizar en los contenidos teóricos.

En las sesiones los alumnos visualizarán y realizarán varios experimentos, juegos y un montaje eléctrico con la finalidad de lograr un aprendizaje significativo sobre varios contenidos que conforman el currículo de Física y Química, así como sobre algunas cuestiones de la asignatura de Tecnología y Digitalización. De este modo, se concibe la SA como una sesión carácter multidisciplinar.

En ella el alumnado aprenderá de qué está formada la materia, cómo se genera y transporta la electricidad y cómo se construye un circuito, identificando las partes que lo forman. La SA tiene una duración estimada de dos horas y está ideada para realizarse en una única sesión por grupo.

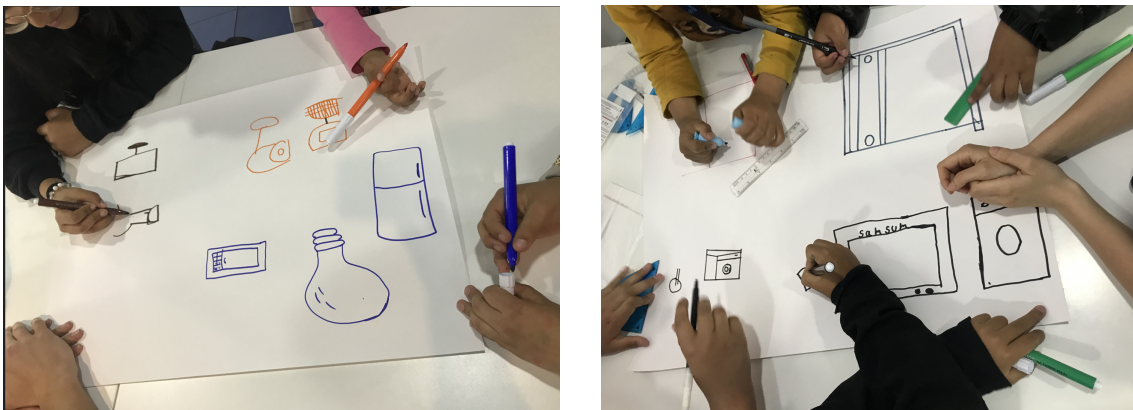
Esta SA ha sido llevada a la práctica con dos grupos de Aviva, en diversas aulas de la Facultad de Ciencias y de Ciencias Químicas, así como un conjunto de niños que asisten habitualmente a clases de apoyo del Comedor de los Pobres. A lo largo de este capítulo, se adjuntan una serie de fotografías como testimonio visual, capturando momentos vividos por los participantes durante las sesiones, con uso autorizado por José Luis Montes, monitor de la Fundación Aviva y Araceli Queiruga Dios, coordinadora de la sesión en el Comedor de los Pobres.

Previamente al desarrollo de la SA, tuvo lugar una reunión con dos monitores de Aviva: José Santos y José Luis Montes, para valorar la propuesta inicial y debatir nuevos enfoques. Asimismo, en la cita, se conversó sobre algunas características del grupo que no se habían tenido en cuenta, como el diseño de las tarjetas identificativas de los elementos del circuito (ver figura 5.15), donde es necesario incluir tanto el nombre del objeto como una fotografía del mismo. Incluyendo la fotografía, el alumnado que no sabe leer podrá reconocer el objeto. Además, nos asesoran en tener especial cuidado a la hora de introducir conceptos abstractos, porque son difíciles de entender, recomendándonos hacerlo lo más sencillo y aplicable a la vida cotidiana posible.

## 5.1. Rodeados de electricidad

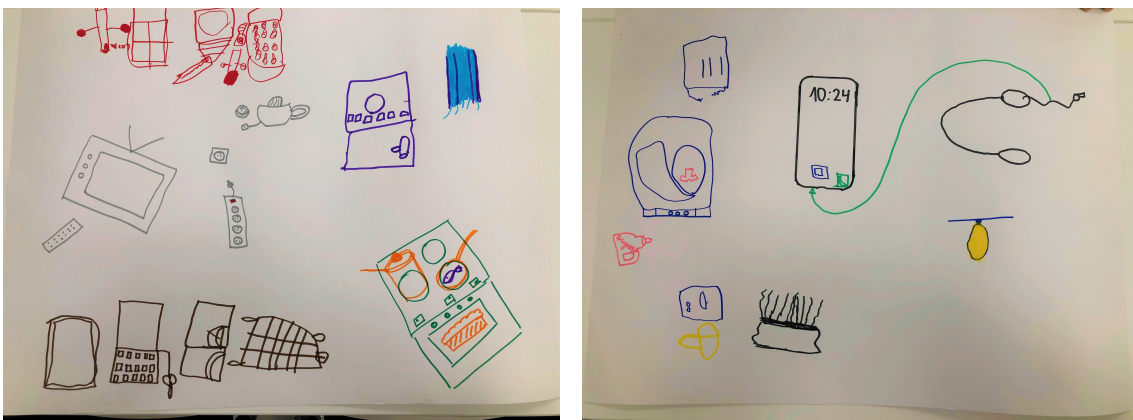
La primera actividad está enfocada captar el interés y activar los conocimientos previos del alumnado, reflexionando y siendo consciente de la multitud de usos de la electricidad en nuestro día a día, así como para medir su capacidad de atención y de memoria.

En gran grupo responden a la siguiente pregunta: “¿Qué os gusta hacer en vuestro tiempo libre?”. Esta pregunta sirve para introducir el tema de la electricidad, pues algunas de sus aficiones requieren su uso, entre ellas se nombró: jugar a videojuegos, escuchar música en el móvil, ver películas y series, navegar por internet, etc. A continuación, se describen otra serie de fenómenos relacionados como son los rayos producidos durante una tormenta o los electrodomésticos que se emplean habitualmente para ser conscientes de la cantidad de ocasiones en las que se utiliza la electricidad. Por último, se propone una lluvia de ideas; dibujando, por grupos, objetos donde esté presente la electricidad.



**Figura 5.1:** Alumnos realizan dibujos sobre objetos que estén relacionados con la electricidad.

Utilizando rotuladores y cartulinas, el alumnado pinta multitud de objetos como son: lavadoras, microondas, televisiones, neveras, una estufa, una tostadora, una Alexa o un Chromebook, entre otros (Fig. 5.1 y 5.2).



**Figura 5.2:** Dibujos elaborados por los alumnos durante la primera sesión.

Finalmente, el alumnado presenta al resto de grupos el mural que han elaborado (Fig. 5.3), practicando sus habilidades de comunicación oral y la síntesis de información. La actividad pone de manifiesto sus habilidades motrices, creatividad



y expresión artística, y transcurre en un periodo de 20 minutos, dependiendo de la cantidad y detalle de las figuras retratadas.



**Figura 5.3:** Alumno explica los dibujos realizados por su grupo.

## 5.2. Los ladrillos de la materia

La siguiente propuesta surge con el objetivo de conocer la existencia de los electrones, ya que la electricidad la introducirá más adelante como el flujo de electrones, por lo tanto, es necesario conocer dicha partícula. Esta actividad pretende instruir al alumnado sobre las partículas que constituyen el núcleo del átomo y su comportamiento. Durante la actividad se ejecuta un *role-playing*, donde se interpreta las partículas que forman un átomo, para entender su comportamiento basándose en el modelo atómico de Bohr. El átomo está compuesto por tres tipos de partículas:

- Protón: Partícula con carga positiva localizada en el núcleo atómico.
- Neutrón: Partícula sin carga que se encuentra en el núcleo.
- Electrón: Partícula con carga negativa que orbita en torno al núcleo.

Para representar cada una de las partículas se hace uso de collares identificativos (ver figura 5.4). En el centro de la clase se colocarán las personas que han sido designados protones y neutrones, permaneciendo juntos el tiempo que dure la actuación, mientras las personas que simulan ser electrones dan vueltas alrededor de ellos individualmente. Después, se repite el juego cambiando el rol de los jugadores, para experimentar los diferentes tipos de partícula dentro del átomo. Por ende, tendrían lugar como mínimo tres interpretaciones, teniendo una duración global de 15 minutos.



