



Del Aula Universitaria al Aula de Secundaria: un Proyecto de Aprendizaje-Servicio sobre el Consumo de Energía Fantasma en la Formación del Profesorado

Estefanía Antolín Palacio^a 
Carolina Blanco Fontao^b 

^{a, b} Universidad de León, Facultad de Educación, Didáctica General, Específicas y Teoría e Historia de la Educación, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales, León, España

RESUMEN

Contexto: La crisis energética actual y los desafíos ambientales exigen una educación en la etapa de secundaria comprometida con la sostenibilidad. Sin embargo, la formación del profesorado aún presenta una desconexión entre teoría y práctica. Así, la metodología aprendizaje-servicio (ApS) se plantea como una vía efectiva para abordar esta brecha y promover comportamientos comprometidos con el medio ambiente. **Objetivos:** Elaborar, implementar y evaluar un proyecto educativo para acercar teoría y práctica en la función docente en alumnado del Máster en Formación del Profesorado (MUFPEs). **Diseño:** Desde la asignatura Innovación docente e iniciación a la investigación educativa (IeI) del MUFPEs de la Universidad de León, se diseñó un proyecto que fue adaptado e implementado posteriormente en aulas de secundaria durante el transcurso del Prácticum. **Entorno y participantes:** Participaron 10 estudiantes del máster y 58 alumnos de 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de León, seleccionados mediante muestreo por accesibilidad. **Recolección de datos y análisis:** Se recogieron datos mediante la coevaluación inicial de propuestas, rúbricas de evaluación de competencias científicas, el test PANAS para el análisis emocional y un cuestionario post-proyecto para medir el impacto en la comunidad. **Resultados:** Se observaron altos niveles de desempeño competencial tanto en los futuros profesores como en el alumnado de secundaria. Además, estos últimos mostraron un predominio de emociones positivas y transferencia del aprendizaje al entorno familiar. **Conclusiones:** El proyecto permitió aplicar la teoría en contextos reales y formar a futuros docentes y estudiantes de secundaria en valores de sostenibilidad y compromiso social.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio; Educación para el Desarrollo Sostenible; Energía Fantasma; Física y Química; Formación del Profesorado.

Autora para correspondencia: Estefanía Antolín Palacio.
Email: cantop01@estudiantes.unileon.es

From the University Classroom to the Secondary School Classroom: A Service-Learning Project on Phantom Energy Consumption in Teacher Training

ABSTRACT

Background: The current energy crisis and environmental challenges require secondary education that is committed to sustainability. However, teacher training still presents a disconnect between theory and practice. Thus, Service-Learning (ApS) methodology is proposed as an effective way to address this gap and promote environmentally friendly behaviour. **Objectives:** To develop, implement and evaluate an educational project to bring theory and practice closer together in the teaching role of students on the Master's Degree in Teacher Training (MUFPEs). **Design:** A project was designed as part of the Teaching Innovation and Introduction to Educational Research (IeI) course of the MUFPEs at the University of León, which was subsequently adapted and implemented in secondary school classrooms during the Practicum. **Setting and Participants:** Ten master's students and 58 second-year compulsory secondary education (ESO) students from León participated, selected by accessibility sampling. **Data collection and analysis:** Data were collected through initial co-evaluation of proposals, scientific competency assessment rubrics, the PANAS test for emotional analysis, and a post-project questionnaire to measure the impact on the community. **Results:** High levels of competency performance were observed in both future teachers and secondary school students. In addition, the latter showed a predominance of positive emotions and transfer of learning to the family environment. **Conclusions:** The project allowed the theory to be applied in real contexts and trained future teachers and secondary school students in values of sustainability and social commitment.

Keywords: Service-Learning; Education for Sustainable Development; Phantom Energy; Physics and Chemistry; Teacher Training.

Da Sala de Aula da Universidade para a Sala do Ensino Secundário: um Projeto de Aprendizagem-Serviço sobre o Consumo de Energia Fantasma na Formação de Professores

RESUMO

Contexto: A atual crise energética e os desafios ambientais exigem uma educação a nível do ensino secundário empenhada na sustentabilidade. No entanto, continua a existir um desfasamento entre a teoria e a prática na formação de professores. Assim, a metodologia de aprendizagem-serviço (ApS) é proposta como uma forma eficaz de colmatar esta lacuna e promover um comportamento ambientalmente empenhado. **Objetivos:** Desenvolver, implementar e avaliar um projeto educativo de aproximação entre a teoria e a prática na função docente para alunos do Mestrado em Formação de Professores (MUFPEs). **Design:** A partir da disciplina de Inovação Docente e Iniciação à Investigação Educativa (IeI) do MUFPEs da Universidade de León, foi desenhado um projeto que, posteriormente, foi adaptado e implementado em salas de aula do ensino secundário durante o curso do Practicum. **Ambiente e**

participantes: Participaram no projeto dez alunos de mestrado e 58 alunos do 2º ano do Ensino Secundário Obrigatório (ESO) de León, selecionados por amostragem por acessibilidade. **Coleta e análise de dados:** Os dados foram recolhidos através da co-avaliação inicial das propostas, de rubricas de avaliação de competências científicas, do teste PANAS para análise emocional e de um questionário pós-projeto para medir o impacto na comunidade. **Resultados:** Foram observados níveis elevados de desempenho de competências tanto nos futuros professores como nos alunos do ensino secundário. Além disso, estes últimos revelaram uma predominância de emoções positivas e uma transferência da aprendizagem para o ambiente doméstico. **Conclusões:** O projeto possibilitou a aplicação da teoria em contextos reais e a formação de futuros professores e alunos do ensino secundário em valores de sustentabilidade e compromisso social.

Palavras-chave: Aprendizagem-Serviço; Educação para o Desenvolvimento Sustentável; Energia Fantasma; Física e Química; Formação de Professores.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los principales retos en la formación inicial del profesorado es reducir la brecha existente entre el aprendizaje teórico que se ofrece en la universidad y la realidad práctica de las aulas. Pese a los avances normativos recientes, como la implantación de la Ley Orgánica 3/2020 en España (LOMLOE), que promueve una enseñanza competencial, contextualizada y comprometida con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes [MEFPD], 2020), la formación docente continúa presentando dificultades para trasladar estos principios a contextos educativos reales (Cabello & Blanco Fontao, 2022). En este marco, la LOMLOE incorpora el concepto de “Situación de Aprendizaje” como eje metodológico que articula contenidos curriculares y problemáticas del entorno, lo que exige docentes capaces de diseñar propuestas didácticas activas, contextualizadas y socialmente relevantes (Fernández Álvarez, Carriedo Cayón & González de Mesa 2023). No obstante, la formación universitaria del profesorado sigue anclada, en muchos casos, en un enfoque excesivamente teórico, desconectado de las condiciones concretas que definen la vida escolar (García-Monge, González-Calvo, Martínez-Álvarez & Rodríguez-Campazas, 2020).

Ante esta necesidad, el aprendizaje-servicio (ApS) se consolida como una propuesta pedagógica eficaz para vincular la formación académica con la intervención directa en el entorno. Esta metodología no solo fortalece la autoeficacia docente, sino que además permite experimentar en primera persona la planificación e implementación de situaciones de aprendizaje significativas, alineadas con las demandas curriculares y sociales (Cuervo,

Bonastre, Camilli, Arroyo & García, 2023; La Marca, Martino & Zuccaro, 2023).

Sin embargo, no solo la formación del profesorado requiere ser repensada. El contexto social actual, marcado por las crisis energéticas y los desafíos medioambientales, exige también una transformación profunda en la enseñanza de las ciencias. La capacidad de formar a ciudadanos críticos, comprometidos y capaces de proponer soluciones racionales a problemas globales como el consumo energético, se ha convertido en una prioridad para los sistemas educativos (Akram, Fatima & Ahmad 2024; Gajdzik, Wolniak, Nagaj, Žuromskaitė-Nagaj & Grebski, 2024). A pesar de ello, los resultados del alumnado español en pruebas internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA) siguen evidenciando carencias en la aplicación del conocimiento científico a situaciones cotidianas (MEFPD, 2024).

Por tanto, resulta imprescindible desarrollar y evaluar propuestas didácticas que no solo favorezcan la formación práctica del profesorado en contextos reales, sino que además contribuyan a mejorar la motivación y el desempeño del alumnado de secundaria en el área de ciencias. En esta línea, el proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma” se configura como una experiencia educativa basada en la metodología de ApS, cuyo objetivo es doble: por un lado, mejorar la formación docente mediante el diseño e implementación de una situación de aprendizaje durante el período de prácticas en institutos de secundaria; y por otro, fomentar en el alumnado de 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) una actitud crítica y activa respecto al consumo energético, implicándoles en la búsqueda de soluciones sostenibles para su entorno más cercano.

MARCO TEÓRICO

La crisis energética como reto educativo global

La sociedad contemporánea se enfrenta a una crisis energética sin precedentes, agravada en los últimos años por factores geopolíticos y económicos. Tras la pandemia de COVID-19, las interrupciones en las cadenas de suministro global iniciaron una fase de inflación generalizada (Gajdzik, Wolniak, Nagaj, Žuromskaitė-Nagaj & Grebski, 2024; Torres, Jesús & Funcas, 2022). Esta situación se intensificó con la invasión rusa de Ucrania en 2022, provocando un fuerte aumento en los precios del gas natural y del petróleo, con consecuencias directas en los costes de la electricidad y en el bienestar de las familias, especialmente aquellas en situación de vulnerabilidad energética

(Gajdzik, Wolniak, Nagaj, Žuromskaitė-Nagaj & Grebski, 2024; Torres, Jesús & Funcas, 2022).

