

# Investigación basada en el diseño: secuencia didáctica sobre gestión de residuos en la formación de profesorado

## Design-based research: didactic sequence on waste management in teacher training

DOI: 10.7203/DCES.46.27416

**Annabella Salamanca Villate**

Universidad de Zaragoza, annasv@unizar.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9557-4191>

**Guiomar Calvo Sevillano**

Universidad de Zaragoza, gcalvose@unizar.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9263-7321>

**Amaya Satrústegui Moreno**

Colegio Sagrado Corazón Moncayo,

asatrustegui@unizar.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-9679-4287>

**Javier Martínez-Aznar**

Universidad de Zaragoza, aznar@unizar.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5899-7067>

**RESUMEN:** El personal docente, dado el efecto multiplicador que pueden tener sus acciones, debe ser consciente de la importancia de trabajar en el aula el consumo responsable y la separación de residuos. Para ello, partiendo de experiencias previas, se ha desarrollado una secuencia de actividades para el alumnado de los grados de Magisterio en Educación Infantil y de Educación Primaria. La secuencia, compuesta por seis actividades, buscaba mejorar los conocimientos y comportamientos del alumnado y dotarles de herramientas para implementar secuencias similares en el futuro. Se ha visto que la secuencia ha tenido un impacto positivo, sirviendo para concienciarles sobre los tipos de residuos que se generan en la facultad, cómo se gestionan, a desterrar falsos mitos y a sentirse más seguros para trabajar estos aspectos en sus futuras aulas. Con los resultados, se han establecido mejoras de cara a poder implementar esta secuencia en sucesivos cursos.

**PALABRAS CLAVE:** investigación basada en el diseño, docentes en formación, objetivos de desarrollo sostenible, consumo responsable, separación de residuos

**ABSTRACT:** Considering the multiplying effect their actions can have, teachers should be aware of the importance of promoting responsible consumption and waste separation in the classroom. To achieve this, drawing from previous experiences, a sequence of activities has been developed for students in the Degrees of Early Childhood Education and Primary Education. This sequence, consisting of six activities, aimed to improve the students' knowledge and behaviour while equipping them with tools to implement similar sequences in the future. A positive impact of the sequence was observed, raising their awareness of the types of waste generated in the university, how it is managed, dispelling false myths and increasing their confidence to work on these issues in their future teaching. Based on the results, improvements have been established for the implementation of this sequence in subsequent courses.

**KEYWORDS:** design-based research, preservice teachers, sustainable development goals, sustainable consumption, waste sorting

**Fecha de recepción:** septiembre de 2023

**Fecha de aceptación:** abril de 2024

---

Agradecimientos. Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo institucional de la Convocatoria competitiva de Proyectos de Innovación de la Universidad de Zaragoza (PI\_DTOST) en el año 2022/2023 y con referencia 747 con título "Sensibilización del profesorado en formación sobre el consumo responsable y el manejo de residuos y su contribución a la sostenibilidad". Las personas firmantes pertenecientes al Grupo de referencia Beagle - Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27\_23R, Gobierno de Aragón) y al Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), quieren agradecer también la colaboración del personal de la empresa GRHUSA, por llevar a cabo la charla en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación y por la visita a la planta de tratamiento de residuos, y la colaboración de Nuria Sánchez León al llevar a cabo la implementación de la fase exploratoria del proyecto en su aula en el curso 2022/23.

## 1. FORMACIÓN DEL PROFESORADO Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

El contexto actual es crítico con la falta de trascendencia y utilidad para la práctica educativa de gran parte de las investigaciones en didáctica (Romero-Ariza, 2014). La necesidad de poner en práctica la investigación didáctica constituye un aspecto fundamental para abordar los problemas sociales, económicos y medioambientales que enmarcan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este marco, la institución universitaria es vital, ya que forma a los actuales y futuros ejecutores de estos objetivos mediante la aplicación de criterios en los ámbitos de la educación, investigación, innovación y liderazgo (SDSN, 2017).

Se han detectado distintas carencias conceptuales, relacionadas con temas ambientales en el profesorado en activo (Lee, 2000), concretamente en docentes de Educación Infantil (Pro Chereguini et al. 2020). También se han detectado carencias de conocimientos ambientales en el profesorado en formación en países como Turquía, Malasia o Israel (Tuncer et al., 2009; Yavetz et al., 2009; Muda et al. 2011). Álvarez-García y sus colaboradores (2018), encontraron que un tercio del alumnado del Grado de Magisterio en Educación Primaria (GMEP) de la Universitat de les Illes Balears (España) poseía un bajo conocimiento relacionado con los principios básicos del planeta como sistema biofísico. Así mismo, Tuncer et al. (2014) y Álvarez-García et al. (2018) ponen de manifiesto el déficit en la capacidad del profesorado en formación para identificar, analizar, investigar y evaluar la crisis ambiental y relacionarla con los sistemas sociales.

Por ello, Guerrero Fernández et al. (2021) consideran que la alfabetización ambiental es esencial en los planes de estudios de la formación inicial docente universitaria que debe abordar las dimensiones de: (a) conocimientos y habilidades, b) actitudes y emociones y c) comportamientos ambientales (Guerrero Fernández et al., 2022).

También es importante emplear metodologías activas, que permitan un aprendizaje vivencial y experiencial, y que fomenten la reflexión, participación y concienciación del alumnado (Carbonell-Alcocer et al., 2023). La metodología del aprendizaje basado en indagación (ABI) resulta adecuada para la enseñanza de las ciencias porque fomenta la exploración, la experimentación y la explicación científica de fenómenos o acontecimientos en un entorno de colaboración (Crawford, 2014; Martínez Chico et al., 2015). El generar conciencia respecto a un problema cercano, en este caso de tipo ambiental, ayuda a que el futuro profesorado vea cómo los conocimientos, y la forma en que se transmiten, va a influir en los resultados y en la visión de la ciencia del alumnado (García-Carmona et al, 2012; Aragón et al., 2021).

Las experiencias de aprendizaje concretas y motivadoras en las que el alumnado es el protagonista y, por lo tanto, puede tomar sus propias decisiones, pueden conllevar una mayor implicación emocional (Heras et al., 2022). En esta línea, las salidas fuera del aula estimulan la motivación y el interés y ello facilita que el aprendizaje sea significativo (Fägerstam, 2014; Mann et al., 2021). También, las visitas de personas externas al aula fomentan la curiosidad y el aprendizaje por la activación del hipocampo (Gruber et al., 2014).

Combinando en el diseño didáctico todos estos contenidos y metodologías para la formación de docentes, se pueden aplicar las medidas que hagan más óptimo el diseño que ayudará a avanzar a la sociedad, hacia estilos de consumo cada vez más responsables y hacia una educación de calidad, aportando acciones efectivas a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030.