**Figura 5.4:** Collares con los tres tipos de partículas que conforman el átomo.

### 5.3. Repulsión y atracción

Los experimentos que se tratan a continuación surgen para demostrar al alumnado que las partículas que antes se han representado efectivamente existen y se puede observar su comportamiento a través de experimentos sobre fenómenos eléctricos. Dichos experimentos estarán basados en la repulsión, que surge cuando dos objetos o partículas con cargas eléctricas del mismo signo, y la atracción, originada entre dos objetos o partículas cargadas eléctricamente distintas. La repulsión y atracción electrostática están presentes en la vida cotidiana, por ejemplo, cuando se produce un calambre al tocar un objeto o en el funcionamiento de las pantallas táctiles de dispositivos electrónicos.

#### 5.3.1. Los autos locos

Se utilizan dos coches de juguete con imanes de diferente polaridad (ver figura 5.5) como símil para explicar el comportamiento de las partículas de igual y contrario signo. Encima de cada imán se coloca una etiqueta identificativa con el tipo de partícula, a la que correspondería, de tal manera que se verifique que las partículas de signo contrario se atraen mientras las de igual signo se repelen.



**Figura 5.5:** A la izquierda, alumno experimenta la atracción y repulsión que sufren los coches con imanes en los extremos, dependiendo de la posición. A la derecha, detalle de los coches (se puede observar que llevan una pegatina con el símbolo del electrón en el imán).

Después de explicar el principio físico, los alumnos juegan tratando de juntar los imanes, enfrentando los polos de igual signo para comprobar que se separan cuando se deja de sujetarlos. Mientras que cuando se enfrentan los polos de los imanes de signo contrario, permanecen juntos y se desplazan unidos, una vez que se han puesto en contacto. Esta experiencia se ilustra en la figura 5.5. La duración puede oscilar entre los 5 y 10 minutos.

### 5.3.2. Cintas amigas o enemigas

El siguiente experimento permite mostrar cualitativamente la atracción y repulsión entre cintas adhesivas debido a las cargas eléctricas. Para la realización experimental se elige a cuatro voluntarios. Se colocan dos de las cintas adhesivas formando dos líneas paralelas de 20 centímetros de longitud y sobre cada una de ellas se coloca otra cinta adhesiva. Se despegan las cintas y cada voluntario sostiene una de ellas, que tiene una carga positiva o negativa dependiendo del proceso en el que haya estado involucrada.

El alumnado constata cómo al acercar las cintas se atraen entre ellas dos a dos y, si se combinan, se repelen entre ellas dos a dos. Se trabaja en gran grupo y la duración estimada es de 10 minutos. La ficha del experimento se adjunta en el apéndice A, donde se recoge tanto el montaje experimental, como los materiales, resultados esperados y el fundamento científico. La figura 5.6 ilustra el experimento acometido por los voluntarios durante la tercera sesión.



**Figura 5.6:** Un grupo de alumnos experimenta la repulsión electrostática entre dos cintas adhesivas.

Una alternativa al planteamiento de esta práctica es elaborar el experimento por grupos, trabajando en equipo, una vez han observado cómo se hace. Fomentando la coordinación y cooperación entre los integrantes de cada agrupación.

### 5.3.3. Anillo volador

Este experimento permite observar la repulsión electrostática entre cargas de igual signo a través de la electrización por frotamiento, con lo cual el anillo levita encima del globo, como muestra la figura 5.7. Para ello, se frota un globo hinchado y un trozo de plástico en forma de anillo con un trapo de lana. Primero, los educadores demuestran los pasos que hay que seguir para la consecución del objetivo. Después, los alumnos se dirigen al centro del aula, donde previamente tuvo lugar la representación del átomo 5.2, y por parejas tratan de hacer levitar el anillo, manteniendo el equilibrio. En caso de que sea necesario, disponen de la ayuda de los monitores.



**Figura 5.7:** Experiencia de repulsión electrostática entre un globo y una cinta de plástico, que previamente se han frotado, por ejemplo, con piel.

La guía del experimento se adjunta en el apéndice A, donde se especifica que su

duración es de 5 minutos, aunque el tiempo se puede incrementar si es la primera vez que se realiza o el porcentaje de humedad relativa es elevada.

## 5.4. ¿Cómo se genera la electricidad?

En este apartado el alumnado aprende que se pueden aprovechar los recursos naturales que disponibles para generar energía eléctrica a través de la transformación de otro tipo de energía, por ejemplo: química, térmica, nuclear, solar, eólica. Siendo estas últimas las que se amplían en una serie de propuestas.

### 5.4.1. Central eléctrica casera

El objetivo de la experiencia es entender el principio fundamental para generar corriente eléctrica. Para este experimento se utiliza un dispositivo de autoinducción magnética que aparece en la figura 5.8. Este está formado por un tubo de PVC, que tiene en el centro una serie de espiras de hilo de cobre conectadas a dos LED. En el interior hay 4 imanes de neodimio y está cerrado en los extremos por dos tapones de corcho.

A la hora de realizar la actividad se desplaza el imán por el interior del tubo de PVC. En el centro hay una bobina de cobre, en la cual la acción de un campo magnético variable puede generar una corriente eléctrica consiguiendo iluminar los LEDs del dispositivo. Este fenómeno se denomina inducción magnética y viene descrito por la Ley de Faraday. Para una mayor comprensión del experimento se adjunta la ficha del mismo en el apéndice A. Dependiendo del número de participantes se necesitarán entre 5 y 10 minutos para llevarla a cabo. Este experimento demuestra que es necesario servirse del movimiento para generar electricidad. El desplazamiento puede originarse gracias al viento, o de otros modos, como se evidenciará en las consecutivas subsecciones.



**Figura 5.8:** Juguete de autoinducción eléctrica que consta de un tubo de PVC, que tiene en el centro una serie de espiras de hilo de cobre conectadas a dos LEDs. En el interior del tubo hay 4 imanes de neodimio y está cerrado por los extremos con dos tapones de corcho.

Por turnos, el alumnado desplaza el imán por el interior del tubo de PVC como muestra la figura 5.8. Después de conseguirlo, cede el juguete al compañero de al lado. Se repite de manera sucesiva hasta que lo consigan todos los miembros.



### 5.4.2. Aprovechando la energía del viento

Reproducimos el proceso que ocurre en los molinos de viento a través de un juguete eólico (ver figura 5.9), el cual ilumina un LED cuando se dispone de una corriente de aire lo suficientemente rápida. Se precisará de un secador o ventilador portátil que se enfoca hacia las aspas del molino, haciéndolas girar con una velocidad capaz de encender el LED. La ficha del experimento se encuentra adjunta en el apéndice A. El tiempo estimado como mínimo para la actividad es de 5 minutos, siendo posible incrementarlo dependiendo del uso que se haga del material.



**Figura 5.9:** Juguete eólico (“Windmill Generator Kit de Green Science”, s.f.), el cual ilumina un LED cuando se dispone de una corriente de aire lo suficientemente rápida, como puede ser el aire de un secador (derecha).

En esta actividad en gran grupo, el profesorado expone el procedimiento a los estudiantes. A continuación, los alumnos se levantan, tomando la iniciativa, y realizan la demostración experimental por ellos mismos (ver figura 5.9).

La demostración inicial sirve como el punto de partida para explicar el proceso de aprovechamiento fuerza del viento para generar, de forma limpia y renovable, energía eléctrica, transformando la energía eólica en electricidad. Haciendo patente que este es el fundamento de los aerogeneradores, que los participantes habrán visto posiblemente cuando viajan por carretera.

### 5.4.3. Aprovechando la luz solar

El alumnado aprende que el Sol es una fuente inagotable de energía limpia y renovable. En este caso se emplea la energía del Sol para generar electricidad que permite alimentar dos juguetes. Los juguetes están equipados con placas fotovoltaicas (ver figura 5.10). La ficha del experimento se adjunta en el apéndice A. El lapso de tiempo estimado para esta propuesta es de 15 minutos.



**Figura 5.10:** Juguetes solares equipados con placas fotovoltaicas, de modo que al incidir directamente el sol se ponen en movimiento. A la izquierda, “robot” solar de juguete (“Kit solar 6 in 1 de Edu Toys.” 2021). A la derecha, “avión” solar de juguete (“Kit solar 6 in 1 de Science4you.” 2021).

En esta ocasión, se necesita radiación solar directa para que los juguetes funcionen. Para llevar a cabo esta idea, se trasladan los participantes a la calle, como refleja la figura 5.11, donde en gran grupo, forman un círculo y se sitúan los juguetes en el centro, procurando que reciban radiación solar para observar cómo comienzan los juguetes a moverse. Los alumnos pueden generar sombras sobre las placas solares, verificando que los dispositivos dejan de funcionar en ese momento.