Un componente poco reconocido de esta problemática es el denominado “consumo fantasma”, que hace referencia al gasto eléctrico ocasionado por aparatos que permanecen conectados en modo de espera, y que puede suponer entre el 7 % y el 11 % del consumo total en los hogares (Pitti, Aguilar, Pérez & Serrano, 2018).

Frente a este panorama, la transición hacia energías limpias y sostenibles se vuelve una prioridad mundial, como recogen los ODS, en especial el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y el ODS 13 (Acción por el clima) de la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], s.f.). En este contexto, la educación desempeña un papel estratégico como vehículo de transformación social. La LOMLOE y los currículos autonómicos, como el Decreto 39/2022 en Castilla y León, promueven la educación para el desarrollo sostenible (EDS) como eje transversal, impulsando el desarrollo de competencias clave que capaciten al alumnado para afrontar los desafíos medioambientales desde una perspectiva crítica y transformadora (Lozano, López, Pereira & Blanco Fontao, 2022).

La EDS, tal como plantea la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2017), promueve una pedagogía orientada a la acción, mediante la participación activa del alumnado y el uso de metodologías innovadoras como el aprendizaje basado en proyectos o el ApS (Blanco Fontao & Lozano, 2024). Este enfoque contribuye a la alfabetización científica, permitiendo que los estudiantes comprendan el papel de la ciencia en la resolución de problemas sociales complejos, como la emergencia climática, el ahorro energético y la gestión responsable de los recursos (Cabana, Paladini, Villordo & Lapasta, 2024).

Formación docente: brecha entre teoría y práctica

El profesorado juega un papel fundamental en la transformación del sistema educativo y en la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad. Para ello, se hace necesario que implementen en las aulas de Educación Secundaria los ODS y los principios de la EDS (Cabello & Blanco Fontao, 2022).

Sin embargo, a pesar de las exigencias del nuevo marco normativo y la necesidad de implementar una educación socioambiental, García-Monge, González-Calvo, Martínez-Álvarez y Rodríguez-Campazas (2020) señalan que la formación del profesorado en España continúa anclada en enfoques

excesivamente teóricos, alejados de los contextos escolares reales. Así, se observa una división entre la “teoría” de las asignaturas universitarias y la “práctica” en los centros educativos (García-Monge, González-Calvo, Martínez-Álvarez & Rodríguez-Campazas, 2020). Esta desconexión dificulta que los futuros docentes puedan aplicar metodologías activas e innovadoras, como las Situaciones de Aprendizaje propuestas por la LOMLOE, en sus futuras aulas (Cabello & Blanco Fontao, 2022).

Como respuesta a esta problemática, diversos autores defienden la incorporación de experiencias formativas prácticas basadas en metodologías activas, destacando el ApS como una estrategia que permite a los futuros docentes experimentar, reflexionar y construir saber pedagógico de forma contextualizada (Cuervo, Bonastre, Camilli, Arroyo & García, 2023; La Marca, Martino & Zuccaro, 2023). Estas experiencias mejoran su autoeficacia, fomentan su compromiso social y les dotan de herramientas reales para implementar propuestas educativas alineadas con los ODS, permitiendo una transición más fluida entre el espacio universitario y la práctica profesional (Negre-Bennasar, Crosetti, Tur Ferrer & Villatoro-Moral, 2023).

La formación científica del alumnado de secundaria

En paralelo, el sistema educativo español enfrenta importantes desafíos en la enseñanza de las ciencias, especialmente en la ESO. Los informes PISA reflejan que el alumnado español presenta un bajo rendimiento en competencia científica, entendida como la capacidad para aplicar conocimientos a contextos reales (MEFPD, 2024). Solo el 4,9% del alumnado alcanza los niveles más altos de esta competencia, frente al 7,5% de la media de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Diversos estudios apuntan que el aprendizaje en ciencias está fuertemente condicionado por factores afectivos como la motivación, la percepción de autoeficacia y el interés personal (Dávila Acedo, Cañada Cañada & Sánchez Martín, 2021). En el caso de la Física, la falta de conexión entre los contenidos y la vida cotidiana, unida a su elevada abstracción conceptual (Gutiérrez Vásquez, Candela Rodríguez & Gallardo Guzmán, 2022), dificulta el desarrollo de una motivación intrínseca en el alumnado, lo que se traduce en una baja implicación (Méndez Coca, 2015). Además, obstáculos como la carencia de recursos de laboratorio o la perpetuación de métodos de enseñanza tradicionales refuerzan esta situación (Hermawati, 2022).

Frente a esta realidad, el uso de metodologías activas como el ApS se presenta como una herramienta pedagógica capaz de favorecer la comprensión

de conceptos complejos —como la electricidad o la energía—, mediante su aplicación a problemas reales y próximos al entorno del alumnado. De este modo, se mejora la motivación, se incrementa la participación y se fomenta un aprendizaje significativo, crítico y comprometido con la sostenibilidad (García-Cano Torrico et al., 2019; Blanco Fontao & Lozano, 2024).

Aprendizaje-servicio: un enfoque integrador

El ApS es una metodología que combina el aprendizaje de contenidos curriculares con la realización de un servicio a la comunidad. Tiene como objetivo el desarrollo integral del alumnado, promoviendo la participación activa en la sociedad y la adquisición de competencias tanto académicas como ciudadanas (Granados-Alós & Catalán-Gregori, 2025). A través del ApS, se sitúa al alumnado ante situaciones reales que requieren análisis, reflexión y acción, lo que favorece su implicación en la transformación social y en el cuidado del entorno (García-Cano Torrico et al., 2019).

Desde su origen en Estados Unidos en los años 60 hasta su llegada a España en 2004, esta metodología ha ido consolidándose como una herramienta clave para una educación con sentido ético y social (Amurrio Santiago & Gutiérrez-Crespo, 2022). Además, contribuye a recuperar el sentido comunitario de la escuela, promoviendo valores como el altruismo, la responsabilidad, el compromiso y la creatividad (Puig Rovira, 2015).

En definitiva, la persistente brecha entre la formación teórica universitaria y la realidad de los centros escolares, unida a la necesidad de una alfabetización científica que capacite al alumnado de secundaria para afrontar desafíos globales como la crisis energética y el consumo fantasma, evidencia la urgencia de evaluar modelos pedagógicos integradores. El ApS se presenta como una metodología idónea para que los futuros docentes desarrollen su autoeficacia en contextos reales, permitiendo simultáneamente que los estudiantes vinculen la ciencia con su entorno cotidiano para mejorar su motivación y compromiso social. Bajo esta premisa, y con el fin de analizar el impacto de una intervención orientada a la sostenibilidad y la mejora competencial, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera el diseño e implementación del proyecto de ApS «Tras la sombra de la energía fantasma» contribuye a reducir la brecha entre la teoría y la práctica en la formación inicial del profesorado, al tiempo que mejora la competencia científica y la conciencia socioambiental del alumnado de 2º de ESO respecto al consumo energético?

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo principal contribuir a la mejora de la formación inicial del profesorado a través del diseño e implementación de un proyecto de ApS alineado con los principios de la LOMLOE y la EDS y centrado en el consumo de energía fantasma, enmarcado en el módulo de Física y Química del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUFPEs) de la Universidad de León. Para alcanzar este propósito, se plantearon tres objetivos específicos:

- (1) mejorar la formación práctica de futuros docentes mediante la puesta en práctica de los contenidos teóricos en el período de Prácticum en institutos de Educación Secundaria;
- (2) diseñar e implementar un proyecto de ApS contextualizado en la problemática del consumo energético pasivo, que permita al alumnado de 2º de ESO conectar el aprendizaje académico con su entorno cercano; y
- (3) evaluar la eficacia del proyecto a partir del análisis de evidencias relacionadas con el desarrollo competencial, el impacto emocional en el alumnado y la transferencia de aprendizajes a la comunidad.

METODOLOGÍA

Participantes

El presente estudio contó con la participación de dos grupos diferenciados. Por un lado, el alumnado del MUFPEs, correspondiente a la especialidad de Física y Química. En concreto, participaron los estudiantes matriculados en las asignaturas Innovación docente e iniciación a la investigación educativa (IeI) y Prácticum durante el curso académico 2024-2025. El grupo estuvo integrado por 10 personas, de las cuales 7 eran mujeres y 3 hombres, con una edad media de 27,5 años. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico por accesibilidad, ya que se trataba del alumnado que cursaba dichas asignaturas en el citado máster.

Por otro lado, la población de estudio incluyó a los alumnos de tres grupos de 2º curso de ESO durante el mismo curso académico (2024-2025). En total, participaron 58 estudiantes de secundaria, con edades comprendidas entre los 13 y 16 años. En cuanto a la distribución por sexo, el 48,3% de los participantes eran varones y el 51,7% mujeres.

Diseño del proyecto en la asignatura de Innovación docente e iniciación a la investigación educativa

El proyecto se estructuró en torno a un proceso formativo de aproximadamente nueve meses de duración, iniciado en el primer semestre del curso académico 2024-2025 dentro de la asignatura IeI, y finalizado en el segundo semestre mediante la implementación en el Prácticum en el transcurso del MUFPEs.