La escuela es un elemento clave para llegar hasta un modelo de consumo que sea más sostenible y respetuoso con el medio ambiente (Pérez-Mora y Gértrudix-Barrio, 2020). La nueva legislación educativa española, considera necesario trabajar en las aulas de Educación Infantil y Educación Primaria contenidos como la prevención y gestión de residuos y el consumo responsable (Ley Orgánica 3/2020).

## 2. INVESTIGACIÓN BASADA EN EL DISEÑO

La investigación y reflexión en el diseño y la estructura de las intervenciones didácticas en la formación del profesorado, que conciba la educación como desarrollo sostenible (Aramburuzabala et al., 2013), es esencial para conseguir una enseñanza de calidad.

La Investigación Basada en el Diseño (IBD) apareció a principios del siglo XXI como un tipo de investigación que podía acercar la investigación teórica y la educación formal (Anderson y Shattuck, 2012). Esta práctica promueve el uso de la investigación sistemática para retroalimentar la teoría y la experiencia, con el principal propósito de resolver un problema determinado o mejorar el ejercicio docente (Romero-Ariza, 2014). No sólo se limita a diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje ad hoc, de aplicación directa en el aula, y obtener datos para probar su utilidad (Greca et al., 2021), sino que pretende generar nuevo conocimiento didáctico observando qué ha sucedido durante el transcurso de la secuencia y desarrollando teorías educativas de aplicación en el aula (Guisasola et al., 2021; Kortland y Klaassen, 2010).

Algunos estudios recomiendan que se sigan cuatro fases en la IBD: diseño, implementación, evaluación y rediseño de las intervenciones (McKenney y Reeves, 2018). Aun así, es necesario tener en cuenta que no se trata de un proceso que se lleve a cabo de forma lineal, sino que se parece más a un proceso cíclico con distintas iteraciones, tanto dentro de cada una de las fases como de manera más global (Plomp, 2013).

La fase del diseño se debe sustentar en una investigación preliminar que tenga en cuenta a todas las personas que puedan estar potencialmente implicadas, definir el problema de forma concreta, adaptado a las necesidades del contexto, y llevar a cabo una revisión bibliográfica (Romero-Ariza, 2014). Todo esto permite poder desarrollar un plan de trabajo, que se puede incluir también dentro de la preparación del diseño (elaboración de la intervención, actividades, materiales...) (Balladares-Burgos, 2018; Guisasola et al., 2021). Tras esta fase tiene lugar la implementación, la propia puesta en marcha de la secuencia. A continuación, es necesario realizar un análisis retrospectivo de lo que ha sucedido. Este análisis se puede dividir en dos fases, una primera que consiste en ver si con la estrategia seguida se ha podido mejorar el aprendizaje del alumnado y una segunda que consiste en analizar la secuencia planteada (problemas imprevistos, necesidades de modificaciones detectadas, etc.). Todo esto permite finalmente poder establecer propuestas de mejora de cara a rediseñar la secuencia o actividades planteadas (Reeves, 2006).

La IBD permite la combinación de elementos que pueden concretarse en un diseño efectivo, articulado en actividades flexibles y adaptativas a diferentes contextos o situaciones que puedan incorporar nuevas variables sin que se pierda la esencia y el objetivo de la investigación. Este tipo de investigación puede emplearse en la enseñanza de las ciencias para promover no solamente innovaciones en la docencia, sino también para crear y diseñar secuencias que fomenten el interés, las competencias y habilidades relacionadas con las ciencias en el alumnado (Psillos y Kariotoglou, 2016). Seguir este enfoque permite ir más allá de aprender el contenido a través de una determinada metodología, como puede ser la indagación o de investigación orientada, ya que permite que el alumnado sea consciente y ponga en práctica distintas estrategias habituales en las prácticas científicas (Guisasola et al., 2021). Sin embargo, es importante recalcar que esto debe ser combinado con una serie de metas que permitan cumplir los objetivos y contenidos fijados en los planes de estudio.

Dado que el objetivo es mejorar el aprendizaje del alumnado, se trata de un proceso de investigación que se puede emplear para analizar las prácticas llevadas a cabo en distintos niveles educativos, entre los que destaca la formación inicial del profesorado (Cobo-Huesa et al., 2021). La investigación de Xu et al. (2022) relacionada con la IBD indica la necesidad de más investigaciones que puedan informar sobre las estrategias a utilizar por los docentes universitarios de cara a desarrollar las habilidades de sus estudiantes que les lleven a tomar las decisiones más efectivas en sus futuros diseños didácticos.

La formación de profesorado en temas relacionados con la sostenibilidad y el consumo responsable, aumenta la posibilidad del efecto multiplicador de buenas prácticas en las escuelas, con las niñas y niños, a través del ejercicio profesional de la docencia. Además, a través de su visión de docentes en formación que están aprendiendo cómo impartir clases en el futuro, pueden valorar mejor qué tipo de actividades y qué tipo de diseños favorecen un mejor aprendizaje (Juuti et al., 2016). De esta manera, la escuela se fortalece en la formación de ciudadanos que representan los futuros consumidores de servicios y productos (Hugo, 2022).

### 3. OBJETIVOS

A la hora de llevar a cabo una IBD es fundamental partir de una pregunta de investigación (Plomp, 2013). En este caso, se buscaba conocer cuál había sido el impacto de la secuencia diseñada sobre consumo responsable y separación de residuos en los conocimientos, comportamientos y actitudes en estudiantes del Grado de Magisterio en Educación Infantil (GMEI) y el Grado de Magisterio en Educación Primaria (GMEP), especialmente de cara a cómo les había ayudado para poder reflexionar y trabajar estos aspectos en los hábitos y rutinas en su futura labor docente.

Esto se complementa con los siguientes objetivos específicos de este trabajo:

- Realizar una práctica exploratoria para identificar el nivel de conocimientos de partida del alumnado del GMEP.
- Diseñar e implementar una intervención educativa que contribuya a la concienciación y formación en separación y gestión de residuos en el alumnado del GMEI y GMEP.
- Identificar las actividades susceptibles de mejora.
- Rediseñar la secuencia didáctica de cara a futuras implementaciones.

### 4. METODOLOGÍA

Esta IBD se ha desarrollado en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación y consta de tres fases: durante el curso 2021 -2022 se realizó una primera fase exploratoria y en el curso 2022-2023 se llevaron a cabo la fase de diseño e implementación, así como la de identificación de aspectos mejorables para el rediseño.

#### 4.1. Fase Exploratoria de la intervención

Durante el curso 2021-2022 se detectó que los contenedores de separación de residuos de la facultad no estaban siendo correctamente empleados. Quedó patente la falta de sensibilización y de conocimientos sobre la temática del alumnado dado que, cuando tenían que deshacerse de un residuo, lo depositaban en el contenedor más cercano en lugar de buscar el contenedor más adecuado.