**Figura 5.11:** Los participantes observan el comportamiento de los juguetes solares.

#### 5.4.4. ¡Dale a la manivela!

La siguiente parte está diseñada con el propósito de reforzar la comprensión acerca de las transformaciones de energía. En este caso, la fuente de energía son los propios participantes, donde a través del movimiento del brazo se genera electricidad. En la práctica se dispone del juguete “Dynamo Torch” de Green Science (ver figura 5.12). El fundamento teórico, así como la realización experimental y materiales, aparecen recogidos en el apéndice A. La duración estimada de esta actividad es de 5 a 10 minutos, dependiendo del tamaño del grupo.



**Figura 5.12:** “Dynamo Torch” es una dinamo, de modo que al girar la manivela se enciende el LED verde del juguete (“Dynamo Torch de Green Science.” s.f.).

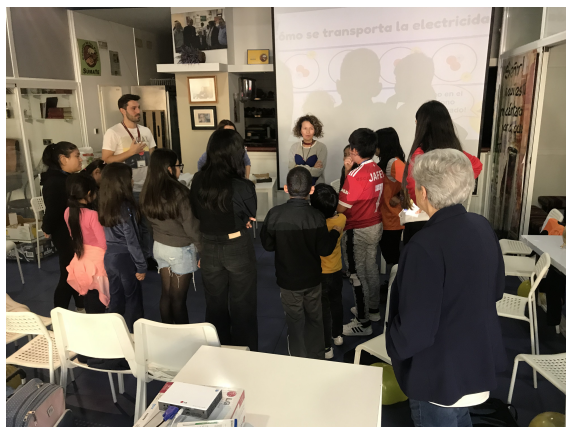
De manera individual, el alumnado comprueba cómo al girar la manivela se enciende el LED verde del juguete. A continuación, el alumnado que haya acometido el ejercicio transfiere el juguete al compañero que se encuentra adyacente, que procederá de manera análoga. De manera sucesiva, cada uno de ellos experimenta.

## 5.5. ¿Cómo se transporta la electricidad?

La siguiente parte de la SA consiste en pensar cómo se transporta la electricidad desde la central eléctrica hasta allí donde sea necesaria, una vez ha sido generada. Para ello se hace imprescindible entender el comportamiento de los electrones, partícula que previamente se ha presentado, debido a que son las partículas que constituyen la corriente eléctrica. Entendiendo esta como el flujo de electrones que tiene lugar a través de un material conductor.

### 5.5.1. Teléfono escacharrado

Para entender el flujo de electrones a través de un cable se juega al teléfono escacharrado, donde se transmite un mensaje de una persona a otra de la cadena.



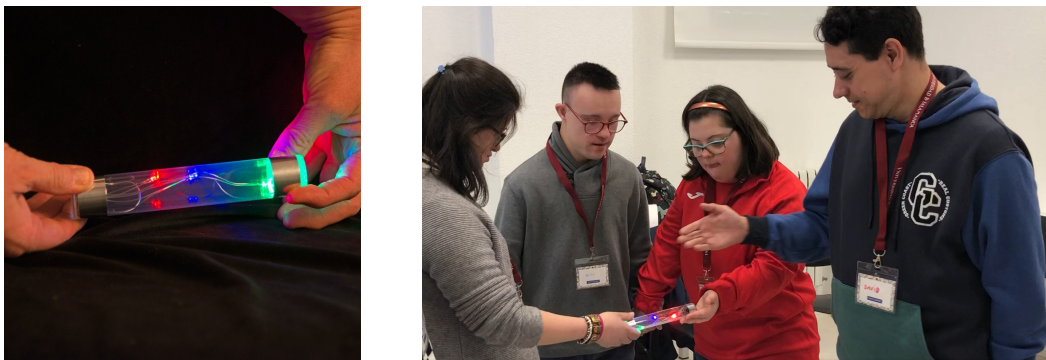
**Figura 5.13:** La clase juega al teléfono escacharrado.



El alumnado se encuentra de pie formando un círculo como ilustra la figura 5.13. La mecánica del juego consiste en que la primera persona dice un mensaje al oído de su compañero de al lado. Este a su vez lo repite al oído del siguiente participante. Y así sucesivamente hasta el último jugador. Al final se compara el mensaje original con el mensaje final para ver cómo ha cambiado. Esta actividad es un símil del flujo de electrones a través de un conductor, donde se puede pensar que los participantes forman parte del material y el electrón es el mensaje, siendo necesario que pase por todos para lograr llegar a su destino.

### 5.5.2. El corro de la patata

La propuesta planteada en este apartado se introduce con el objetivo de pensar: *¿qué pasaría si en algún punto del circuito se bloquease el paso de los electrones?* Para ello se utiliza un cilindro de plástico con electrodos en sus extremos conocido como “Energy Stick”, que tiene un circuito altamente sensible que detecta cantidades muy pequeñas de electricidad que circulan por el cuerpo y las transforma en sonido y luces de colores (“Energy Stick”, s.f.). Esto permite comprobar la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica.



**Figura 5.14:** El “Energy Stick” se enciende, pues los miembros del grupo están unidos entre ellos, cerrando el circuito (“Energy Stick”, s.f.).

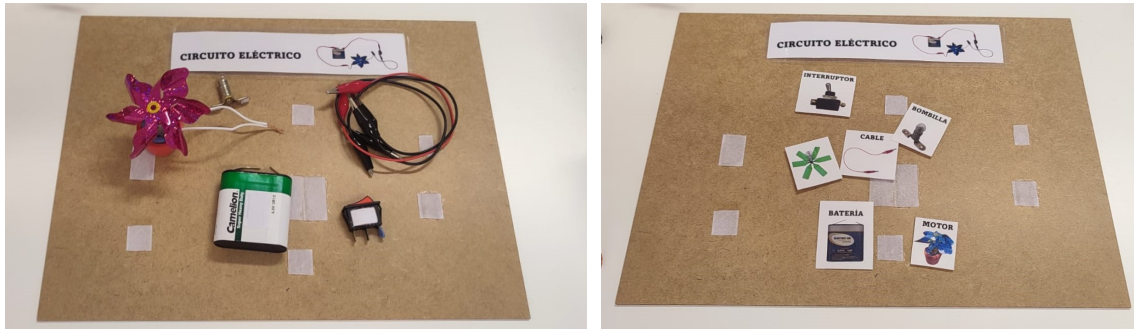
Este juguete permite detectar el flujo de electrones que circula a través del cuerpo humano, ya que la piel contiene agua y sales minerales que permiten su movilidad. En gran grupo se forma un corro y se unen las manos, activando el “Energy Stick” (ver figura 5.14). A continuación, el alumnado suelta las manos en algunos puntos de la “cadena” que se ha formado, con lo cual el “Energy Stick” no se ilumina. Únicamente cuando el circuito está cerrado, el “Energy Stick” emite luces de colores y sonido.

Nótese como en la experiencia del *teléfono escacharrado* (ver subsección 5.5.1) no es necesario que los alumnos formen un círculo, podrían colocarse en línea recta. Esto permite ilustrar el flujo de electrones a través de un material. Mientras, en *el corro de la patata* es imprescindible que el primer y último participante, así como el resto, estén unidos entre ellos, siendo un fiel reflejo de la dinámica de un circuito eléctrico. Por otro lado, se podría pensar que las manos funcionan como un interruptor, abriendo y cerrando el circuito a nuestro antojo.

## 5.6. ¡Manos a la obra!

La última experiencia consiste en montar un circuito eléctrico con el objetivo de poner en práctica el conocimiento adquirido y observando una aplicación práctica de la electricidad.

Los estudiantes montan su propio circuito utilizando los siguientes elementos: interruptor, cables, motor, bombilla y batería. Además, se dispone de tarjetas identificativas con el nombre y una fotografía del objeto para reconocer los elementos que forman un circuito, como refleja la figura 5.15.



**Figura 5.15:** Material de la actividad *¡Manos a la obra!*. A la izquierda, elementos que conforman el circuito: interruptor, cables, motor, bombilla y batería. A la derecha, tarjetas identificativas con el nombre y una fotografía de los elementos.

Inicialmente, se realiza una demostración experimental de la construcción del circuito. Acto seguido, se suministran los materiales necesarios, descritos más arriba, para montar su propio circuito, logrando encender una bombilla y accionar un motor. En la figura 5.16 se puede observar como el alumnado aplica sus conocimientos teóricos y habilidades prácticas para ensamblar el circuito.