Durante la primera etapa, se planteó al alumnado del máster el diseño de un proyecto ApS centrado en el ámbito de las ciencias experimentales, partiendo de una temática común: la concienciación y reducción del consumo de energía fantasma en el hogar. Este proceso se organizó en tres fases secuenciales, desarrolladas durante la asignatura de IeI:

Fase 1. Propuestas iniciales de proyecto

El alumnado del máster, compuesto por 10 estudiantes, se dividió en 5 parejas para diseñar una propuesta de proyecto. Cada grupo debía ajustarse a una serie de directrices: utilizar la metodología de ApS, abordar la problemática del consumo de energía fantasma, vincular los contenidos con el currículo de Física y Química de ESO (2º o 3º de ESO) y planificar una intervención en los centros escolares de entre tres y cuatro sesiones lectivas. Esta fase se desarrolló a lo largo de cuatro sesiones de clase, con una duración de 1,5 horas cada una.

Fase 2. Coevaluación y selección de la propuesta final

Una vez elaboradas las propuestas iniciales, estas fueron presentadas oralmente en dos sesiones, con una exposición de 10 minutos por grupo, seguida de 5 minutos de preguntas. Durante las presentaciones, el resto del alumnado ejercía de agente evaluador. Así, participaron en una dinámica de coevaluación utilizando un instrumento diseñado por la docente responsable. Este instrumento contenía diez ítems valorados en una escala de 0 a 10, que contemplaba los criterios señalados en la Tabla 1.

Tabla 1

Instrumento empleado para la coevaluación de las propuestas preliminares.

Ítem	Valor de la calificación (0-10)
1. Transcendencia del proyecto hacia el entorno.	
2. Motivación que puede provocar en el alumnado.	
3. Motivación en la adquisición de los aprendizajes.	
4. Participación activa del alumnado.	
5. Participación activa del entorno (comunidad de aprendizaje).	
6. Motivación para el trabajo en grupo.	
7. Reflexión que motiva en los actantes.	
8. Reconocimiento en la comunidad de aprendizaje.	
9. Evaluación del mismo dentro de la materia.	
10. Viabilidad.	

La propuesta con una mayor calificación por parte de sus compañeros fue seleccionada para la siguiente fase.

Fase 3. Desarrollo colaborativo de la guía didáctica

Partiendo del proyecto seleccionado, se organizó al grupo clase en cinco comisiones de trabajo, formadas por parejas de estudiantes y coordinadas por los autores de la propuesta inicial. Cada comisión asumió una función específica:

- Coordinación general: supervisión y gestión del proceso global.
- Redacción: elaboración del manuscrito final del proyecto y su guía didáctica.
- Diseño de actividades: planificación detallada de las propuestas didácticas.
- Evaluación: creación de los instrumentos de evaluación para el alumnado del instituto y de elaboración de evidencias para estudiar la eficacia del proyecto.
- Difusión: desarrollo de materiales para su distribución en los centros.

El trabajo de estas comisiones se llevó a cabo durante dos semanas, con la finalidad de elaborar una guía didáctica final, y fue acompañado de un

seguimiento continuo por parte de la docente. Así, se creó el proyecto final acuñado “Tras la sombra de la energía fantasma”.

Desarrollo del proyecto en la asignatura de Prácticum en Educación Secundaria y evaluación de las evidencias de eficacia

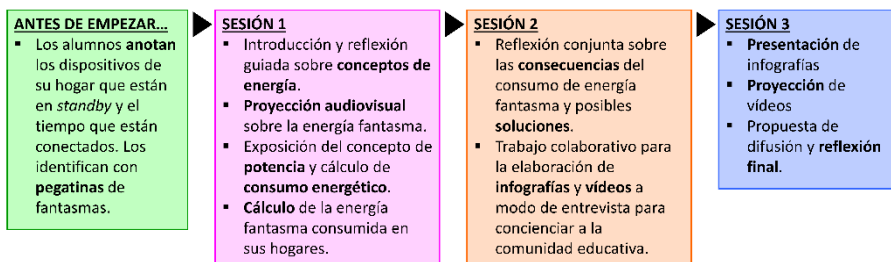
Durante el periodo de prácticas (Prácticum), entre los meses de marzo y mayo, los estudiantes del MUFPEs implementaron el proyecto en el instituto. Previamente, la guía didáctica inicial fue adaptada a las necesidades del aula, dando como resultado la secuenciación de sesiones y actividades que se expone a continuación:

Descripción del proyecto

Durante el periodo de prácticas en los centros educativos, el proyecto titulado "Tras la sombra de la energía fantasma" se llevó a cabo a través de una secuencia didáctica compuesta por tres sesiones de 50 minutos, combinando momentos de investigación, análisis de datos reales y creación de productos de sensibilización, tal y como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Especificación de las actividades llevadas a cabo en cada una de las sesiones del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma”.



Antes de iniciar las sesiones en el aula, se propuso una actividad previa en casa con el objetivo de activar conocimientos y generar implicación. El alumnado debía observar los dispositivos eléctricos de su hogar que permanecían conectados en modo *standby*, identificar cada uno con una pegatina de fantasma y registrar tanto el nombre del aparato como el tiempo estimado que permanecía conectado sin usarse.

La primera sesión tuvo un carácter introductorio y analítico. Comenzó con una reflexión guiada a partir de preguntas clave sobre el consumo energético en los hogares y el concepto de energía fantasma. Se proyectó un

vídeo divulgativo y se realizó una breve demostración con un medidor de consumo eléctrico. Posteriormente, se desarrolló una exposición teórica sobre los conceptos de energía, potencia y consumo eléctrico, seguida de un ejercicio práctico en el que el alumnado aplicó cálculos reales con los datos recogidos en sus hogares. Esta actividad les permitió estimar el consumo energético diario y mensual de los dispositivos en *standby*, estableciendo conexiones directas entre su entorno cotidiano y el contenido curricular.

En la segunda sesión, se abordó el componente creativo y de sensibilización. El alumnado compartió en gran grupo las consecuencias y posibles soluciones identificadas en casa, que fueron sistematizadas en la pizarra por el docente para establecer una base común. A continuación, se organizó la clase en pequeños grupos de trabajo. A cada grupo se le asignó uno de los dos productos comunicativos propuestos: una infografía manual en cartulina o un vídeo breve en formato de entrevista tipo “Pin Pon”. En ambos casos, los materiales debían reflejar de forma clara y accesible qué es la energía fantasma, qué dispositivos la generan, cuáles son sus consecuencias económicas y medioambientales, y qué soluciones pueden aplicarse. En el caso del vídeo, los estudiantes redactaron un guion y, posteriormente, se procedió a su grabación supervisada por el profesorado.

La tercera sesión estuvo dedicada a la presentación de los productos y a la evaluación del proceso. Cada grupo expuso su infografía oralmente durante cinco minutos, mientras sus compañeros tomaban notas para la posterior coevaluación. A continuación, se proyectaron los vídeos realizados por los grupos, que también fueron evaluados a través de instrumentos de coevaluación y heteroevaluación. Esta sesión culminó con una propuesta de difusión más allá del aula, mediante la exposición de infografías en los pasillos del centro y la visualización de los vídeos en otras clases, con el fin de extender el aprendizaje a toda la comunidad educativa. Finalmente, se aplicó un cuestionario de motivación y se llevó a cabo una reflexión grupal sobre el impacto personal y colectivo del proyecto, fomentando la toma de conciencia sobre el consumo energético y la responsabilidad compartida en la sostenibilidad.

Evidencias de eficacia

Con el fin de evaluar la eficacia del proyecto "Tras la sombra de la energía fantasma", se analizaron tres evidencias principales relacionadas con su impacto competencial, emocional y comunitario.

En primer lugar, para valorar la adquisición de competencias científicas, se diseñó un sistema de evaluación estructurado que permitiera valorar tanto

los procesos individuales de aprendizaje como los productos grupales finales elaborados por los estudiantes. Esta evaluación se enmarcó dentro de las directrices de la LOMLOE y el Decreto 39/2022, seleccionando criterios de evaluación concretos con sus respectivos indicadores de logro.

Entre las actividades evaluadas se incluyeron tareas individuales en el aula (hojas de registro y cálculos energéticos) y productos cooperativos (infografías y vídeos), a los que se aplicaron rúbricas específicas. En el caso de las actividades individuales, se empleó una rúbrica con niveles de logro desde “excelente” hasta “insuficiente” (Anexo IA), mientras que para las producciones grupales se utilizaron rúbricas visuales tipo semáforo (Anexo IB y IC). La evaluación se llevó a cabo mediante un enfoque dual que combinó la heteroevaluación (realizada por el profesorado) y la coevaluación (entre iguales), de acuerdo con las orientaciones establecidas en la normativa educativa vigente.

En segundo lugar, se evaluó el impacto emocional del proyecto a través de la aplicación del test PANAS (Watson, Clark & Tellegen, 1988), cumplimentado de forma anónima mediante *Google Forms* al finalizar la intervención (Anexo II). Este instrumento permitió medir la presencia e intensidad de diez emociones positivas (como orgullo, entusiasmo o ilusión) y diez negativas (como nerviosismo, miedo o angustia) vividas por el alumnado durante su participación en el proyecto, proporcionando así una visión del componente afectivo implicado en el proceso de aprendizaje.