Por este motivo, se llevó a cabo una práctica de carácter exploratorio relacionada con la separación de materiales en función de sus propiedades con el alumnado de segundo curso de la asignatura Didáctica del medio físico y químico. La práctica se centró en la importancia de la correcta separación de residuos urbanos, en la que el alumnado contaba con una bolsa llena de residuos variados que había ido acumulando una persona a lo largo de unos pocos días (papel de periódico, cartones, cajas de pizza vacías, aceite usado, envases biodegradables, entre otros) que tenían que separar en sus correspondientes contenedores, pudiéndose ayudar de aplicaciones de móvil y búsquedas a través de internet. A la par con la práctica de separación, se realizó un debate moderado por las responsables de la asignatura que aportó información sobre la gestión de residuos. El objetivo de este debate era que tomaran conciencia de la cantidad de residuos que puede generar una persona a la semana y hacerles reflexionar sobre la importancia del consumo responsable y la minimización de residuos plásticos.

Tras la separación de los residuos y la reflexión generada en el debate, los alumnos, distribuidos en grupos, tuvieron que analizar, con la ayuda de guantes, el contenido de los contenedores de papel y plástico dispuestos en los pasillos de la propia facultad. El contacto directo con los residuos de los contenedores constituye una experiencia vivencial de impacto a nivel sensorial que moviliza notablemente el interés de los estudiantes por el tema.

La problemática descrita, relacionada con la falta de conocimientos del alumnado sobre las propiedades de los materiales, la separación y la gestión de residuos urbanos, y el impacto que esta mala gestión puede tener en el medio ambiente y en el planeta, fue también detectada a lo largo del curso por otros docentes de la propia facultad y por el personal de limpieza del centro, que se veía obligado a depositar todos los residuos procedentes de los distintos contenedores de reciclaje (papel, plástico, orgánico...) en un mismo contenedor.

## 4.2. Fase de diseño e implementación de la intervención

Tras la fase exploratoria, se planteó un proyecto de innovación docente con el alumnado de GMEI y GMEP (curso 2022-2023). El proyecto se concretó como una colaboración entre dos asignaturas relacionadas con la didáctica de las ciencias para diseñar e implementar una secuencia para abordar esta problemática.

La secuencia propuesta se articuló en actividades de trabajo dentro y fuera del aula, en las que el alumnado pudiera tener diferentes roles de participación en su propio proceso de aprendizaje con aplicación de evaluación formativa. Así, se ha buscado crear entornos de aprendizaje que estimulen en el alumnado el sentido de conexión con la comunidad, sus problemas y su participación ciudadana.

La propuesta se enmarca en dos asignaturas del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, de 2º curso. La muestra está constituida por 64 estudiantes del GMEI y 141 estudiantes del GMEP. La investigación ha sido coordinada por cinco docentes universitarios y ha contado con la colaboración de dos técnicas de la empresa Gestión de Residuos Huesca S.A.U. (GRHUSA).

### *Temporalización y estructura de las actividades*

En la IBD existen diferentes estrategias a la hora de crear secuencias didácticas, pudiéndose crear secuencias que tengan una duración de una única sesión, de varias sesiones, de varios meses, incluso de un curso o varios cursos académicos completos (Psillos y Kariotoglou, 2016). En este contexto, la duración se ha estimado en un cuatrimestre; la estructura, dedicación temporal y las actividades de la secuencia llevada a cabo en el curso 22-23 se comentan a continuación.

En primer lugar, se realizó una encuesta de carácter general sobre la formación en sostenibilidad de los alumnos la cual contenía tres preguntas sobre separación de residuos. En la primera se preguntaba por el contenedor adecuado para estos cinco residuos: mascarilla, cartón de pizza manchado de grasa, aceite usado, envase de medicamentos y ropa usada. En la segunda, si era el contenedor amarillo el destino de una serie de 10 residuos diferentes. Por último, en la tercera pregunta, si era el contenedor verde el destino de una serie de 10 residuos diferentes. La encuesta fue voluntaria, anónima y la respondieron 140 personas. Estas preguntas se volvieron a formular al terminar la secuencia didáctica. Al tratarse sólo de tres preguntas y no validadas, su interés es de tipo cualitativo y orientativo sobre el nivel de formación de los estudiantes.

En lo que respecta a la intervención, consta de seis actividades que se integran en dos bloques de contenidos. Las tres primeras actividades se llevaron a cabo en dos meses, en un total de ocho sesiones de dos horas de duración cada una. La actividad 1 se realizó en una sesión, la 2 en cuatro y la 3 en tres. Son específicas para cada asignatura, incorporando una serie de modificaciones para adaptarlas a los contenidos de cada una de ellas. Un resumen de sus contenidos principales se puede ver en la tabla 1.

TABLA 1. Actividades de la secuencia didáctica implementada durante el curso 2022-23

Asignatura: Infancia, salud y alimentación. GMEI	Asignatura: Didáctica del medio físico y químico. GMEP
Aplicación de cuestionario pre-intervención	
Contenidos Bloque I	
Salud global. Alimentación y desperdicio alimentario.	Consumo responsable, separación y reciclaje.
Actividad 1. Taller y proyección	
Taller: Dimensiones del concepto de salud y el ODS 2, 3 y 12.	Proyección de un documental y debate posterior.
1.1. Reflexión individual del estudio de caso ¿Cómo me siento?	1.1. Visionado del documental “Amarillo 1”: Realizado por el programa de RTVE sobre medio ambiente “El escarabajo verde” (Gasol, 2020).
1.2. Puesta en común de la reflexión individual del caso y vinculación con los ODS (Salud y bienestar, Hambre cero y Producción y consumo responsables).	1.2. Reflexión en grupo sobre la importancia de una buena gestión de los residuos y sobre la función de Ecoembes.
Contenidos Bloque II	
Características de los alimentos. El etiquetado alimentario. Dieta, consumo y residuos.	Propiedades de los materiales, características de los residuos y cómo separarlos.
Actividad 2. Prácticas de aula y de laboratorio	
2.1. Práctica de aula “El etiquetado alimentario”. Objetivo: analizar y comparar la composición nutricional y los residuos de envasado y embalaje de dos alimentos.	2.1. Práctica de laboratorio “Separar para reciclar”. Objetivo: Utilizar el Aprendizaje Basado en Indagación para separar diferentes objetos.
2.2 Práctica de laboratorio “Características de los alimentos”. Objetivo: relacionar el tipo de dieta con la salud y el bienestar.	
Actividad 3. Reflexión en el aula y en el laboratorio	
3.1. Planificación de comidas saludables con alimentos de proximidad, de temporada y con menos generación de residuos.	3.1. Puesta en común de lo aprendido y de las dudas surgidas.
3.2. Valoración del coste residual de un alimento desde su origen hasta el consumidor.	3.2. Análisis de la efectividad en la separación de residuos en los contenedores de la Facultad.
Actividad 4. Ponencia de gestión de residuos y normativa vigente. Lugar: Aula Magna de la facultad	
Actividad 5. Visita a la planta de gestión de residuos y reflexión Observación del funcionamiento del vertedero, la planta de compost y la planta de gestión de envases y reflexión sobre la cantidad de residuos generados diariamente.	
Actividad 6. Creación de infografías	

---

Elaboración de infografías relacionadas con la separación y manejo adecuado de diferentes residuos que se pueden generar en los centros educativos.