**Figura 5.16:** En grupos el alumnado conecta los componentes del circuito.

Durante la actividad colaboran y debaten sobre cuál es el siguiente paso que deben seguir o posibles errores que han cometido para explicar por qué el circuito no funciona.

## 5.7. Difusión o comunicación del resultado

Las experiencias se encuentran recogidas y documentadas la página web de Aviva, (“¿Qué hay detrás de un enchufe?”, 2023; “Electrizante tarde en la facultad de física”, 2023), así como en su Instagram (“Aviva Salamanca Instagram”, 2023) y Twitter (“Twitter Aviva”, 2023), haciendo que la información sobre estas vivencias esté al alcance del público general. En la entrada de la página web se pone de manifiesto que la experiencia ha resultado satisfactoria para ellos, disfrutando de los experimentos y juegos realizados. Esta retroalimentación es importante, ya que remarca puntos fuertes y débiles de la experiencia, así como buscar posibles mejoras de cara a nuevas sesiones. En el futuro próximo, esta experiencia formará parte de una contribución en las Jornadas de Aprendizaje Servicio que tendrán lugar el 27 de junio en la Universidad de Salamanca, incrementando la repercusión del proyecto.

Esta difusión permite aumentar la visibilidad de nuestro trabajo en los medios sociales, generando un mayor el impacto en la sociedad, pues esta iniciativa podría servir para motivar a otros estudiantes como base para nuevos proyectos de la metodología ApS orientada a personas con discapacidad o servir de inspiración para explorar nuevas posibilidades.

# Capítulo 6

## Evaluación

En este capítulo se detalla el proceso de evaluación de la SA. Permitiendo obtener una visión clara y objetiva del resultado del trabajo. Proporcionando una base sólida sobre la que tomar decisiones o proponer mejoras en el futuro. Para analizar en profundidad la SA se tiene en cuenta tanto las técnicas e instrumentos de evaluación, como el momento y los agentes evaluadores que la han llevado a cabo. Por último, se realiza una valoración individual de cada una de las sesiones experimentadas, considerando las características particulares de cada grupo.

### 6.1. Técnicas e instrumentos de evaluación

Se evalúa tanto la adquisición de contenidos conceptuales como procedimentales a través de una plantilla que se adjunta en el apéndice D. Se valora la adquisición de competencias de forma coherente con la metodología aplicada durante la SA.

Se emplean dos tipos de evaluación:

- Diagnóstica, al principio de la actividad, para comprender el conocimiento previo del alumnado a través de la interacción con ellos y de preguntas abiertas. De igual manera, sirve de orientación acerca de la predisposición del alumnado y su motivación inicial.
- Formativa, en la que se valora el rendimiento del estudiante durante la SA. No tiene una calificación asociada, sirviendo para verificar la eficacia de la SA y sus puntos de mejora. Se recopilarán los resultados obtenidos y el juicio de los monitores que participen en las actividades sobre los objetivos alcanzados respecto a los propuestos, permitiendo analizar diferencias individuales.

### 6.2. Momentos y agentes evaluadores

La evaluación será ejecutada por parte de los organizadores de la actividad durante las sesiones que han tenido lugar. En ellas se evalúa si cada uno de los alumnos cumplen los criterios que se han establecido.

### 6.3. Valoración de la SA

En esta sección se reflexiona de forma autocrítica sobre la SA planteada después de cada una de las sesiones, buscando puntos débiles o posibilidades de mejora,

a través de los comentarios recibidos o sensaciones personales.

### 6.3.1. Primera sesión: 24 de marzo

El grupo estaba formado por 5 jóvenes de “Así quiero mi vida”, programa de la Fundación Aviva. Se adjunta una fotografía del grupo después de haber realizado la sesión en la figura 6.1.

Durante la experiencia el alumnado era muy participativo, por lo que se deduce que la experiencia les gustó y se sintieron cómodos en todo momento con las actividades propuestas y se mostraron comprometidos e interesados por la actividad.

Por otro lado, se usaron diferentes metodologías de enseñanza con el fin de atender las necesidades de los estudiantes y enriquecer el proceso: gamificación y ABP. Se diseñó la actividad pensando en el grupo y sus características.

Se pusieron en práctica evaluaciones adecuadas para medir el progreso y el logro de los estudiantes, a partir de las cuales se constata que se han cumplido los objetivos propuestos para la SA.

La retroalimentación recibida por parte de los monitores del grupo ha sido muy positiva, explicándonos que al grupo le han entusiasmado los experimentos y han disfrutado de la experiencia. Asimismo, el monitor José Santos nos felicitó, pues las explicaciones han sido claras, lo cual era complicado, ya que se abordan algunos conceptos abstractos como son entender lo que es un electrón y su comportamiento.



**Figura 6.1:** Participantes de la primera sesión pertenecientes a la Fundación Aviva.

Dentro de las dificultades que se han encontrado está la simplificación de conceptos complejos y la elaboración del material. Además, existía una forma alternativa al anillo de levitación que era una estrella de muchas puntas, sin embargo, este montaje funciona mejor. Para las próximas sesiones que tuvieron lugar se opta por eliminarlo y aumentar el número de anillos de levitación. Por otro lado, a la hora montar el circuito se presentó la siguiente dificultad: las pinzas de los cables estaban muy duras y era complicado conectarlas, debido a que se necesitaba una psicomotricidad



fina. Este problema se solventó utilizando la ayuda de los monitores, siendo en todo momento el alumno el que decidían donde iban los cables.

### 6.3.2. Segunda sesión: 16 de mayo

El grupo estaba formado por 11 niños de edades variadas, entre los 7 y los 12 años. Se anexa en la figura 6.2 una fotografía del grupo después de la sesión.

Analizando las particularidades de este grupo, queda patente que algunos de ellos son niños de edad avanzada, por lo que algunos conceptos eran conocidos por ellos, como la composición de los átomos y el funcionamiento de los coches de juguete a través de imanes. Estos pueden desempeñar un papel de mentores para los más pequeños, lo que permite fortalecer su comprensión y aplicar un trabajo colaborativo.

En general el grupo se mostró interesado por la SA y su participación era muy alta, queriendo ser voluntarios en todos los experimentos.

Esta sesión tuvo lugar en el Comedor de los Pobres. Tanto la metodología como las actividades propuestas fueron análogas a las de la sesión anterior, a excepción de los juguetes solares que se introdujeron por primera vez.

Entre las dificultades que se han presentado está la diferencia de nivel académico entre los miembros, debido a la amplia gama de edades presentes. Siendo también variable su nivel de atención. A su vez, el sistema de conexión mediante pinzas les resultaba complicado a algunos de ellos. Por otro lado, al tratarse del prácticamente doble de participantes fue necesario elaborar más collares, anillos de levitación y circuitos, manteniéndose constante el número de alumnos por material en cada una de las actividades.



**Figura 6.2:** Parte del alumnado de la segunda sesión perteneciente al Comedor de los Pobres.

### 6.3.3. Tercera sesión: 24 de mayo

El grupo de “Cien Pies” asistió a la tercera sesión. Estaba formado por 15 alumnos y varios monitores. En la figura 6.2 se incluye una fotografía del grupo en esta

sesión.

Esta sesión tuvo lugar por la tarde en el aula de Grados de la Facultad de Ciencias. Se mantiene la metodología, materiales y experiencias realizadas en sesiones previas. Como novedad, en esta sesión se incluye el experimento de las cintas adhesivas “amigas o enemigas”. Por añadidura, se emplean unos cables con pinzas diferentes, que permiten al alumnado trabajar de forma autónoma con éxito.

La mayor dificultad presentada ha sido el elevado número de alumnos, con lo cual era difícil prestar el mismo grado de atención a cada uno de ellos. Otro problema fue el clima, pues no se pudieron emplear los experimentos solares por culpa de la lluvia. En este caso, parte del grupo necesitaba irse a la hora fijada, por lo que el tiempo para los experimentos era más ajustado.