Finalmente, para valorar el impacto comunitario, se administró un cuestionario post-proyecto también a través de *Google Forms* tres semanas después de la implementación en el aula (Anexo III). En esta herramienta, el alumnado debía indicar si había aplicado en su hogar las medidas de eficiencia energética aprendidas, si había reducido el consumo en *standby* desenchufando dispositivos específicos, y si había compartido estos conocimientos con familiares u otras personas de su entorno. Esta evidencia permitió observar el efecto multiplicador del proyecto, valorando no solo el cambio de hábitos individuales, sino también el posible alcance en otras viviendas, cumpliendo así uno de los objetivos clave del enfoque ApS.

Análisis estadístico

Las calificaciones obtenidas por los alumnos universitarios y de secundaria fueron analizados mediante estadística descriptiva, calculando medias y desviaciones estándar.

Por otra parte, los datos extraídos a partir del estudio de evidencias fueron analizados estadísticamente para determinar la existencia de diferencias en función del sexo del alumnado de secundaria y su afinidad por la materia de Física y Química. Para ello se empleó el *software* SPSS y se consideraban las diferencias entre las medias de los grupos a comparar significativas cuando $p \leq 0,05$. Las pruebas que se llevaron a cabo se seleccionaron acuerdo con la teoría indicada por Field, 2013 y son las que se indican a continuación.

En relación con la evidencia de adquisición de competencias científicas, se compararon las notas finales de los alumnos en función de su sexo (femenino o masculino) y su afinidad por la asignatura de Física y Química (poco afín, neutral o muy afín), aplicando la prueba estadística t de *student* y Kruskal-Wallis, respectivamente.

Para analizar las diferencias en el nivel de experimentación de las emociones durante el proyecto en función del sexo se empleó la prueba Kruskal-Wallis y, en función de la afinidad, U de Mann-Whitney.

Por último, con respecto al impacto en la comunidad, el número de dispositivos desenchufados se comparó con el sexo del alumno (U de Mann-Whitney), la afinidad por la materia (Kruskal-Wallis) y la nota media del proyecto (Correlación de Spearman) con la finalidad de analizar si alguna de estas variables repercutía en el traslado del aprendizaje al entorno del alumno.

RESULTADOS

De acuerdo con la metodología descrita, el proyecto comenzó con la formación de los grupos de trabajo del alumnado del máster, dando como resultado la configuración de 5 parejas. Estas expusieron sus propuestas de ApS a sus compañeros y se procedió a la coevaluación. Cada alumno asignó una calificación entre 0 y 10 a cada uno de los ítems para calificar los trabajos de sus compañeros, obteniéndose las notas que se reflejan en la Tabla 2.

Tabla 2

Resultados de la coevaluación de las propuestas de proyectos ApS (P), desglosadas por ítem (I) y la nota media resultante. Para cada ítem se calculó la media de las calificaciones asignadas por los alumnos \pm la desviación estándar. La nota media más elevada se asocia al proyecto 3 (P3), el cual fue seleccionado para las siguientes fases del proceso.

	P1	P2	P3	P4	P5
I1	7,88 \pm 0,78	8,5 \pm 1	8,38 \pm 1,11	8 \pm 0,87	8,25 \pm 0,83
I2	8 \pm 1	8,75 \pm 1,2	8,63 \pm 1,22	8,5 \pm 0,5	9 \pm 0,5
I3	7,88 \pm 0,6	8,88 \pm 1,54	8,25 \pm 1,09	8 \pm 0,87	8,63 \pm 0,99
I4	8,75 \pm 1,3	9 \pm 1,12	9,25 \pm 0,97	9 \pm 0,87	9,5 \pm 0,5
I5	8,5 \pm 1,12	8,13 \pm 1,69	8,38 \pm 0,99	8,25 \pm 0,97	8,5 \pm 0,87
I6	8,88 \pm 1,05	8,5 \pm 1,32	8,25 \pm 0,97	7,5 \pm 0,7	8,13 \pm 1,62
I7	8,88 \pm 0,78	8,25 \pm 0,66	8,13 \pm 0,93	8,5 \pm 0,87	8,5 \pm 0,87
I8	8,38 \pm 0,86	8,38 \pm 0,86	8,88 \pm 0,93	8,25 \pm 0,97	8,38 \pm 0,7
I9	8,13 \pm 0,93	7,75 \pm 1,09	8,38 \pm 0,87	7,88 \pm 0,78	7,75 \pm 0,83
I10	9,5 \pm 0,5	8,13 \pm 1,9	8,5 \pm 1,12	8,38 \pm 0,87	8,13 \pm 1,36
Media	8,48 \pm 0,75	8,43 \pm 0,77	8,5 \pm 0,6	8,23 \pm 0,47	8,48 \pm 0,46

Tal y como se observa en la Tabla 2, la totalidad de las calificaciones asignadas a los ítems se situaron entre el notable y el sobresaliente. Como nota global, todos los proyectos fueron calificados con una nota similar, siendo la nota mínima un 8,23 y la más alta un 8,5, con nota media de 8,42 y desviación estándar de 0,1. Así, la propuesta seleccionada fue la P3, con una mayor calificación por parte del grupo clase.

En la siguiente fase de trabajo la propuesta fue desarrollada en comisiones de trabajo en la asignatura IeI y adaptada en el Prácticum a las necesidades del centro de Educación Secundaria, dando como producto final el proyecto descrito en la metodología. Finalizada la implementación del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma” en 2º de ESO, se evaluaron las evidencias de adquisición de competencias científicas, impacto emocional e impacto en la comunidad, desglosadas a continuación:

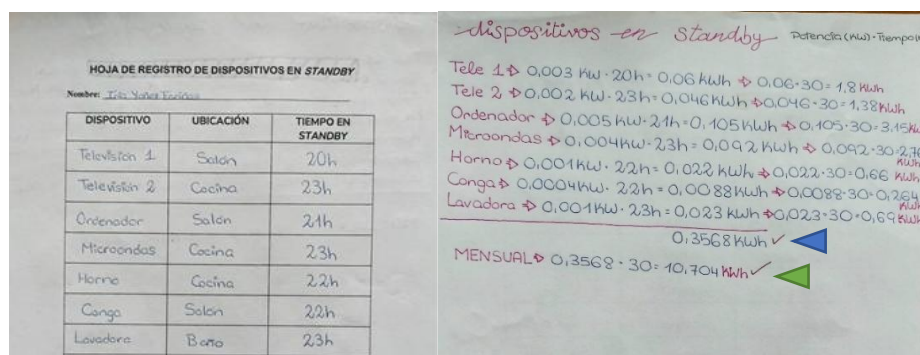
Adquisición de competencias científicas en el alumnado de secundaria

Para valorar el desarrollo competencial del alumnado, se analizaron los productos generados durante el proyecto. En primer lugar, se evaluó la actividad individual de cálculo del consumo energético fantasma a partir de los

dispositivos registrados en sus hogares siguiendo la rúbrica del Anexo IA. En esta actividad los estudiantes aplicaron la fórmula de energía eléctrica (Energía = Potencia × Tiempo) para determinar tanto el consumo diario como el mensual. A modo de ejemplo, la Figura 2 muestra los cálculos realizados por uno de los estudiantes.

Figura 2

Actividad centrada en el cálculo del consumo de energía fantasma en el ámbito doméstico. Se especifica el consumo correspondiente a cada dispositivo identificado, junto con el consumo total estimado por día (señalado con un triángulo azul) y por mes (triángulo verde).

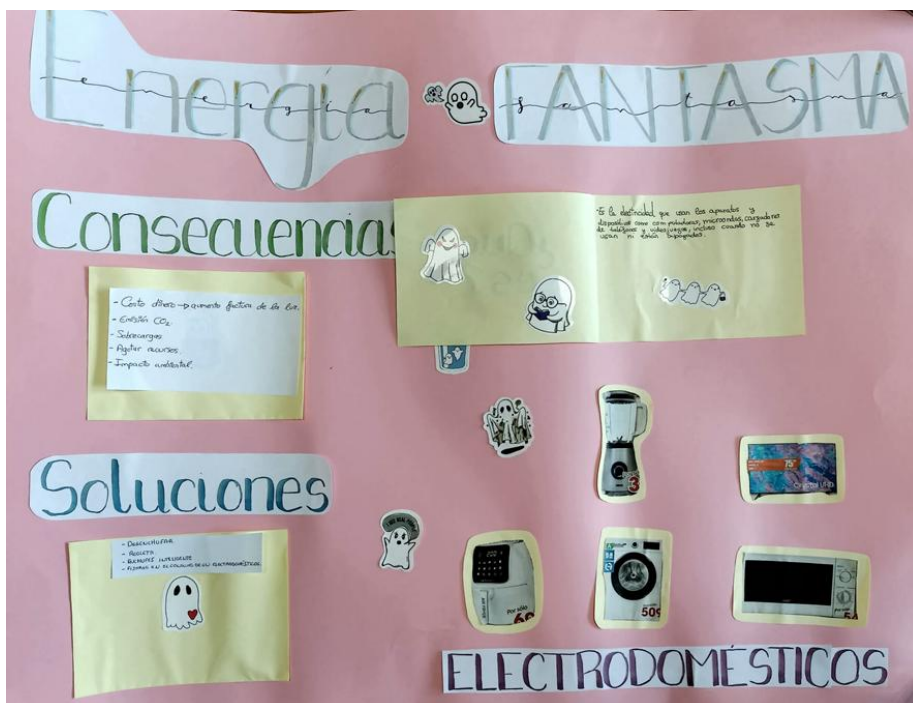


Aquellos que realizaron todos los cálculos correctamente, incluyendo unidades y totales, obtuvieron la puntuación más alta. Las calificaciones en esta tarea, que aportaba un máximo de 2,5 puntos a la nota global, oscilaron entre 2,12 y 2,5, con una media de 2,39 y una desviación estándar de 0,1.