---

### Aplicación de cuestionario Post-intervención

---

Fuente: elaboración propia

Las actividades 4, 5 y 6 -comunes a ambas asignaturas- se llevaron a cabo en los dos meses siguientes, en un total de 5 sesiones (10 horas). La actividad 4 se realizó en una sesión; las actividades 5 y 6 en dos sesiones cada una. La evaluación de las actividades 1, 2 y 3 se ha llevado a cabo mediante la elaboración individual de un cuaderno/informe. Las actividades 4, 5 y 6 se valoran por medio de la elaboración y presentación de una infografía.

#### *Descripción de las actividades 1, 2 y 3*

En la asignatura Infancia, salud y alimentación (GMEI), la actividad 1 ha incluido un taller de aula relacionado con el concepto de salud y el eje desperdicio alimentario-hambre cero, en el marco de los ODS: 2 (hambre cero), 3 (salud y bienestar) y 12 (producción y consumo responsable). El taller denominado “¿Cómo me siento?” incorporó una reflexión individual y una puesta en común de situaciones de la vida cotidiana y su relación con las dimensiones del concepto de salud.

La actividad 2 ha incorporado dos prácticas en diferentes espacios, el aula y el laboratorio. La práctica de aula se titula el “El etiquetado alimentario”, en ella el alumnado, en grupos de dos, manipulan dos alimentos con diferente forma de presentación. De otra parte, en la práctica de laboratorio “Características de los alimentos”, se utilizan alimentos frescos y procesados que son manipulados para identificar los macronutrientes presentes y relacionarlos con una dieta saludable y sostenible.

La actividad 3 permite que apliquen los conceptos tratados en las actividades 1 y 2, mediante la planificación de comidas saludables con alimentos de proximidad, de temporada y con menos generación de residuos. Estas acciones se vinculan con búsquedas de información en internet, para valorar el coste residual de un alimento desde su origen hasta el consumidor.

En la asignatura Didáctica del medio físico y químico (GMEP), la primera actividad es la proyección del documental “Amarillo” del programa de RTVE “El escarabajo verde”, acompañada por una reflexión posterior sobre la importancia de una buena gestión de los residuos y sobre la actividad que lleva a cabo Ecoembes, organización medioambiental sin ánimo de lucro, que promueve la sostenibilidad y el cuidado del medioambiente a través del reciclaje.

La segunda actividad consiste en una práctica de laboratorio “Separar para reciclar”. Para llevar a cabo la separación de manera efectiva, se pone a disposición del alumnado diversas fuentes de información y de búsqueda. Entre ellas, el chatbot AIRE de Ecoembes, el manual infantil de separación de la Comunidad de Madrid y el manual para adultos de separación de la Comunidad de Madrid. Además, se utilizan cajas con carteles que simulan contenedores reales: verde, azul, amarillo y “otros contenedores”.

La tercera actividad busca incentivar la reflexión del grupo, para lo que se recogen un contenedor de papel, uno de envases y otro de restos en el propio centro, y se analiza el contenido de los mismos. Posteriormente se habla sobre la importancia de una buena separación para una correcta gestión y sobre propuestas de cambios para poder mejorar este proceso.

#### *Descripción de las actividades 4, 5 y 6.*

Estas tres actividades, al contrario de lo que sucedía con las anteriores, han sido comunes a todos los grupos participantes. En las actividades 4 y 5 ha colaborado el personal de la empresa de gestión de residuos GRHUSA, impartiendo una ponencia (actividad 4), en la que se expuso la gestión

de recogida de residuos de la fracción resto y la fracción selectiva de los contenedores en el marco de la normativa vigente. Se hizo especial énfasis en la importancia de una adecuada separación en origen, para contribuir a la eficiencia en la gestión. Al finalizar la ponencia se abrió un turno de preguntas para propiciar la participación del alumnado.

La actividad 5 es una visita a una planta de gestión de residuos cercana; en este caso se tuvo que realizar en tres días diferentes debido al tamaño de los grupos implicados. La secuencia finaliza con la actividad 6, una reflexión final mediante la elaboración de infografías dirigidas a la comunidad educativa. En ellas, el alumnado puede expresarse acerca de la adecuada separación de residuos y la importancia de una conciencia ambiental y ciudadana que contribuya a la sostenibilidad. Se le dio al alumnado una serie de pautas orientativas para la elaboración de las infografías y se les pidió incorporar tecnologías de la información y la comunicación para facilitar la comprensión del mensaje que se comunica de forma actualizada, clara y precisa.

La colaboración entre investigadores y profesionales es un aspecto esencial en la IBD (Alghamdi y Li, 2013). En este caso, el profesorado de las asignaturas implicadas ha tenido el papel tanto de implementadores de la intervención como de investigadores, para analizar qué ha pasado y establecer mejoras en el diseño e implementación de la secuencia didáctica de cara a futuros cursos.

### *Conocer el impacto de la secuencia*

Para poder conocer el impacto de la secuencia, se propuso al alumnado participante la opción de responder, de forma voluntaria y totalmente anónima, una serie de preguntas abiertas y cerradas enfocadas a conocer su opinión sobre las actividades realizadas, sobre el impacto que había tenido la secuencia en su vida cotidiana y otros aspectos relacionados con la integración de dicha secuencia y contenidos en su futura labor docente. Las preguntas incluían cuestiones como: 1. “Ordena de 1 (más interesante) a 4 (menos interesante), las actividades que se han realizado sobre consumo responsable y manejo adecuado de residuos (no repitas ningún número)”, “3. ¿Cómo crees que las actividades realizadas van a influir en tus hábitos y vida personal?” o “4. ¿Cómo crees que las actividades realizadas van a influir en tu futura labor docente?”