**Figura 6.3:** Alumnado, profesorado y monitores de la tercera sesión realizada con la Fundación Aviva.

# 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 “¿Qué hay detrás del enchufe?”, dirigida al alumnado de 3º de la ESO y que contempla el currículo de la asignatura de Física y Química, así como aspectos referentes a la asignatura de Tecnología.
- Durante las sesiones, los estudiantes visualizan experiencias relacionadas con diversos fenómenos físicos. Primando un aprendizaje vivencial donde realizan los experimentos, juegos y elaboran un circuito eléctrico aplicando los contenidos vistos con anterioridad.
- En la SA se ha observado que no hay una sola manera de captar el interés de todos los alumnos, ya que mientras a algunos les motiva lo novedoso, hay otras personas que prefieren las rutinas para evitar la incertidumbre.
- La forma en la que un alumno percibe y comprende la información es variable, bien sea por su competencia curricular, aptitud intelectual y lingüística, los procesos cognitivos llevados a cabo, entre otros aspectos. Por ello, es importante que los docentes faciliten opciones para acceder a la información en aras de lograr un aprendizaje eficaz.
- Así mismo, es necesario tener en cuenta las habilidades y diferencias del alumnado en aras de realizar una evaluación estratégica.
- Se espera que la experiencia haya despertado el interés por la ciencia y que conozcan el uso de las fuentes de energía renovables como fuente de energía alternativa. Así como, haber creado un entorno que inspirara confianza, motivación y autoestima en los estudiantes, que les impulse a seguir aprendiendo en el futuro.
- Para el desarrollo de esta actividad ha sido fundamental escuchar y considerar las opiniones y experiencias de los propios estudiantes, así como de los monitores y otros profesionales involucrados en su educación. Creando una SA con estrategias de enseñanza innovadoras y adecuadas para sus estilos de aprendizaje y necesidades específicas.



- La SA ha permitido comprender con mayor profundidad las necesidades y perspectivas de las personas con discapacidad, así como teniendo en cuenta las distintas formas de pensar que existen, valorando la diversidad, pues cada persona tiene fortalezas y desafíos únicos.
- Este trabajo refuerza la importancia de la inclusión en todos los aspectos de la sociedad, porque esta va más allá de la accesibilidad física, siendo necesario garantizar que todas las personas tengan igualdad de oportunidades y sean valoradas en su diversidad.

# Capítulo 8

## Conclusions

This chapter contains the most important conclusions drawn from this Master's Thesis.

- An educational proposal “What’s behind the plug?” has been developed, aimed at students in the 3rd year of ESO and which includes the curriculum of the subject of Physics and Chemistry, as well as aspects related to the subject of Technology.
- During the sessions, students visualize experiences related to various physical phenomena. Giving priority to experiential learning where students carry out experiments, games and circuits.
- In SA it has been observed that there is no single way to capture the interest of all students, since while some are motivated by novelty, there are other people who prefer routines to avoid uncertainty.
- The way in which a student perceives and understands information is variable, either due to their curricular competence, intellectual and linguistic aptitude, the cognitive processes carried out, among other aspects. Therefore, it is important that teachers provide options to access information in order to achieve effective learning.
- Likewise, it is necessary to take into account the abilities and differences of the students in order to carry out a strategic evaluation.
- It is hoped that the experience has awakened their interest in science and that they learn about the use of renewable energy sources as an alternative energy source. As well as having created an environment that inspires confidence, motivation and self-esteem in students, which encourages them to continue learning in the future.
- For the development of this activity, it has been essential to listen to and consider the opinions and experiences of the students themselves, as well as those of the monitors and other professionals involved in their education. Creating an SA with innovative teaching strategies suitable for their learning styles and specific needs.
- The SA has allowed us to understand in greater depth the needs and perspectives of people with disabilities, as well as taking into account the different

ways of thinking that exist, valuing diversity, since each person has unique strengths and challenges.

- This work reinforces the importance of inclusion in all aspects of society, because it goes beyond physical accessibility, making it necessary to guarantee that all people have equal opportunities and are valued in their diversity.

# Agradecimientos

Esta actividad de ApS ha sido apoyada y financiada por el proyecto Europeo:

“GIRLS – Generación para la innovación, resiliencia, liderazgo y sostenibilidad  
¡Que empiece el juego!”.



# Bibliografía

- ¿Qué hay detrás de un enchufe? (2023). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://www.avivasalamanca.org/2023/03/24/que-hay-detras-de-un-enchufe/>
- 100 buenas prácticas de Aprendizaje-Servicio: Inventario de experiencias educativas con finalidad social. (2020). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/100-buenas-practicas-aprendizaje-servicio.aspx>
- Aviva Salamanca. (2023). Consultado el 28 de mayo de 2023, desde <https://www.avivasalamanca.org/>
- Aviva Salamanca Instagram: ¿Qué hay detrás de un enchufe? (2023). Consultado el 21 de mayo de 2023, desde <https://www.instagram.com/p/CqNXHZFssR6/>
- Barroso-López, I., Sánchez-Barbero, B., & Cáceres, M. J. (2022). *Una experiencia de Aprendizaje - Servicio para trabajar matemáticas con adultos con discapacidad intelectual*.
- Bueno, P. M., & Fitzgerald, V. L. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157.
- Centro Latinoamericano de Aprendizaje y Servicio. (2021). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://clayss.org/es/quienes-somos>
- Decreto 39/2022: por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Publicado en el BOCyL nº 190 a 30-09-2022. (2022). <https://www.educacion.jcyl.es/es/informacion/normativa-educacion/educacion-universitaria-1e800/educacion-secundaria-obligatoria-bachillerato/decreto-39-2022-29-septiembre-establece-ordenacion-curriculo>
- Dynamo Torch de Green Science. (s.f.). Consultado el 26 de mayo de 2023, desde <https://www.quedejuguetes.com/en/dynamo-torch-4m-00-03263-p-18948.html>
- Electrizante tarde en la facultad de física. (2023). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://www.avivasalamanca.org/2023/05/24/electrizante-tarde-en-la-facultad-de-fisica/>
- Energy Stick. (s.f.). Consultado el 31 de mayo de 2023, desde <https://www.quieroregalarte.com/regalos-originales/1751-energy-stick-5023664000082.html>
- Estrategia Universidad 2015. (2010). Consultado el 31 de mayo de 2023, desde <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP14872.pdf&area=E>

- Experiencias Red ApS.* (2012). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://www.aprendizajeservicio.net/que-hace-la-red>
- Guallar Rodríguez, P., & Revilla Carrasco, A. (2018). Visual Thinking y su práctica educativa. *Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza.*
- Inverting Pop Tops.* (s.f.). Consultado el 28 de mayo de 2023, desde [https://www.teachersource.com/product/inverting-pop-tops/energy?utm\\_source=Physics&utm\\_medium=IG&utm\\_campaign=IG](https://www.teachersource.com/product/inverting-pop-tops/energy?utm_source=Physics&utm_medium=IG&utm_campaign=IG)
- Kit solar 6 in 1 de Edu Toys.* (2021). Consultado el 26 de mayo de 2023, desde <https://www.letslearnkidz.com/product/edu-toys-6-in-1-solar-kit/>
- Kit solar 6 in 1 de Science4you.* (2021). Consultado el 26 de mayo de 2023, desde <https://www.actyvt.co.uk/product/science4you-6-in-1-solar-kit/>
- Ley Orgánica 3/2020: por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006 de Educación. Publicado en el BOE n.º 340 a 30-12-2022.* (2022). [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264)
- Líneas de Actuación Clínica Jurídica de Acción Social.* (2016). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://clinicajuridica.usal.es/lineas-actuacion/>
- Maíllo, S. V., del Mazo Vivar, A., & Sánchez, M. J. S. (2019). *Experimenta: 75 experimentos de física con materiales sencillos para ESO y Bachillerato.* Ediciones Universidad de Salamanca Salamanca, Spain.
- National Youth Leadership Council.* (1997). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://nylc.org/>
- Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible.* (2015). Consultado el 31 de mayo de 2023, desde <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e pesquisa, 44.*
- Queiruga-Dios, M., Santos Sánchez, M. J., Queiruga-Dios, M. Á., Acosta Castellanos, P. M., & Queiruga-Dios, A. (2021). Assessment methods for service-learning projects in engineering in higher education: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 12,* 629231.
- Real Decreto 1791/2010: publicado en el BOE n.º 318 a 31-12-2010.* (2010). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-20147&p=20101231&tn=6>
- Roca, C. F., & Stötter, A. C. (2004). La Física en el bolsillo: experimentos sencillos de Física. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 39,* 79-85.
- Rodríguez Gallego, M. R. (2003). La evaluación en educación secundaria. *Metodología, Estrategias y Evaluación en Enseñanza Secundaria.*
- Santos, M. J., Beltrán, S., Merchán, M. D., Prieto, C., & Queiruga-Dios, A. (2021). Experiencias de ciencia para acompañar pacientes oncohematológicos. *Innovación en la Formación de los Futuros Educadores de Educación Secundaria para el Desarrollo sostenible y ciudadanía mundial, 303,* 153.
- Stiftung Lernen durch Engagement.* (2005). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://www.servicelearning.de/>
- Twitter Aviva.* (2023). Consultado el 3 de junio de 2023, desde <https://twitter.com/avivasalamanca/status/1664570681328119809?s=20>