En segundo lugar, se valoraron los trabajos grupales (infografías y vídeos) mediante rúbricas específicas (Anexos IB y IC), combinando heteroevaluación y coevaluación. En las infografías, la nota media fue de 9,24 en la evaluación docente y de 7,58 en la evaluación entre iguales, con una media combinada de 8,41 puntos, y valores extremos de 9,67 y 6,56. En cuanto a los vídeos, la media fue de 9,05 en heteroevaluación y de 8,04 en coevaluación, resultando una nota media de 8,55 puntos, con una máxima de 9,43 y mínima de 7,43. Considerando ambos productos, cuya ponderación conjunta representaba 7,5 puntos, la media general obtenida fue de 6,34, con una desviación de 0,62. En la Figura 3 se muestra una de las infografías elaboradas por alumnos de 2º de ESO.

Figura 3

Ejemplo de una infografía elaborada por un grupo de alumnos durante la implementación del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma”. En ella se indica la definición de energía fantasma, qué dispositivos la consumen y cuáles son sus consecuencias y posibles soluciones.



La nota final del proyecto se calculó como media ponderada entre las tareas individuales y los trabajos grupales, alcanzando una media de 8,74 sobre 10, con una desviación estándar de 0,63. Las calificaciones finales estuvieron comprendidas entre 7,23 y 9,58, situándose todas en la franja de notable o sobresaliente (Tabla 3). El análisis estadístico no reveló diferencias significativas en función del sexo del alumnado ($p = 0,754$) ni según su afinidad hacia la asignatura de Física y Química ($p = 0,741$), lo que sugiere una eficacia equitativa del proyecto en términos de adquisición de competencias.

Tabla 3

Calificaciones del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma”. Se muestra, para cada estudiante, la puntuación obtenida en la actividad individual de cálculo del consumo energético en el hogar; la nota

correspondiente al producto grupal (infografía o vídeo) y la calificación final resultante.

Nº alumno	N. activ.	N. inf/vídeo	N. final	Nº alumno	N. activ.	N. inf/vídeo	N. final
1	10	8,81	9,11	30	10	9,08	9,31
2	9,5	8,81	8,98	31	10	9,08	9,31
3	9,75	8,81	9,05	32	9,75	9,08	9,25
4	9,88	8,81	9,08	33	10	9,08	9,31
5	9,5	7,75	8,19	34	8,5	9,08	8,94
6	9,5	7,75	8,19	35	9,5	9,67	9,63
7	9,75	7,75	8,25	36	9	9,67	9,50
8	9	7,75	8,06	37	9,5	9,67	9,63
9	10	7,75	8,31	38	8,5	9,67	9,38
10	10	9,19	9,39	39	9,25	9,67	9,56
11	10	9,19	9,39	40	9,75	6,56	7,36
12	9,88	9,19	9,36	41	9,25	6,56	7,23
13	9,5	9,19	9,27	42	9,5	6,56	7,30
14	9,5	8,31	8,61	43	9,25	6,56	7,23
15	9,25	8,31	8,55	44	9	8,81	8,86
16	10	8,31	8,73	45	10	8,81	9,11
17	10	9,44	9,58	46	9,5	8,81	8,98
18	10	9,44	9,58	47	9,25	8,81	8,92
19	9,75	9,44	9,52	48	10	7,44	8,08
20	9,25	7,92	8,25	49	10	7,44	8,08
21	9,25	7,92	8,25	50	10	7,44	8,08
22	9,5	7,92	8,31	51	9,25	7,44	7,89
23	10	7,92	8,44	52	9,25	9,06	9,11
24	9	7,92	8,19	53	10	9,06	9,30
25	9,5	8,50	8,75	54	9,75	9,06	9,23
26	9,5	8,50	8,75	55	9,25	8,06	8,36
27	9,5	8,50	8,75	56	9,38	8,06	8,39
28	10	8,50	8,88	57	10	8,06	8,55
29	10	8,50	8,88	58	9,5	8,06	8,42

Impacto emocional

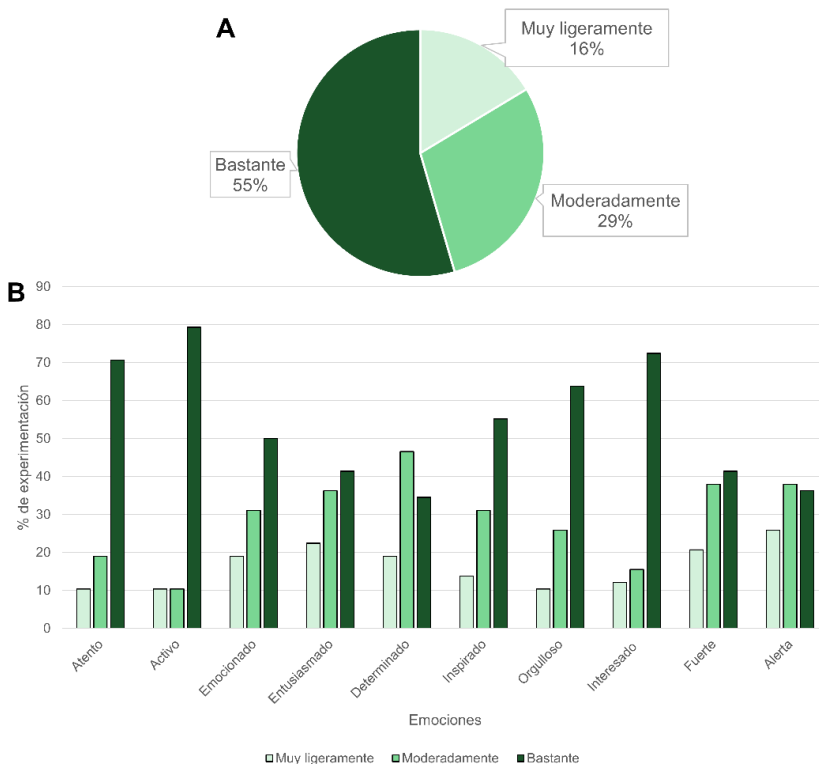
El impacto emocional del proyecto se evaluó mediante un test tipo Likert que incluía una lista de emociones positivas y negativas, permitiendo al alumnado indicar el grado en que las había experimentado (Anexo II). Las

categorías se agruparon en tres niveles: bajo (muy ligeramente o un poco), medio (moderadamente) y alto (bastante o extremadamente).

En cuanto a las emociones positivas, más de la mitad del alumnado (54,5 %) afirmó haberlas experimentado en gran medida, un 29,1 % en grado medio y solo el 16,4 % en grado bajo (Figura 4A). Las emociones más destacadas fueron "activo", "atento" e "interesado", mientras que "determinado" y "alerta" fueron las menos mencionadas (Figura 4B).

Figura 4

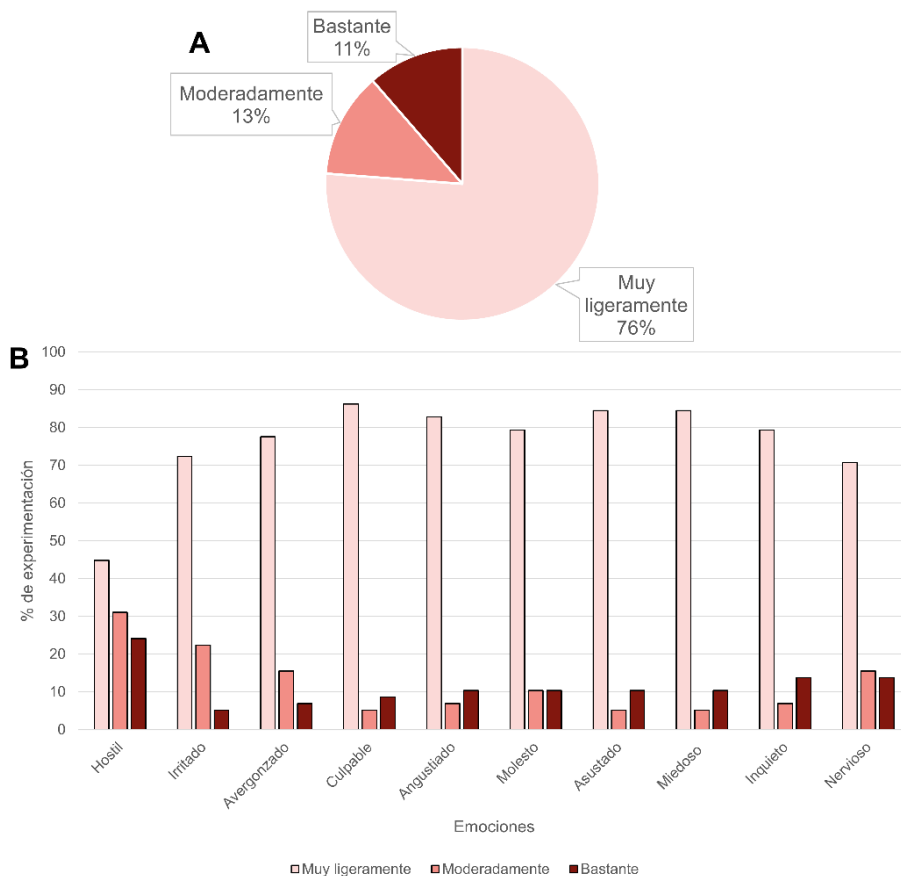
Nivel de vivencia de emociones positivas por parte del alumnado durante la realización del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma”. A) Porcentaje que indica la intensidad con la que los estudiantes experimentaron emociones positivas en conjunto. B) Porcentaje que muestra el grado de intensidad con el que se percibió cada una de las emociones positivas de forma específica.