## **5. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN**

La práctica exploratoria (2021 - 2022) permitió identificar el nivel de partida de los conocimientos de los estudiantes, y aportó información objetiva de las carencias en el empleo de los contenedores -no sabían dónde debía ir cada residuo-. También fue punto de partida para la elaboración del diseño de la intervención, dado que la actividad planteada se incorporó, con pequeñas modificaciones, a la secuencia implementada en el curso 2022-2023.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en la implementación de las actividades descritas en la tabla 1 en el curso 2022-23. En relación a las respuestas del alumnado al cuestionario pre-intervención, se obtuvieron los siguientes resultados. A la pregunta 1 sobre el contenedor donde ubicar 5 residuos hubo una media de 53,3% de respuestas correctas (22,17 desviación estándar). En concreto, 30,7% de aciertos con las mascarillas y el cartón de pizza; 75,7% con la ropa usada; 74,3% con el envase de medicamentos; y 55% con el aceite usado. La pregunta 2 sobre el contenedor amarillo arrojó una media de 75,1% de aciertos (20,75 desviación estándar). Y la pregunta 3 sobre el contenedor verde, 80,8% de aciertos (19,11). Esto implica que existía un margen de mejora claro en su capacidad para separar residuos en contenedores adecuados.

En su conjunto, la implementación de la secuencia didáctica en la fase 2 ha resultado interesante para el alumnado, que mostró una actitud muy positiva en el desarrollo de todas las actividades. Las actividades llevadas a cabo en el laboratorio, fueron destacadas por el alumnado dado que les había ayudado a comprender mejor el volumen potencial de los residuos que se pueden

generar y la relevancia de hacer una correcta separación. Además, también les resultó llamativo el análisis de los contenidos de los contenedores dispuestos en la facultad; uno de los contenedores de papel analizado apenas tenía un 15,7% de material en peso adecuadamente separado, y en el de envases, esta cifra llegaba al 65,8%. Lo que les ayudó a reflexionar sobre qué uso hacen de estos contenedores.

En cuanto a los resultados de la actividad 6, los estudiantes elaboraron en total treinta infografías en las que utilizaron variedad de recursos para comunicar la información. Las infografías permitieron que el alumnado sintetizase aquello que habían aprendido, y ayudarles a relacionar con el tipo de residuos que se depositan en cada uno de los contenedores.

GRÁFICO 1. Ejemplos de infografías realizadas por el alumnado



Fuente: Alumnado de Magisterio en Educación Infantil y Magisterio en Educación Primaria

La información que aparecía en cada infografía mostraba una clara relación con lo tratado durante las actividades y su contenido era correcto. Los mensajes más relevantes asociados a estas infografías estaban relacionados con separar residuos para «cuidar el planeta», concienciar a las personas de la importancia de la correcta separación de los residuos en sus contenedores correspondientes, fomentar la reducción de envases y plásticos y la relevancia que pueden tener las acciones individuales como muestra el análisis léxico (gráfico 2).

GRÁFICO 2. Análisis léxico de las infografías. Nube de palabras



Fuente: elaboración propia

Cabe destacar también que muchas de estas infografías disponían de elementos virtuales y/o interactivos a los que se podía acceder mediante distintos códigos QR. Además, se hicieron diversas sugerencias de dónde sería mejor ubicar los contenedores en el centro y las propias infografías, para favorecer un mejor uso de los mismos, sirviendo como experiencia para poder mejorar la gestión de residuos en la facultad.

En lo que respecta al conjunto de la secuencia, tres de cada cuatro personas participantes consideraron que la actividad más interesante había sido la visita a la planta de gestión de residuos. Afirmaron que les había servido para mejorar los conocimientos que tenían sobre este proceso, ser conscientes de la cantidad de residuos que se generan diariamente y también a desterrar falsos mitos sobre el proceso de recogida y gestión de residuos (en especial relacionado con las actividades 4 y 5). Los comentarios sobre las actividades realizadas en el aula y en el laboratorio también fueron positivos; muchos valoraron el haber podido realizar experiencias en el laboratorio -“Características de los alimentos” en el GMEI y “Separar para reciclar” en el GMEP- de forma autónoma, permitiéndoles ver la aplicabilidad de los conceptos teóricos en su vida diaria y en su futuro profesional.

Tras la intervención, las respuestas de los alumnos al cuestionario sobre sus conocimientos en el uso de los contenedores de residuos, dieron los siguientes resultados. A la pregunta 1 sobre el contenedor donde ubicar 5 residuos hubo una media de 55,50% de respuestas correctas (16,98 desviación estándar). El incremento en los aciertos es del 1,7% respecto a antes de la intervención. La pregunta 2 sobre el contenedor amarillo arrojó una media de 82% de aciertos (13,72 desviación estándar), lo que supone un incremento del 6,9%. Por último, en la pregunta 3 sobre el contenedor verde, hubo un 82% de aciertos (15,42), lo que representa un incremento del 1,2% en los aciertos.

En cuanto a las implicaciones futuras, casi la mitad del alumnado consideró que el proyecto le había dotado de recursos didácticos para su futura labor docente (p.e.: “Me va a servir de mucho todas estas prácticas porque hay veces que no te haces a la idea de cómo explicar algo a los niños/[as]”). Además, un 41,5% del total destacó la adquisición de contenidos (p.e.: “tendré más conocimiento sobre el tema”) y un 36,8% puso el foco en la toma de conciencia sobre el tema. En algunas respuestas también se mencionaron aspectos relacionados con las emociones (2,8%), por ejemplo: “[desarrollaré mi labor docente] con gran ilusión” o con la salud (1,9%) p.e.: “[trabajando] las cosas correctas para [desarrollar] un mejor estilo de vida”.

En cuanto a la preparación para abordar el consumo responsable y el manejo de residuos, el 86,8% de los estudiantes se sintió preparado, aunque hubo una diferencia entre los estudiantes del GMEP y los del GMEI, mostrando estos últimos algo más de inseguridad. Así mismo, se mencionaron aspectos en los que les gustaría mejorar, entre los que se destacaron combatir otros falsos mitos, distintos de los ya trabajados, o profundizar en el proceso de gestión de residuos. También expresaron el deseo de mejorar su futura labor docente aprendiendo diferentes metodologías. Quienes indicaron no sentirse preparados argumentaron aspectos generales como la necesidad de adquirir más información y conocimientos sobre el tema o sobre los contenidos importantes para tratar en las aulas.

## 6. DISCUSIÓN

Los criterios de calidad asociados a la IBD son principalmente tres: validez, utilidad y efectividad (Plomp, 2013). En el caso de la propuesta aquí presentada se ha fundamentado teóricamente, empleando en las actividades desarrolladas las metodologías que hemos considerado más adecuadas para el aprendizaje de las ciencias, haciendo explícita posteriormente su selección. han servido. Estas actividades han contribuido a mejorar el conocimiento del alumnado sobre el contenido y les ha dotado de herramientas para trasladar estos contenidos en el futuro, a sus aulas. Esto va en la línea de los resultados obtenidos por otros autores en los que se ha visto que este tipo

de estrategias resultan de gran utilidad en la formación del profesorado (Aragón et al., 2021; Moon et al., 2022).