- Unidad de Aprendizaje Servicio SAS USAL.* (2022). Consultado el 22 de mayo de 2023, desde <https://sas.usal.es/unidad-aprendizaje-servicio/>
- Werbach, K., Hunter, D., & Dixon, W. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business* (Vol. 1). Wharton digital press Philadelphia.
- Windmill Generator Kit de Green Science.* (s.f.). Consultado el 26 de mayo de 2023, desde <https://www.homesciencetools.com/product/4m-windmill-generator-science-kit/>

# Apéndices



# Apéndice A

## Fichas de los experimentos

En esta sección incluimos las fichas de los experimentos realizados durante la SA, de modo que cualquier docente pueda reproducirlos. Los experimentos realizados pretenden, por un lado, que el alumnado participe activamente en el aprendizaje y, por otro, ayudarle a comprender situaciones de la vida cotidiana donde la teoría vista en clase tiene una aplicación práctica y útil. Un aspecto a destacar, es que se ha procurado, en la medida de lo posible, que el material empleado sea sencillo y asequible económicamente con la finalidad de que se pueda replicar con facilidad.

Antes de realizar los experimentos es recomendable que al estudiante se le plantee qué va a suceder y se aporten soluciones entre todos para entender el fundamento teórico que hay detrás de él. Además, se utiliza un título sugerente para llamar su atención.

Para la realización práctica de los experimentos en cada una de las fichas aparece una guía con los siguientes elementos:

- **Objetivo:** meta que se pretende alcanzar con el experimento. En este caso, explicar u observar un fenómeno físico relacionado con la electricidad.
- **Materiales:** elementos utilizados para llevar a cabo el experimento (preferiblemente reciclados).
- **Método experimental:** serie de pasos y procedimientos organizados que se siguen para alcanzar el resultado esperado.
- **Resultados:** descubrimientos u observaciones realizadas durante el proceso.
- **Fundamento teórico:** teoría o concepto sobre el que se basa el experimento en cuestión.
- **Duración:** Implica el tiempo que es necesario para elaborar el montaje y la realización experimental. Por ello, las experiencias en las que es necesario construir una parte, como por ejemplo: *Central eléctrica casera* o *Aprovechando la energía del Sol* necesitan más tiempo para su ejecución.

## Cintas amigas o enemigas

DURACIÓN: 10 minutos



### ■ OBJETIVO

Mostrar cualitativamente la atracción y repulsión entre cargas eléctricas.

### ■ MATERIALES

- Cinta adhesiva
- Tijeras
- Bolígrafo o rotulador indeleble

### ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Se pegan dos tiras de celo de unos 30 cm cada una, paralelas, sobre la mesa. Se dibuja signos negativos a lo largo de ellas con el rotulador. A continuación, se pega encima de cada una de ellas otra tira de celo de longitud similar, doblando un poco el extremo para poderla despegarla después fácilmente. Se dibuja sobre ellas signos positivos a lo largo.

A la hora de comprobar la repulsión o atracción se despegan las cintas teniendo en cuenta el signo que hemos dibujado.

En los días o espacios con porcentaje de humedad relativa elevada es posible que las cintas se descarguen muy rápidamente.

### ■ RESULTADOS

- Repulsión: despegar solo la cinta superior de cada posición. Acercarlas, sin que se toquen, y verificar que se repelen.
- Atracción: despegar la cinta superior e inferior de una misma posición. Acercarlas y comprobar cómo se atraen.

### ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Al despegar las cintas se produce una transferencia de carga eléctrica mediante frotamiento. Los electrones se desplazan desde la cinta adhesiva de arriba a la que se encuentra debajo, generando una carga eléctrica estática positiva y negativa, respectivamente.

Las cintas adhesivas que tengan carga estática del mismo signo se repelerán entre ellas, mientras que las que tengan signos contrarios se atraerán.



## Anillo volador

DURACIÓN: 5 minutos



### ■ OBJETIVO

Comprobar la repulsión electrostática entre cargas de igual signo a través de la electrización por frotamiento.

### ■ MATERIALES

- Bolsa de plástico.
- Tijeras.
- Globo.
- Paño de lana.

### ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Se corta la bolsa de plástico para obtener un anillo de aproximadamente 2 centímetros de grosor, con ayuda de unas tijeras. A continuación, se infla el globo y se ata. Después, se frota tanto el globo como el exterior del anillo de plástico con el trapo de lana, de modo que quedan cargados eléctricamente. El último paso consiste en colocar el anillo encima del globo.

Hay que tener en cuenta que después de frotar con el paño de lana el anillo, este último tenderá a adherirse a superficies como nuestras manos o las paredes de la habitación.

### ■ RESULTADOS

El anillo flotará encima del globo venciendo la fuerza de la gravedad.

### ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Cuando dos materiales no conductores entran en contacto uno de ellos puede capturar electrones del otro, dependiendo de su separación en la serie triboeléctrica.

Mientras el paño de lana adquiere carga positiva, el globo y el anillo quedan cargados negativamente, con lo cual se repelen entre ellos. La fuerza electrostática vence a la fuerza de la gravedad, logrando que el anillo quede suspendido en el aire.



## Central eléctrica casera

DURACIÓN: 5 minutos



### ■ OBJETIVO

Observar el fenómeno de inducción electromagnética de un modo simple.

### ■ MATERIALES

- Tubo de PVC.
- Bobina de cobre.
- Imán de Neodimio.
- Leds de color verde y rojo.

### ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Se enrolla la bobina de cobre alrededor del tubo de PVC y conectar sus extremos a los LED. Después, se introduce por uno de los extremos del tubo el imán de Neodimio y se desplaza por el interior, haciendo que atraviese la bobina.

Hay que prestar atención a la hora de conectar los LEDs, ya que estos están polarizados de los LEDs, por lo que permiten el paso de corriente en un sentido, pero no en el contrario.

### ■ RESULTADOS

Al desplazar el imán por el interior uno de los LEDs se enciende durante un instante y a continuación el otro.

### ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

En un conductor eléctrico sometido a la acción de un campo magnético variable puede generarse una corriente eléctrica, cuyo valor dependerá del número de espiras y la variación del campo magnético. Este fenómeno se conoce como inducción electromagnética y viene descrito por la ley de Faraday.

Cuando el imán se desplaza por el interior del tubo de PVC atravesando la bobina se genera una corriente eléctrica inducida que enciende los LEDs a los que está conectada a la bobina.

Este es el fundamento científico en el que se basa la transformación de energía en las centrales eléctricas.



## Aprovechando la energía del viento

DURACIÓN: 5 minutos



### ■ OBJETIVO

Aprovechar la energía eólica para encender un LED.

### ■ MATERIALES

- *Windmill Generator de Green Science.*
- Botella de refresco reciclada.
- Secador de pelo.

### ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Se conecta las hélices y veleta al cuerpo del molino de viento. Acto seguido, se enrosca el cuerpo a la cabeza de una botella de plástico reciclada. Se enciende el secador y se orienta el flujo de aire hacia las hélices del molino.

Se puede rellenar el interior de la botella con arena o agua hasta cierto punto para conferir estabilidad al sistema.

### ■ RESULTADOS

Cuando la columna de aire mueva las hélices lo suficientemente rápido, el LED conectado al circuito se encenderá.

### ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Transformación de la energía eólica, producida por la energía cinética del viento, en energía eléctrica necesaria para iluminar un LED.

Al igual que en los aerogeneradores, la energía eólica produce una corriente eléctrica, en este caso continua, a través de un generador basado en la ley de inducción de Faraday. El viento gira las hélices del molino que están acopladas a un imán que da vueltas dentro de un bobinado. El flujo de electrones generado en la bobina se transporta hasta el LED mediante cables.

Este funcionamiento es el mismo que emplea una dinamo de bicicleta.



# Aprovechando la luz solar

**DURACIÓN: 10 minutos**



## ■ OBJETIVO

Comprobar como los juguetes comienzan a funcionar cuando incide luz solar directa sobre la placa fotoeléctrica.

## ■ MATERIALES

- Kit solar 6 en 1 de *EduToys*.
- Kit solar 6 en 1 de *Science4you*.

## ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Seleccionamos el montaje deseado y seguimos las instrucciones del fabricante, el cual nos indica cuales son las piezas que debemos utilizar y cómo combinarlas. En todos ellos será necesario conectar el motor con la placa fotovoltaica, a través de cables, a los contactos de ambos dispositivos.

## ■ RESULTADOS

Cuando los rayos solares inciden de manera directa sobre la placa fotovoltaica el motor se acciona originando movimiento.

Si el día está nublado el rendimiento de la placa disminuirá, provocando incluso que el juguete no se accione.

## ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

La energía solar funciona capturando radiación solar y convirtiéndola en energía eléctrica. Las celdas solares funcionan a través del efecto fotoeléctrico.

Se denomina efecto fotoeléctrico a la emisión de electrones desde la superficie del material cuando es iluminado con luz a partir de una frecuencia umbral.

Las características esenciales de este fenómeno son:

- Cada material tiene una frecuencia umbral característica.
- La emisión electrónica aumenta cuando se incrementa la intensidad de la radiación que incide sobre la superficie del metal, ya que hay más energía disponible para liberar electrones.

Se construye un circuito eléctrico uniendo mediante cables los polos positivos y negativos de la placa con los contactos del motor, permitiendo el flujo de electrones.



# ¡Dale a la manivela!

**DURACIÓN: 5 minutos**



## ■ OBJETIVO

Transformar el movimiento de la mano en energía eléctrica utilizándola para encender un LED.

## ■ MATERIALES

- *Dynamo Torch de Green Science*.

## ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Se desplaza la manivela en sentido horario para producir electricidad. En este caso el LED se iluminará durante el tiempo que estemos accionando la manivela.

## ■ RESULTADOS

Cuando el movimiento de la mano es lo suficientemente rápido el LED se iluminará.

La cantidad de electricidad generada depende de la velocidad a la que se gire la manivela.

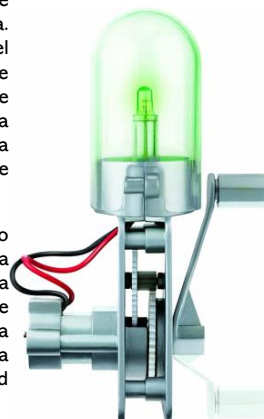
## ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Se convierte la energía mecánica de rotación en energía eléctrica continua a través de la ley de inducción de Faraday, donde una variación en el campo magnético produce un campo eléctrico utilizando tres elementos: imán, bobina de alambre y conmutador.

El imán rota en torno a la bobina de alambre cuando accionamos la manivela. A medida que el campo magnético del imán atraviesa la bobina, se produce una corriente eléctrica en la bobina de acuerdo con la ley de Faraday de la inducción electromagnética. La bobina está conectada a los cables que suministran la electricidad al LED.

El conmutador es un dispositivo mecánico que cambia la dirección de la corriente eléctrica generada por la bobina de tal manera que la corriente generada fluya siempre en la misma dirección, lo que es importante para mantener un flujo de electricidad constante.

Este funcionamiento es el mismo que emplea una dinamo de bicicleta.



## El corro de la patata

DURACIÓN: 10 minutos



### ■ OBJETIVO

Comprender la corriente eléctrica como el flujo de electrones. Comprobar que la electricidad puede fluir a través de nuestro cuerpo.

### ■ MATERIALES

- *Energy Stick*: juguete a pilas formado por un tubo de plástico transparente con electrodos en sus extremos y conexiones en su interior con luces de colores y altavoz.

### ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Una persona sujeta el *Energy Stick* por uno de sus extremos, donde se encuentra uno de los electrodos. Con la otra mano disponible agarra la mano de otro integrante del grupo. Formando una cadena, de manera sucesiva nos cogemos de las manos el resto de los integrantes del grupo, a excepción del último que tendrá una mano libre. Con ella sostiene el otro extremo del *Energy Stick*, cerrando el circuito.

Después, se prueba a soltar una mano en alguna de las partes del círculo, con lo cual el *Energy Stick* deja de iluminarse.

### ■ RESULTADOS

Cuando el circuito está cerrado el *Energy Stick* emite luces de colores y sonidos.

Si el circuito está abierto en algún punto el *Energy Stick* no funciona.

### ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

El *Energy Stick* contiene una pila que suministra energía eléctrica de baja intensidad. Los electrones fluyen del borne negativo al positivo a través de nuestra piel, ya que contiene agua y sales minerales que permiten el paso de la corriente. Las luces y sonido del *Energy Stick* se activan cuando reciben corriente eléctrica al cerrarse el circuito uniendo las manos de los participantes con los extremos del dispositivo.

El experimento sólo funciona cuando tenemos las manos cogidas, de tal manera que el flujo de electrones no se corta en ningún punto. Si nos soltásemos las manos podemos pensar que la resistencia del circuito es infinita, por lo que el flujo de electrones será insuficiente para activar el *Energy Stick*.



## ¡Manos a la obra!

DURACIÓN: 15 minutos



### ■ OBJETIVO

Construir un circuito eléctrico en serie e identificar las partes que lo componen.

### ■ MATERIALES

- Batería de 4.5 V.
- Cables.
- Interruptor.
- Motor y bombilla.

### ■ MÉTODO EXPERIMENTAL

Se conectan los contactos de cada uno de los elementos del circuito a través de cables, cerrando el mismo.

### ■ RESULTADOS

Cuando el circuito esté cerrado y se accione el interruptor, la bombilla se encenderá y el motor comenzará a girar.

### ■ FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Un circuito eléctrico es un "camino" por el que puede circular la corriente eléctrica. Este circuito lo componen:

- Una batería que transforma energía química en eléctrica y crear una diferencia de potencial entre dos polos.
- Cables que conducen los electrones entre dichos polos.
- Interruptor que detiene o permite el paso de la corriente eléctrica (de forma manual).
- Receptores eléctricos, en este caso un motor y una bombilla, que transforman la energía eléctrica en otros tipos de energía.



# Apéndice B

## Presentación empleada en la SA

En esta sección incluimos las diapositivas (diseñadas a través del programa Power Point) para utilizar como apoyo visual durante los talleres prácticos. En él se ha primado el *Visual Thinking* (Guallar Rodríguez y Revilla Carrasco, 2018), por lo que tiene las siguientes características:

- Figuras y dibujos: generalmente, se plasman en él los objetos reales con los que experimentaremos. El resto de figuras están basadas en formas geométricas sencillas, a modo de esquema.
- Tipografía: es de vital importancia este punto, ya que nuestro alumnado tiene dificultades académicas y visuales, por lo que se reduce el texto a la mínima expresión, cuidando el tipo de letra, tamaño y grosor de las letras, siempre acompañada de dibujos o fotografías a las que alude el texto.
- Recursos: se emplean tanto transiciones entre las diapositivas para mantener la atención del alumnado como animaciones que ilustren fenómenos complejos como son el comportamiento de las partículas fundamentales dentro del átomo, así como el flujo de electrones dentro de un conductor. Se utilizan elementos para marcar diferencias: divisores, marcos, viñetas, flechas, líneas y bocadillos, entre otros. Además, se emplean GIFs facilitando la comprensión y retención de la información, así como captando su interés.