Respecto a las emociones negativas, la gran mayoría del alumnado (76,2 %) declaró no haberlas sentido o haberlas sentido de forma muy leve. Solo el 12,4% y el 11,4% afirmaron haberlas experimentado en niveles moderado o alto, respectivamente (Figura 5A), sin grandes diferencias entre emociones (Figura 5B).

Figura 5

Nivel de vivencia de emociones negativas por parte del alumnado durante la ejecución del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma”. A) Porcentaje correspondiente al grado de intensidad con el que los estudiantes experimentaron emociones negativas en general. B) Porcentaje que refleja la intensidad con la que se sintió cada una de las emociones negativas de forma individual.



El análisis estadístico reveló que no existían diferencias significativas entre sexos ni en la mayoría de las emociones según la afinidad con la materia. No obstante, se observaron diferencias significativas en las emociones “atento” y “activo”, más frecuentes en estudiantes con mayor afinidad hacia la asignatura de Física y Química.

Impacto en la comunidad

Tres semanas después de la finalización del proyecto, se aplicó un cuestionario para evaluar su impacto en el entorno del alumnado (Anexo III). Los resultados indicaron que un 74,1 % de los estudiantes había intentado aplicar los aprendizajes en su vida diaria (Figura 6A), lo cual se reflejó en que el 78% de los participantes afirmaron haber desenchufado algún dispositivo en sus hogares (Figura 6B). El número medio de dispositivos desconectados fue de 1,5 por alumno, siendo los más mencionados los cargadores de móviles y los televisores (Figura 6C).

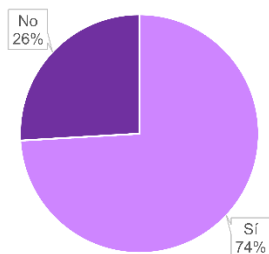
Además, el 80,5 % del alumnado compartió la información adquirida durante el proyecto con personas de su entorno, especialmente con miembros de su familia, alcanzando en algunos casos hasta diez personas (Figura 6D). Este efecto multiplicador evidencia una transferencia real de conocimientos más allá del aula.

Figura 6

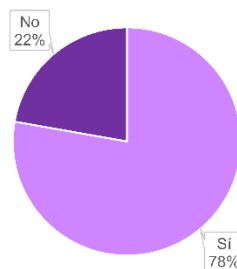
Repercusión del proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma” en el entorno del alumnado. A) Porcentaje de estudiantes que respondieron afirmativamente (lila) o negativamente (morado) a la pregunta “¿Has intentado aplicar el proyecto en tu casa?”. B) Porcentaje de respuestas positivas (lila) o negativas (morado) a la cuestión “¿Eres consciente de haber desenchufado algún dispositivo?”. C) Cantidad de dispositivos que los alumnos afirmaron haber desconectado tras participar en el proyecto. D)

Porcentaje de respuestas afirmativas (lila) o negativas (morado) a la pregunta “¿Le has contado lo aprendido a algún conocido?”.

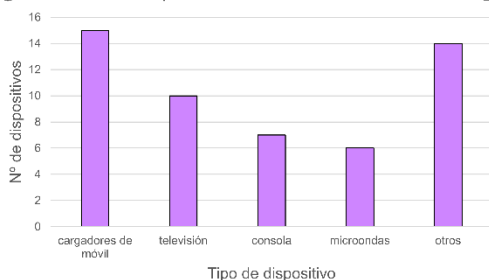
A ¿Has intentado aplicar el proyecto en tu casa?



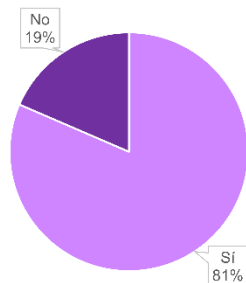
B ¿Eres consciente de haber desenchufado algún dispositivo?



C Dispositivos desenchufados



D ¿Le has contado lo aprendido a algún conocido?



Desde el punto de vista estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre el número de dispositivos desenchufados y el sexo ($p = 0,255$), la afinidad por la asignatura ($p = 0,292$), ni la calificación final obtenida en el proyecto ($p = 0,885$), lo que sugiere que el impacto comunitario fue homogéneo entre los distintos perfiles del alumnado.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La crisis energética global, agravada por los recientes acontecimientos geopolíticos e industriales, pone de manifiesto la urgencia de adoptar modelos de consumo más sostenibles (Gajdzik, Wolniak, Nagaj, Žuromskaitė-Nagaj & Grebski, 2024). Uno de los aspectos más invisibilizados de este problema es el denominado consumo fantasma, es decir, el consumo eléctrico generado por dispositivos conectados en *standby*, que puede representar hasta un 11 % de la factura doméstica (Pitti, Aguilar, Pérez & Serrano, 2018). Frente a esta realidad, la educación tiene un papel decisivo en la formación de ciudadanos capaces de adoptar hábitos responsables, mediante propuestas que integren el conocimiento científico con la acción social (Akram, Fatima & Ahmad, 2024).

En este contexto, el proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma” se ha consolidado como una propuesta pedagógica innovadora que responde a las exigencias educativas de la LOMLOE, al fomentar situaciones de aprendizaje contextualizadas, activas y vinculadas a los ODS. A partir de este planteamiento, la investigación marcó tres objetivos específicos que guiaron su desarrollo y ejecución.

En primer lugar, cabe destacar que en relación al primero de los objetivos específicos del trabajo, se contribuyó a la mejora de la formación práctica de los estudiantes del MUFPEs durante el Prácticum en los institutos. Así, este trabajo ha evidenciado que integrar teoría y práctica mediante experiencias reales en el marco del máster no solo mejora la formación docente, sino que también permite aplicar en contextos escolares los aprendizajes adquiridos en asignaturas como IeI. Tal y como destacan Fernández Álvarez, Carriedo Cayón y González de Mesa (2023) y Cabello y Blanco Fontao (2022), es indispensable que los futuros docentes aprendan a diseñar y aplicar metodologías activas contextualizadas que conecten el currículo con las problemáticas sociales y ambientales actuales. Sin embargo, García-Monge, González-Calvo, Martínez-Álvarez y Rodríguez-Campazas (2020) han advertido sobre la desconexión existente entre el enfoque teórico predominante en la universidad y la realidad compleja del aula. El presente trabajo responde a esta brecha, demostrando que el ApS puede ser una herramienta formativa valiosa tanto para los estudiantes de secundaria como para quienes se están formando como docentes. Asimismo, a través de la elaboración y puesta en marcha del proyecto los futuros docentes han desarrollado la habilidad de adaptar la teoría a la práctica educativa observando la eficacia de su desempeño de una forma objetiva a través de la medición de evidencias plausibles.

Con respecto al segundo de los objetivos, se diseñó e implementó un proyecto de ApS contextualizado en la problemática del consumo de energía fantasma, permitiendo al alumnado de 2º de ESO conectar el aprendizaje académico con su entorno cercano. De esta forma, el desarrollo del proyecto durante el período de Prácticum evidenció su viabilidad y relevancia. A pesar de la heterogeneidad de este nivel educativo, caracterizado por un desarrollo cognitivo aún en transición hacia el pensamiento abstracto (Piaget, 1952), la propuesta permitió trabajar los contenidos del bloque “La energía” del currículo de Física y Química (Decreto 39/2022) mediante el trabajo colaborativo, el enfoque por proyectos y la elaboración de productos significativos. Este diseño facilitó la participación activa de todos los estudiantes y promovió aprendizajes inclusivos, en consonancia con las orientaciones metodológicas de la normativa vigente.

De este modo, el proyecto no solo se alinea con los principios de la EDS (Lozano, López, Pereira & Blanco Fontao, 2022; Nieto Sánchez & Blanco Fontao, 2025), sino que constituye una estrategia eficaz para implementar los ODS 7 y 13, sumándose a otras experiencias educativas que han demostrado el potencial del ApS para abordar distintos retos vinculados a la sostenibilidad. Así, se han desarrollado proyectos centrados en la mejora de competencias sociales y conocimientos sobre electricidad a través del trabajo en torno a la pobreza energética (García Laso, Martín Sánchez, Costafreda Mustelier, J. L., Núñez Varela & Rodríguez Rama, 2019), en la sensibilización de estudiantes universitarios respecto a la huella de carbono de los alimentos que consumen (Blanco Fontao & Lozano, 2024), o en la protección del entorno urbano mediante la creación de un mapa interactivo de la ciudad de Cáceres (Martín-Sánchez, González-Gómez & Jeong, 2022). Estas iniciativas, al igual que “Tras la sombra de la energía fantasma”, demuestran cómo el ApS puede conectar el aprendizaje curricular con acciones concretas orientadas al desarrollo sostenible.

En tercer lugar, el proyecto resultó ser eficaz para el desarrollo de competencias clave de los alumnos de secundaria, produciendo un impacto positivo en sus emociones y observándose una transferencia de los aprendizajes del aula a la comunidad (objetivo específico 3). Desde el punto de vista de la adquisición de competencias científicas, las calificaciones obtenidas, situadas en los rangos de notable y sobresaliente, reflejan el valor de combinar tareas individuales con trabajos colaborativos evaluados mediante rúbricas. La equidad de estas calificaciones, independientemente del sexo o del interés previo en la asignatura, refuerza el potencial del ApS como metodología integradora. Estos hallazgos son coherentes con otras investigaciones en las que se ha constatado la mejora del rendimiento y el desarrollo de habilidades prácticas, sociales y ciudadanas gracias al ApS (Buenaventura-Rubio, 2025; Cebrián, Fernández, Fuertes, Moraleda & Segalàs, 2019).

En la dimensión emocional, el uso del test PANAS permitió constatar que el alumnado experimentó mayoritariamente emociones positivas como atención, entusiasmo o interés, mientras que las emociones negativas apenas estuvieron presentes. Estos resultados subrayan el valor de conectar el contenido académico con el contexto próximo del estudiante para generar motivación y una actitud positiva hacia el aprendizaje (Salcedo-de-la-Fuente, Herrera-Carrasco, Illanes-Aguilar, Poblete-Valderrama & Rodas-Kürten, 2024; Candela-Soto, Sánchez-Pérez & Ávila-Francés, 2021). Además, el hecho de que la afinidad con la materia solo afectara de forma significativa a dos

emociones refuerza la idea de que la propuesta logra despertar el interés incluso en quienes inicialmente no se sentían atraídos por la Física y Química.

En cuanto al impacto en la comunidad, los datos del post-test reflejan una transferencia clara del aprendizaje al entorno familiar, tanto en la modificación de hábitos de consumo energético como en la difusión de los conocimientos adquiridos. El hecho de que más del 80 % de los estudiantes comunicara lo aprendido a su entorno inmediato muestra el potencial multiplicador de este tipo de proyectos. Esta externalización del aprendizaje, promovida por su contextualización y relevancia social, ya había sido señalada por Blanco Fontao y Lozano (2024) como un indicador clave de la eficacia del ApS para transformar actitudes y comportamientos dentro y fuera del aula.

En conjunto, el cumplimiento de los tres objetivos específicos condujo al logro del objetivo general del estudio: contribuir a la mejora de la formación inicial del profesorado a través de una experiencia didáctica real y comprometida con la sostenibilidad. El proyecto no solo fortaleció la capacitación de los futuros docentes, sino que también promovió una ciudadanía crítica y ecológicamente consciente entre el alumnado de secundaria, demostrando que el ApS es una vía efectiva para articular teoría y práctica, ciencia y sociedad, educación y acción transformadora.

No obstante, este estudio presenta ciertas limitaciones. Primero, el número de alumnos universitarios que participaron en la implementación del proyecto fue reducido, lo que limitó el número de alumnos de ESO a los que se llegó. Segundo, aunque se evaluó el impacto comunitario tres semanas después de finalizar el proyecto, el seguimiento no se prolongó más allá por razones de calendario académico. Esto impide conocer si los cambios en hábitos y actitudes se mantuvieron a medio o largo plazo. Por ello, futuras investigaciones podrían incorporar estudios longitudinales para valorar la persistencia del impacto, e implicar a un mayor número de docentes en formación para así implementarlo en más institutos y poder analizar la percepción del alumnado universitario sobre la utilidad pedagógica de implementar este tipo de propuestas en su formación práctica.

En conclusión, el proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma” ha demostrado el valor transformador de la metodología ApS en la Educación Secundaria, tanto para el alumnado como para la formación inicial del profesorado. Su implementación ha permitido abordar contenidos curriculares desde una perspectiva crítica y aplicada, mejorar el rendimiento académico, despertar emociones positivas vinculadas al aprendizaje y generar un impacto real en el entorno familiar y social del alumnado. En línea con los principios de

la LOMLOE, la EDS y los ODS, esta experiencia representa una vía efectiva para avanzar hacia una educación comprometida con los desafíos del siglo XXI, fortaleciendo el vínculo entre el conocimiento científico y la acción ciudadana en favor de la sostenibilidad.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

CBF concibió la idea inicial, desarrollada junto a EAP. Durante su puesta en marcha, CBF desarrolló la metodología y recogió datos en los alumnos universitarios y EAP en los de secundaria. CBF se encargó de su análisis estadístico y EAP de su interpretación y discusión. EAP escribió el primer borrador del artículo bajo la supervisión de CBF. Ambas autoras aprobaron la versión final del proyecto.

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

La autora EAP proporcionará los datos que respaldan los hallazgos de este estudio si se lo solicita razonablemente.

FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

Este trabajo ha sido financiado por el grupo de innovación docente INNOSCIENCE (GID070ULE).

REFERENCIAS

Akram, M., Fatima, S. A., & Ahmad, N. (2024). Comparing Students' Science Motivation and their Achievement in Science Subjects at Secondary Level. *Global Social Sciences Review*, IX(II), 72-83.
[https://doi.org/10.31703/gssr.2024\(IX-II\).08](https://doi.org/10.31703/gssr.2024(IX-II).08)

Amurrio Santiago, J. & Gutiérrez-Crespo, E. (2022). Cómo iniciar un proyecto de aprendizaje-servicio. *Educación y Orientación: La Revista de la COPOE*, (16), 19–21.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8437201>

Blanco Fontao, C. & Lozano, A. (2024). Eficacia del aprendizaje servicio en maestros en formación para el desarrollo de su futuro desempeño docente. *Revista de Investigación en Educación*, 22(2), 212–223.
<https://doi.org/10.35869/REINED.V22I2.5379>

Buenaventura-Rubio, M. A. (2025). Determinantes en el desarrollo de competencias estudiantiles a través de proyectos de cooperación

cívico-cultural y aprendizaje-servicio. *European Public y Social Innovation Review*, 10, 1–19. <https://doi.org/10.31637/EPSIR-2025-1319>

Cabana, M. F., Paladini, R. I., Villordo, F. E., & Lapasta, L. (2024). La crisis energética eléctrica como problema socio-científico vertebrador de una secuencia didáctica: una experiencia de articulación entre investigación y docencia. *Revista de Enseñanza de La Física*, 36, 49–57. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v36.n.47220>

Cabello, A. & Blanco Fontao, C. (2022). Objetivos de Desarrollo Sostenible: Análisis de su conocimiento e intereses educativos del profesorado de Secundaria en formación de la Universidad de León. *Revista de Investigación en Educación*, 20(2), 240-256. <https://doi.org/10.35869/reined.v20i2.4228>

Candela-Soto, P., Sánchez-Pérez, M. C., & Ávila-Francés, M. (2021). Aprendizaje-servicio en la enseñanza de la Sociología a futuros docentes. *Alteridad*, 16(1), 38–50. <https://doi.org/10.17163/ALT.V16N1.2021.03>

Cebrián, G., Fernández, M., Fuertes, M. T., Moraleta, Á., & Segalàs, J. (2019). La influencia del aprendizaje-servicio en el desarrollo de competencias en sostenibilidad en estudiantes universitarios. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 71(3), 151–167. <https://doi.org/10.13042/BORDON.2019.68276>

Cuervo, L., Bonastre, C., Camilli, C., Arroyo, D., & García, D. (2023). Digital Competences in Teacher Training and Music Education via Service Learning: A Mixed-Method Research Project. *Education Sciences*, 13(5), 459. <https://doi.org/10.3390/educsci13050459>

Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., & Sánchez Martín, J. (2021). ¿Influyen las emociones en la percepción de la capacidad para aprender contenidos de Física y Química? El caso de alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *Educación Química*, 32(4), 169–179. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.77225>

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. Boletín Oficial de Castilla y León núm. 190, de 30 de septiembre de 2022, pp. 48850-49542. <https://bocyl.jcyl.es/boletines/2022/09/30/pdf/BOCYL-D-30092022-3.pdf>

Fernández Álvarez, L. E., Carriedo Cayón A., & González de Mesa, C. (2023). Diseño de una situación de aprendizaje para 1º de bachiller basada en el diseño, puesta en práctica y valoración de un plan de autoentrenamiento. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 14(80), 61-76. <http://emasf.webcindario.com>

Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage.

Gajdzik, B., Wolniak, R., Nagaj, R., Żuromskaitė-Nagaj, B., & Grebski, W. W. (2024). The Influence of the Global Energy Crisis on Energy Efficiency: A Comprehensive Analysis. *Energies*, 17(4), 947. <https://doi.org/10.3390/EN17040947>

García Laso, G., Martín Sánchez, D. A., Costafreda Mustelier, J. L., Núñez Varela, E., & Rodríguez Rama, J. A. (2019, 9-11 de octubre). *Aprendizaje-Servicio (ApS) como metodología para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. [Conferencia]. V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019), Madrid, España. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0091>

García-Cano Torrico, M., Hinojosa Pareja, E., Alcalde Sánchez, I., Álvarez Sotomayor, A., Cerrillo Vidal, J. A., Hidalgo Ariza, M. D., & Martínez Carmona, J. (2019). Aprendizaje-Servicio: aprender desde la experiencia y la reflexión. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(3), 74–87. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v8i3.12277>

García-Monge, A., González-Calvo, G., Martínez-Álvarez, L., & Rodríguez-Campazas, H. (2020). Aula extendida: acercando el aula universitaria a los contextos escolares para reducir la distancia "teoría-práctica". *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 37, 563-571. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.74168>

- Granados-Alós, L. & Catalán-Gregori, B. (2025). Aplicación de la metodología aprendizaje-servicio en el ámbito universitario. *European Public y Social Innovation Review*, 10, 1–18. <https://doi.org/10.31637/EPSIR-2025-1243>
- Gutiérrez Vásquez, A., Candela Rodríguez, B. F., & Gallardo Guzmán, L. M. (2022). Implementación y evaluación de un objeto de aprendizaje en ciencias naturales: el caso de la energía eléctrica. *Revista Boletín Redipe*, 11(8), 64–79. <https://doi.org/10.36260/RBR.V11I08.1869>
- Hermawati, T. (2022). Analysing science teachers' difficulties in teaching the concept of electricity in junior high school. *Research in Physics Education*, 1(1), 33–44. <https://doi.org/10.31980/RIPE.V1I1.22>
- La Marca, A., Martino, F., & Zuccaro, C. (2023). Formazione Service e-Learning: esperienza media-educativa. *Media Education*, 14(1), 83-94. <https://doi.org/10.36253/me-14308>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, pp. 1-83, <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-17264-consolidado.pdf>
- Lozano, A., López, R., Pereira, F. J., & Blanco Fontao, C. (2022). Impact of Cooperative Learning and Project-Based Learning through Emotional Intelligence: A Comparison of Methodologies for Implementing SDGs. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(24), 16977. <https://doi.org/10.3390/IJERPH192416977>
- Martín-Sánchez, A., González-Gómez, D., & Jeong, J. S. (2022). Service Learning as an Education for Sustainable Development (ESD) Teaching Strategy: Design, Implementation, and Evaluation in a STEM University Course. *Sustainability*, 14(12), 6965. <https://doi.org/10.3390/SU14126965>
- Méndez Coca, D. (2015). ESTUDIO DE LAS MOTIVACIONES DE LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA DE FÍSICA Y QUÍMICA Y LA INFLUENCIA DE LAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA

EN SU INTERÉS. *Educación XXI*, 18(2), 215–235.
<https://doi.org/10.5944/EDUCXX1.14602>

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación [BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020]. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-16812>

Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (MEFPD). (2024). *Sistema Estatal de Indicadores de la Educación*. <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/indicadores/sistema-estatal-indicadores.html>

Negre-Bennasar, F., Crosetti, B. B., Tur Ferrer, G., & Villatoro-Moral, S. (2023). Diseño e implementación de un modelo Aprendizaje-Servicio dirigido a los Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicando técnicas de codiseño. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(3), 177-19. <https://doi.org/10.6018/reifop.558221>

Nieto Sánchez, M., & Blanco Fontao, C. (2025). Análisis sobre el conocimiento e implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el profesorado de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado. Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, 100(NE), 75–87. <https://doi.org/10.47553/rifop.v100iNE.102664>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

- Pitti, R., Aguilar, C., Pérez, E., & Serrano, V. (2018). Control de consumo eléctrico residencial automatizado. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 15–22. <https://doi.org/10.33412/REV-RIC.V4.0.1813>
- Puig Rovira, J. M. (2015). *¿Cómo realizar un proyecto de aprendizaje de servicio? : 11 ideas clave*. Graó.
- Salcedo-de-la-Fuente, R., Herrera-Carrasco, L., Illanes-Aguilar, L., Poblete-Valderrama, F., & Rodas-Kürten, V. (2024). Las emociones en el proceso de aprendizaje: revisión sistemática. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, 23(51), 253–271. <https://doi.org/10.21703/REXE.V23I51.1991>
- Torres, R., Jesús, M., & Funcas, F. (2022). La economía española, de la pandemia a la crisis energética. *Papeles de Economía Española*, (173), 2–15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8702129yinfo=resumenyidioma=ENG>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>

ANEXOS

Anexo I

A) *RÚBRICA PARA ACTIVIDADES EN EL AULA*




Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Suficiente (2)	Insuficiente (1)
Participación activa	Participa siempre con interés, hace preguntas y colabora espontáneamente.	Participa de forma habitual, aunque a veces necesita motivación.	Participa de manera irregular, solo cuando se le pide.	Apenas participa o muestra desinterés.
Trabajo en equipo	Coopera muy bien con los compañeros, escucha y ayuda.	Trabaja bien en grupo, aunque a veces le cuesta escuchar o ceder.	Participa poco en el grupo o no siempre colabora.	No coopera, interrumpe o se aísla del grupo.
Actitud y respeto	Siempre muestra respeto hacia compañeros y normas de trabajo.	Generalmente es respetuoso, con algún descuido puntual.	A veces falta de respeto o no sigue bien las normas.	Actitud poco respetuosa o disruptiva.
Entrega de actividades	Entrega todas las hojas completas, claras y bien presentadas.	Entrega las hojas, aunque algunas incompletas o poco claras.	Entrega tarde, incompletas o con presentación descuidada.	No entrega actividades o las entrega sin sentido.
Calidad de las actividades	Actividades muy bien desarrolladas: respuestas claras, reflexivas y ordenadas.	Actividades correctas, aunque algo superficiales o desordenadas.	Actividades incompletas, confusas o poco reflexionadas.	Actividades mal hechas, copiadas o sin reflexión.

B) *EVALUACIÓN DE INFOGRAFÍA*

Nombre del grupo evaluado: _____

Nombre del grupo evaluador: _____

Marca el color que mejor representa cómo lo ha hecho el grupo:

Aspecto	 Verde bien	 (Muy Amarillo o menos)	 (Más Rojo mejorar)	(Debe mejorar)
¿Explican claramente qué es la energía fantasma?				
¿Mencionan varios dispositivos que consumen energía?				
¿Explican bien las consecuencias (económicas y ambientales)?				
¿Proponen buenas soluciones para ahorrar energía?				
¿La infografía está ordenada, clara y bonita?				
¿Exponen de forma clara y con buena voz?				

Comentario positivo:





Sugerencia para mejorar:

C) *EVALUACIÓN DE VÍDEO ENTREVISTA*

Nombre del grupo evaluado: _____

Nombre del grupo evaluador: _____

Marca el color que mejor representa cómo lo ha hecho el grupo:

Aspecto	 Verde bien)	 (Muy Amarillo o menos)	 (Más Rojo mejorar)	 (Debe mejorar)
¿Explican claramente qué es la energía fantasma?				
¿Mencionan varios dispositivos que consumen energía?				
¿Explican bien las consecuencias (económicas y ambientales)?				
¿Proponen buenas soluciones para ahorrar energía?				
¿Se entiende bien lo que dicen (voz clara y buen ritmo)?				
¿El vídeo es original y sigue el formato de entrevista (Pin Pon)?				

Comentario positivo:

Sugerencia para mejorar:

Anexo II

Test emocional sobre el proyecto “Tras la sombra de la energía fantasma” modificado del test PANAS (Watson, Clark & Tellegen, 1988)

Instrucciones: Por favor, responde sinceramente a las siguientes preguntas. No hay respuestas correctas o incorrectas. Tu opinión es muy valiosa.

Datos generales:

1. Sexo:

Masculino

Femenino

2. Edad: _____ años

3. Clase: _____

3. Afinidad hacia la asignatura (marca una opción):

Me desagrada mucho

Me desagrada

Ni me gusta ni me disgusta

Me gusta

Me gusta mucho

Emociones relacionadas con el proyecto

Indica en qué grado has experimentado las siguientes emociones en relación con la realización del proyecto. Marca solo una opción por emoción:

Emoción	Muy ligeramente / Nunca	Un poco	Moderadamente	Bastante	Extremadamente
Atento/a					
Activo/a					
Alerta					
Emocionado/a					
Entusiasmado/a					
Determinado/a					
Inspirado/a					
Orgullosa/a					
Interesado/a					
Fuerte					
Hostil					
Irritado/a					
Avergonzado/a					
Culpable					
Angustiado/a					
Molesto/a					
Asustado/a					
Miedoso/a					
Inquieto/a					
Nervioso/a					

Anexo III

Post-test de impacto en la comunidad del proyecto "Tras la sombra de la energía fantasma"

Nombre: _____

Clase: _____

Afinidad hacia la asignatura (marca una opción):

- Me desagrada mucho
- Me desagrada
- Ni me gusta ni me disgusta
- Me gusta
- Me gusta mucho

Impacto en la comunidad del proyecto: Responde con sinceridad a las siguientes cuestiones relacionadas con el proyecto "Tras la sombra de la energía fantasma":

¿Has intentado aplicar lo aprendido en tu casa?

- Sí
- No

¿Le has contado lo aprendido a algún conocido, amigo o familiar?

- Sí
- No

En caso de respuesta afirmativa, ¿a cuántas personas se lo has contado?

¿Eres consciente de haber desenchufado algunos dispositivos?

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿qué dispositivos has desenchufado?