En relación al conocimiento del contenido, se ha visto que los alumnos han mejorado ligeramente sus conocimientos sobre separación de residuos, aunque, a falta de estudios en los que se trabaje este aspecto con mayor profundidad, pensamos que existe un margen de mejora importante. En la utilización de los contenedores amarillo y verde hay un nivel alto de acierto (82%) pero en otro tipo de residuos menos frecuentes (mascarillas, cajas de pizza, etc.) hay que mejorar la formación del alumnado en cuanto a dónde se pueden depositar o cómo se gestionan. Este resultado está en línea con lo registrado por Álvarez-García et al. (2018), concluyendo que “el profesorado en formación inicial carece de las competencias ambientales suficientes con las que educar ambientalmente a su alumnado y que no existen diferencias en el grado de adquisición de estas competencias entre el alumnado de primer y cuarto curso del GMEP”.

En cuanto a la utilidad, el alumnado de ambas asignaturas destacó este aspecto a la par que la practicidad de esta secuencia. En torno al 50% del alumnado participante opina que ha mejorado su conocimiento didáctico del contenido. Una gran mayoría indicaron que las actividades realizadas iban a influir en su futura labor docente, destacando aspectos entre los que se incluyen las mejoras en cuanto al tipo de metodologías a emplear en las aulas y la forma de hacerlo, mejoras conceptuales o de concienciación. Se vio que una parte del estudiantado habría querido profundizar más en aspectos conceptuales y metodológicos, lo que se tendrá en cuenta en sucesivas ediciones. De hecho, a nivel conceptual, se puede profundizar en una visión crítica al sistema de producción y consumo vigente, que es incesantemente creciente y está alejado de la circularidad de los ciclos biogeoquímicos naturales (Guerrero Fernández et al. (2021). También las infografías reflejan cuál fue el grado de adquisición de los distintos conocimientos relacionados con el consumo responsable y la gestión de residuos a través de una herramienta que les permitió ser creativos y emplear distintas herramientas digitales. Finalmente conviene destacar que esta secuencia ha servido para que aumente la concienciación y sensibilización del alumnado respecto a la importancia de separar bien los residuos, tanto en el centro como en sus hogares, y a desterrar falsos mitos relacionados con el consumo responsable y la gestión de residuos. Se trata de un patrón que parece ser general a nivel internacional en el profesorado en formación, el cual comparte una actitud positiva respecto a la problemática ambiental, a la vez que posee un nivel bajo de conocimientos ambientales (Álvarez et al., 2018).

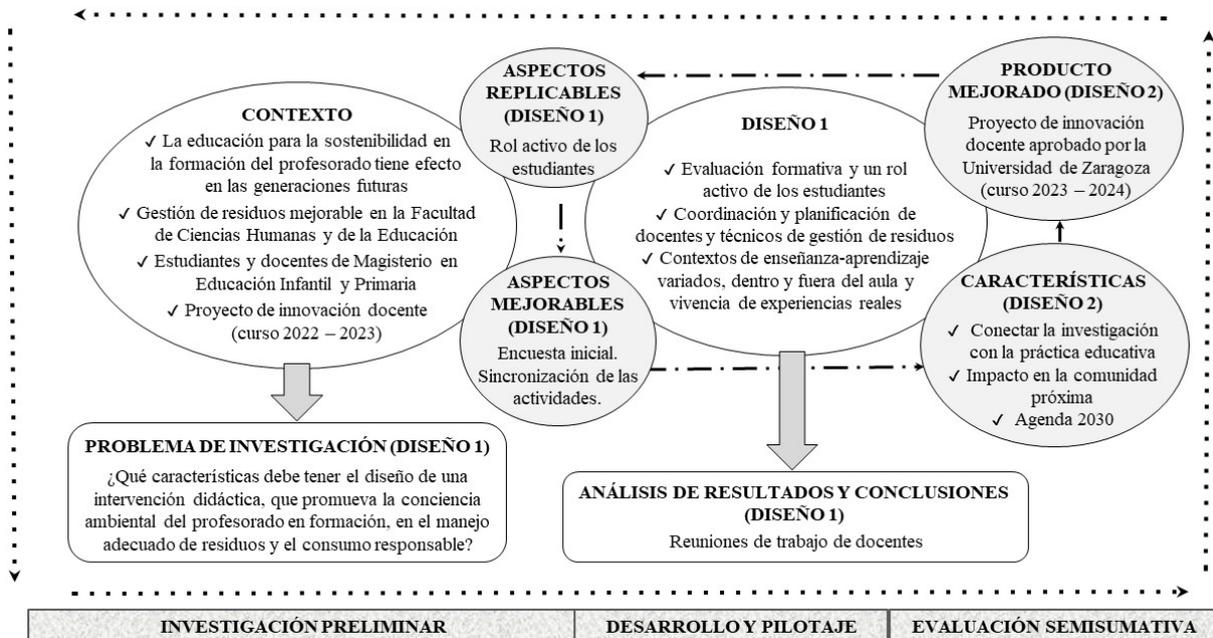
En cuanto a la calidad de la propia secuencia de actividades, durante su implementación se detectaron algunas cuestiones. El hecho de haber implementado la secuencia en dos grados, presentó limitaciones en cuanto a la temporalización. Debido a que los contenidos relacionados no se suelen impartir en el mismo momento, en ambos grupos. El desfase de desarrollo en la secuencia se originó por la falta de previsión de tiempo adecuado para desarrollar las actividades en cada una de las titulaciones, teniendo en cuenta la diferencia en el número de estudiantes. Concretamente, el número de estudiantes del GMEP (n=141) representa un poco más del doble que el de GMEI (n=64) y esta diferencia condiciona la distribución y organización del alumnado en el número de sesiones para las prácticas de laboratorio. Por este motivo, se llegó a identificar un mayor desfase de casi dos semanas entre los dos grados. Aun así, se pudo desarrollar la secuencia didáctica en su totalidad.

Otra mejora que se podría implementar, sería la validación del cuestionario aplicado antes y después de la intervención que incluya adaptaciones para cada asignatura, que permitiera hacer una mejor medición de determinados aspectos relacionados con la evolución de los conocimientos y su aplicación didáctica. Esto también permitiría hacer un análisis más profundo e incluso ayudar a detectar si existen diferencias en los resultados en cuanto al género. También se podría plantear realizar algunas entrevistas al azar, un grupo de discusión con alumnado procedente de cada grado y hablar de nuevo con el personal de limpieza para ver si dichas mejoras se han traducido en una mejor separación de los residuos en el centro que permita depositar los residuos recogidos en la facultad en los contenedores correspondientes. Por último, se podrían mejorar las instrucciones dadas al

alumnado a la hora de elaborar las infografías, para que sean más claras y se consiga obtener un resultado que permita hacer comparaciones más precisas entre los distintos grupos.

Todos estos aspectos, y sus causas, se han tenido en cuenta en el rediseño de la experiencia. Así, los resultados en la implementación y evaluación de la secuencia didáctica llevada a cabo durante el curso 2022 - 2023 en el diseño 1, que aparecen resumidos en la gráfica 3, siguiendo la propuesta de Romero-Ariza (2014), han permitido identificar algunas propiedades y características de la metodología y los recursos educativos que favorecen o que limitan, los aprendizajes significativos orientados a la sostenibilidad. Los aspectos favorables y replicables (Diseño 1) tienen que ver con: a) la evaluación formativa y el rol activo de los estudiantes en su aprendizaje, b) la coordinación y planificación docente y de técnicos de la planta de gestión y c) la variedad de contextos de enseñanza-aprendizaje. Los aspectos mejorables y no replicables (Diseño 1), se relacionan con mejorar el diseño y validez de la encuesta inicial y un mayor enfoque hacia los hábitos de consumo. A partir de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se ha mejorado la secuencia en el Diseño 2, que se llevará a la práctica en cursos sucesivos. Abordar estas carencias beneficiaría a la coordinación del proceso y el trabajo de colaboración entre docentes, docentes-estudiantes y Universidad-empresa Gestión de Residuos (GRHUSA), lo que se traduce en encontrar el punto de sincronización en las asignaturas y sus actividades para que sea flexible y a la vez no interfiera en la puesta en marcha de la aplicación del diseño.

**GRÁFICO 3.** Resumen conceptual de la investigación basada en el diseño llevada a cabo con profesorado en formación



Fuente: elaboración propia

Dado el posible impacto que puede tener la IBD en el ámbito educativo, podría resultar de interés que, en futuras implementaciones, se hiciera explícito ante al alumnado participante de los GMEI y GMEP, una vez ha finalizada la propia experiencia, cómo se ha creado y desarrollado desde el principio esta secuencia, cuáles son las bases de la IBD y explicar cómo podrían aplicar esta técnica de investigación en futuros contextos educativos, detectando problemas desde el rol de docente y creando estrategias, diseñando soluciones y evaluando las mejoras obtenidas desde el rol del investigador. Esto podría servir para reducir la aparente desconexión entre la investigación educativa y práctica educativa (Romero-Ariza, 2014), ampliando la visión de los futuros formadores para que sean conscientes de la realidad de sus propias aulas y para que tengan en cuenta este tipo de cuestiones

a la hora de diseñar y llevar a cabo actividades relacionadas no solo con las ciencias de la naturaleza o el consumo responsable, sino también sobre otras temáticas.

## 7. CONCLUSIONES

En la IBD es tan importante la búsqueda de soluciones a problemas detectados como mejorar los procesos de aprendizaje. En este caso concreto, se ha comenzado a formar al alumnado de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación para que sean más conscientes de cómo deben separar los residuos de forma correcta a la par que han aprendido, y vivenciado, qué herramientas y metodologías son más adecuadas para llevar a cabo actividades relacionadas con las ciencias. Esta experiencia ha supuesto que gran parte del alumnado haya sabido ver la aplicación de cara a su futura labor docente, tanto en forma como en contenidos, lo que puede ejercer un efecto multiplicador muy positivo. Esto permite acortar la brecha existente, detectada en numerosos estudios, entre la investigación en educación y lo que se lleva a cabo en las aulas (Plomp, 2013; The Design-Based Research Collective, 2003; Romero-Ariza, 2014), al formar a los futuros formadores mediante una experiencia vivencial.

Esta propuesta también sirve para corroborar el papel que tiene la IBD en poder resolver problemas y responder mejor a las necesidades del entorno social y cultural (Balladares-Burgos, 2018). La secuencia de actividades que se ha llevado a cabo durante el curso 2022-23 en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación está adaptada al contexto concreto y a los problemas detectados tanto por el alumnado como por el profesorado y se ha visto que ha tenido un impacto positivo en el alumnado. A pesar de que algunos trabajos inciden en la importancia de hacer varias iteraciones seguidas para obtener resultados que puedan ser significativos y transferibles, otros estudios han demostrado que sí es posible hacer IBD con secuencias de duración limitada (Pool y Laubscher, 2016). Aunque se parte de actividades llevadas a cabo en cursos anteriores, siendo este el primer curso en el que se ha implementado la secuencia de actividades completa, se podría considerar como el primer ciclo de la iteración. Así, con las mejoras que se han propuesto, se llevará a cabo un segundo ciclo de iteración durante el curso 2023-24 para ver si las mejoras introducidas han ayudado a cumplir de forma más adecuada los objetivos iniciales planteados.

Para poder replicar esta propuesta en otro contexto sería necesario llevar a cabo distintas adaptaciones; por ejemplo, de no disponer de una planta de gestión de residuos en el entorno sería necesario buscar otras alternativas que pudieran conseguir lograr los objetivos. Aun así, gran parte de las actividades sí presentan una mayor capacidad de generalización, al no requerir el uso de ningún material especializado. De tal forma, estas actividades podrían permitir que los docentes en formación sean conscientes de las necesidades y problemáticas que existen en su entorno y cómo aprovechar para trabajarlas en sus aulas, teniendo en cuenta los contenidos a impartir en las asignaturas y la didáctica de las ciencias, pero también aspectos relacionados con la sostenibilidad y el consumo responsable.

## Referencias

- Alghamdi, A.H. y Li, L. (2013). Adapting Design-Based Research as a Research Methodology in Educational Settings. *International Journal of Education and Research*, 1 (10), 1-12.
- Álvarez-García, O., Sureda-Negre, J. y Comas-Forgas, R. (2018). Evaluación de las competencias ambientales del profesorado de primaria en formación inicial: estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 117–141. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2338>
- Anderson, T., y Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>

- Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Vicente Martorell, J.J. y Eugenio-Gonzalbo, M. (2021). ¿Progresan las concepciones sobre la ciencia de futuros maestros/as tras la implementación de propuestas constructivistas para la alfabetización científica? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16 (1), 78-95. <https://doi.org/10.14483/23464712.15589>
- Aramburuzabala, P., García-Peinado, R., y Elvias, S. (2013). Educación desde y para la Justicia Social: una Experiencia de Aprendizaje-Servicio en la Formación de Maestros. MC Pérez y MM Molero (Comps.). *Variables psicológicas y educativas para la intervención en el ámbito escolar*, 257-265.
- Balladares-Burgos, J. (2018). La investigación educativa en el profesorado universitario: hacia una investigación basada en el diseño instruccional. *Revista Andina de Educación*, 1 (1), 30-24.
- Carbonell-Alcocer, A., Romero-Luis, J. y Gertrudix, M. (2023). Metodologías y recursos educativos para fomentar la cultura ecológica y la concienciación climática en la escuela. *Revista de Investigación Educativa*, 41(1), 185-203. <https://doi.org/10.6018/rie.520901>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A.M. y Ariza, M.R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18 (3), 3801. [http://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3801](http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801)
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 515–541). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J., Bar-On, Y. M. y Milo, R. (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature*, 588(7838), 442-444. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>
- Fägerstam, E. (2014). High school teachers' experience of the educational potential of outdoor teaching and learning. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 14 (1), 56-81. <https://doi.org/10.1080/14729679.2013.769887>
- García-Carmona, A., Vázquez Alonso, Á. y Manassero Mas, M.A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (1), 023-034. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n1.442>
- Guisasola, J., Ametller J. y Zuza K. (2021) Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801. [http://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1801](http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801)
- Greca I. M., Ortiz-Revilla J. y Arriasecq I. (2021) Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1802. [http://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1802](http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802)
- Gruber, M. J., Gelman, B. D. y Ranganath, C. (2014). States of curiosity modulate hippocampus-dependent learning via the dopaminergic circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.08.060>
- Guerrero Fernández, A., Rodríguez Marín, F., López Lozano, L., & Solís Ramírez, E. (2021). Alfabetización ambiental en la formación inicial docente: diseño y validación de un cuestionario. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3517>
- Guerrero Fernández, A., Rodríguez Marín, F., Solís Ramírez, E., & Rivero García, A. (2022). Alfabetización ambiental del profesorado de Educación Infantil y Primaria en formación inicial. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92434>
- Heras, C., Jiménez, G. y Calafell, G. (2022) Una actividad en torno a los plásticos para aprender Química en la etapa de secundaria desde los contextos medioambientales. En Benarroch, A.

- (Ed.) *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 867-872, Universidad de Granada Servicio de Publicaciones.
- Hugo, N. (2022). Children as agents of change for the future. En H. Séraphin, (Ed.), *Children in sustainable and responsible tourism*, 189-199. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-80117-656-920221014>
- Juuti, K., Lavonen, J. y Meisalo, V. (2016). Pragmatic Design-Based Research – Designing as a Shared Activity of Teachers and Researches. In: Psillos, D., Kariotoglou, P. (eds) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_3)
- Kortland, J. y Klaassen, C. J. W. M. (2010). Designing theory-based teaching-learning sequences for science. In *Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as professor of Physics Didactics at Utrecht University*. CDBETA press.
- Lee, J. C. K. (2000). Teacher receptivity to curriculum change in the implementation stage: The case of environmental education in Hong Kong. *Journal of Curriculum Studies*, 32(1), 95-115. <https://doi.org/10.1080/002202700182871>
- 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, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>
- Mann, J., Gray, T., Truong, S., Sahlberg, P., Bentsen, P., Passy, R., Ho, S., Ward, K. y Cowper, R. A (2021). Systematic Review Protocol to Identify the Key Benefits and Efficacy of Nature-Based Learning in Outdoor Educational Settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 1199. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031199>
- Martínez Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R. y Rut Jiménez Liso, M. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 12(1), 149–166. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i1.10](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.10)
- McKenney, S. y Reeves, T. C. (2018) *Conducting educational design research*. Routledge.
- Moon, J., Lee, S. y Xu, X. (2022). Exploring pre-service teachers' technology-integration belief and scientific inquiry in a teacher-development course. *International Journal of Technology and Design Education* 32, 1777–1798. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09672-8>
- Muda, A., Ismail, N. S., Suandi, T. y Rashid, N. A. (2011). Analysis of cognitive and affective component of environmental literacy of pre-service teachers from institute of teacher education Malaysia. *World Applied Sciences Journal*, 14(1), 114-118.
- Pérez-Mora, A. y Gétrudix-Barrio, F. (2020). Impacto de la educación ambiental sobre docentes y alumnos. Doble intervención educativa. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 2(2), 2302. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_educ\\_ambient\\_sostenibilidad.2020.v2.i2.2302](https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i2.2302)
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En: Plomp, T. y Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede: SLO.
- Psillos, D. y Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. En: Psillos, D., Kariotoglou, P. (eds). *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2)
- Pool, J. y Laubscher, D. (2016). Design-based research: is this a suitable methodology for short-term projects? *Educational Media International*, 53 (1), 42-52. <https://doi.org/10.1080/09523987.2016.1189246>
- Pro Chereguini, C., Inglés Carrillo, C. y Gómez Mármol, A. (2020). ¿Qué aprenden unos estudiantes en una experiencia formativa de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Grado de Educación Infantil? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 38, 97-114. <http://doi.org/10.7203/DCES.38.16174>

- Gasol, J. M. (2020). Detritus antropicus-El escarabajo verde. <https://www.rtve.es/play/videos/el-escarabajo-verde/escarabajo-verde-amarillo-1/5402288/>
- Reeves, T.C. (2006). Design research from a technology perspective. En: Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. y Nieveen, N. (eds). *Educational Design Research*. Routledge.
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>
- SDSN Australia/Pacific (2017). *Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector*. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific. [https://ap-unsdsn.org/wp-content/uploads/University-SDG-Guide\\_web.pdf](https://ap-unsdsn.org/wp-content/uploads/University-SDG-Guide_web.pdf)
- The Design-Based Research Collective (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H. y Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), pp. 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2008.10.003>
- Tuncer, G., Boone, J. W., Tuzun, O. Y. y Oztekin, C. (2014). An evaluation of the environmental literacy of preservice teachers in Turkey through Rasch analysis. *Environmental Education Research*, 20(2), pp. 202-227. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.768604>
- Xu, M., Yang, X. y Stefaniak, J. A. (2022). Design-Based Research Study Exploring Pre-service Teachers' Instructional Design Decision-Making for Technology Integration. *TechTrends* 66, 968–979. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00785-y>
- Yavetz, B., Goldman, D. y Pe'er, S. (2009). Environmental literacy of pre-service teachers in Israel: a comparison between students at the onset and end of their studies. *Environmental Education Research*, 15(4), 393-415. <https://doi.org/10.1080/13504620902928422>

#### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Salamanca Villate, A., Calvo Sevillano, G., Satrústegui Moreno, A. y Martínez Aznar, J. (2024). Investigación basada en el diseño: secuencia didáctica sobre gestión de residuos en la formación de profesorado. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 46, 123-138. DOI: 10.7203/DCES.46.27416