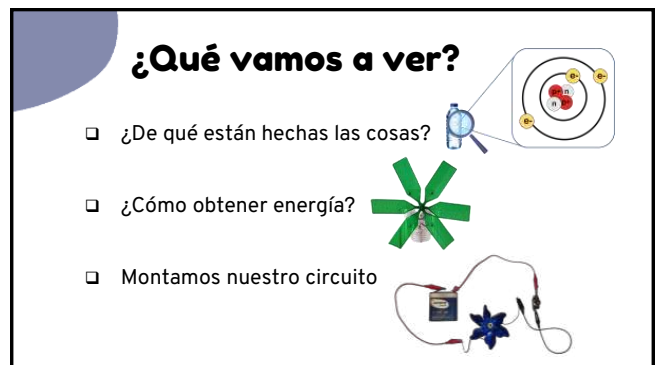
1



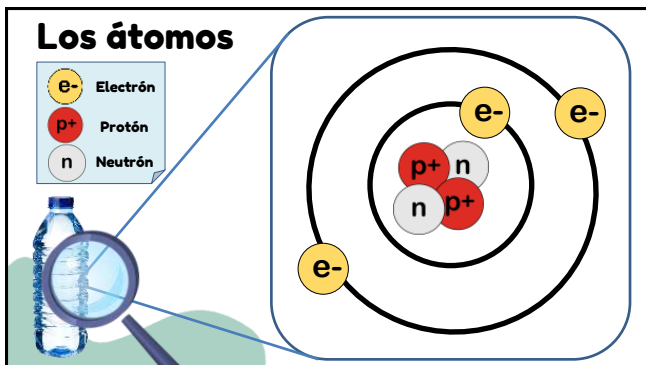
3



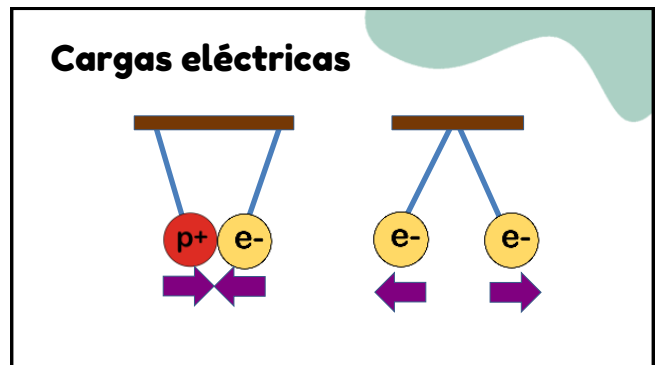
4



5



7



8

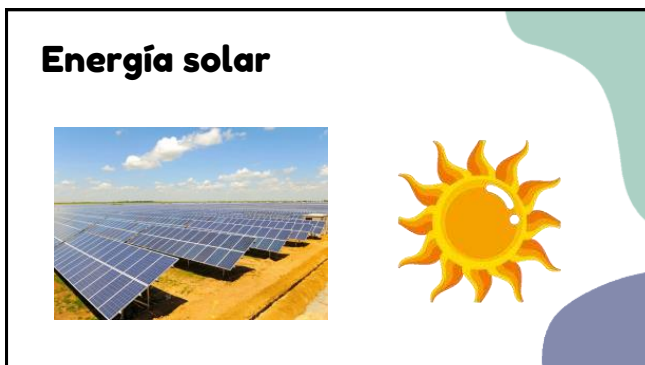




9



10



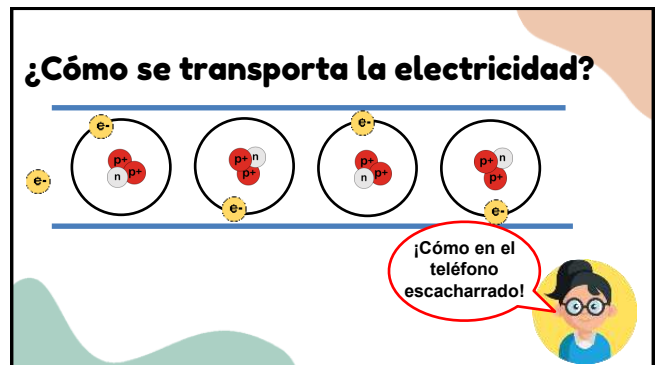
11



12



14



15





16



17



18



19

# Apéndice C

## Lista de materiales

En esta sección se adjunta la lista completa de los materiales que han sido necesarios para llevar a cabo esta SA.

Se ha tratado, en la medida de lo posible, de utilizar materiales reciclados, aprovechando al máximo los recursos naturales a la vez que sensibilizan al alumnado sobre el medio ambiente y la lucha contra el cambio climático. Asimismo, los materiales son fáciles de encontrar por casa, favoreciendo el acceso a los recursos necesarios para llevar a cabo los experimentos y promoviendo la curiosidad del alumnado, pudiendo realizar el mismo experimento por su cuenta una vez terminada la sesión. De igual manera, se ha procurado que los materiales adquiridos sean económicamente asequibles.

Dependiendo de los experimentos o juegos que se quieran llevar a la práctica, el material variará. En la siguiente página, se encuentra el material clasificado en función de la actividad donde se emplea, de tal manera que en caso de realizar una actividad concreta solo habría que adquirir los objetos que en ella se especifican.

La ejecución experimental de los experimentos puede ser consultada en el apéndice [A](#), así como en la bibliografía donde se hace referencia a páginas web donde se pueden adquirir los juguetes empleados.

# Lista de materiales

## Átomo

..Cartulinas y rotuladores.....

..Cordón de lana.....

### Cintas amigas o enemigas

..Cinta adhesiva Scott Magic.....

..Tijeras.....

..Rotulador indeleble.....

### Energía del viento

..Windmill Generator de Green Science.....

..Secador.....

..Botella de refresco.....

### Central eléctrica casera

..Tubo de PVC.....

..Bobina de cobre.....

..Imanes de Nd.....

..2 LEDs de colores.....

### El corro de la patata

..Energy Stick.....

## Anillo volador

..Globos.....

..Bolsa de plástico.....

..Tijeras.....

..Paño de lana.....

### Energía del Sol

..Kit Solar de Science4you.....

### ¡Dale a la manivela!

..DynamoTorch de Green Science.....

### Circuito eléctrico

..Bombilla.....

..Cables.....

..Interruptor.....

..Batería.....

..Motor.....

..Cartulinas y rotuladores.....

..Velcro.....

..Pegamento.....

..Tablón de madera.....

# Apéndice D

## Plantilla de evaluación

En esta sección se incluyen los ítems de evaluación que se han considerado oportunos para valorar la adquisición de competencias durante la sesión de aprendizaje. Para el diseño de la evaluación se pidió asesoramiento a Beatriz Sánchez Barbero ([Barroso-López et al., 2022](#)), profesora del Dpto. de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales, que ha realizado actividades de ApS con jóvenes con discapacidad intelectual.

Esta plantilla de evaluación permite obtener y registrar la información recogida por los profesores, sin implicar en este caso una calificación asociada, sistematizando el proceso de evaluación durante el desarrollo de la actividad. Los principios que se han tenido en cuenta en su diseño son:

- Ayudar al profesor a determinar, de manera específica, los criterios con los cuales va a medir y documentar el progreso del estudiante.
- Describir de manera precisa los contenidos procedimentales y conceptuales que se aplican durante el desarrollo de la sesión. Cada uno de ellos de manera individual representa un logro conseguido por el alumno.
- Proveer información de retorno sobre la efectividad del proceso de enseñanza que se ha seguido.

La plantilla es una lista de verificación ([Rodríguez Gallego, 2003](#)), que consiste en una batería de enunciados con los distintos ítems de evaluación que se tienen en cuenta. En la parte superior se identifica tanto al evaluador como al evaluado, así como fecha en la que ha tenido lugar la evaluación. Acto seguido, se evalúa el interés generado por la SA en los estudiantes. Después, aparecen numerados los criterios dirigidos a identificar la presencia o ausencia de una serie de contenidos y competencias, para establecer si se ha alcanzado o no el nivel de desempeño requerido. Cada criterio se describe de forma precisa para evitar al máximo la subjetividad. Se emplean frases cortas con algún verbo de acción: interpreta, verifica, reúne, conecta, reproduce y comprueba. Los criterios tienen asociados una escala de 3 niveles: «Sí/Parcial/No», la completa, parcial o nula consecución del mismo. En caso de que se responda “parcial” se puede explicar con más detalle en la parte inferior de la ficha, donde se aportan comentarios y observaciones adicionales, así como una valoración global final.

La lista de verificación ofrece algunas ventajas como son la rapidez de responderlas, ya que el número de alumnos y de monitores es variable, por lo que dependiendo de ellos se tratará de simplificar el proceso de evaluación al máximo, siguiendo la misma filosofía que en la metodología del resto de la SA.

**Alumno:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Evaluador:** \_\_\_\_\_

Evalúa el interés del alumno en la SA en una escala del 1 al 10, siendo 10 el más alto:

Evalúa si la persona ha cumplido los siguientes logros:

<b>Átomo y cargas eléctricas</b>	Sí	Parcial	No
1. Interpreta el comportamiento de un electrón dentro de un átomo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Interpreta el comportamiento de un protón dentro de un átomo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Interpreta el comportamiento de un neutrón dentro de un átomo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Verifica que las cargas de mismo signo se repelen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Verifica que las cargas de distinto signo se atraen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Genera electricidad utilizando más de 2 juguetes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Circuito eléctrico</b>			
7. Comprueba que es necesario darse la mano para activar el Energy Stick.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Reúne los elementos necesarios del circuito: batería, cables y receptor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Conecta con cables los diferentes elementos del circuito.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Reproduce el circuito mostrado previamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anota en el recuadro las observaciones que consideres importantes y una valoración general:

