

## **Fomento de la competencia científica en secundaria mediante actividades de indagación sobre suelos y germinación en el contexto del huerto escolar**

**Noelia Yelo Torrano<sup>1</sup>, José Orenes Cárceles<sup>2</sup> y G. Enrique Ayuso Fernández<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Murcia, España. E-mail: Noelia.yelo@um.es. <sup>2</sup>Universidad de Murcia, España. E-mail: jose.orenes@um.es. <sup>3</sup>Universidad de Murcia, España. E-mail: ayuso@um.es

**Resumen:** Este trabajo presenta una propuesta didáctica basada en actividades de indagación científica, contextualizadas en el huerto escolar, dirigida al alumnado de 1º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de un centro educativo de la Región de Murcia. El objetivo principal fue promover el desarrollo de la competencia científica a través de dos actividades experimentales: una centrada en el análisis del suelo y otra en el proceso de germinación de semillas. La propuesta busca diseñar, implementar y evaluar la práctica clave de la indagación científica en aulas de educación secundaria, en el contexto del huerto escolar como recurso educativo. Para evaluar su impacto, se aplicaron instrumentos de recogida: pretest, postest y fichas de trabajo realizadas durante la implementación por los estudiantes, junto con las percepciones del profesorado. Los resultados indican una mejora en la capacidad del alumnado para observar, formular hipótesis, registrar datos y argumentar con base científica. El trabajo pone en valor el potencial del huerto como recurso educativo que favorece el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y la conciencia ambiental.

**Palabras clave:** huerto ecodidáctico, intervención educativa, enseñanza de las ciencias, prácticas científicas.

**Title:** Promoting scientific competence in high school through inquiry-based activities on soils and germination in the context of the school garden.

**Abstract:** This work presents a teaching proposal based on scientific inquiry activities, contextualized in the school garden, aimed at 1st-year students of Compulsory Secondary Education (ESO) in an educational center in the Region of Murcia. The main objective was to promote the development of scientific competence through two experimental activities: one focused on soil analysis and the other on the process of seed germination. The proposal aims to design, implement, and evaluate the key practice of scientific inquiry in secondary education classrooms, using the school garden as an educational resource. To assess its impact, data collection instruments were applied: a pretest, a posttest, and worksheets completed by students during implementation, along with teacher perceptions. The results indicate an improvement in students' ability to observe, formulate hypotheses, record data, and argue based on scientific reasoning. The work highlights the potential of the garden as an educational

resource that promotes active learning, critical thinking, and environmental awareness.

**Keywords:** eco-educational garden, educational intervention, science teaching, scientific practices.

## **1. Introducción**

La creciente preocupación por los desafíos ambientales y sociales del siglo XXI ha impulsado una transformación profunda en la educación, especialmente en el ámbito de las ciencias. En este escenario, el huerto escolar emerge como un recurso de excepcional valor didáctico, capaz de vincular el aprendizaje académico con la realidad cotidiana, promover valores ecosociales y fomentar competencias científicas fundamentales.

Como espacio educativo, el huerto cuenta con una presencia cada vez más consolidada en los centros de enseñanza. Su relevancia radica en un notable potencial para favorecer un aprendizaje activo y significativo, siempre en contacto directo con el entorno (Aragón y Manzano, 2025). Se trata, además, de una herramienta versátil y transversal, aplicable a diversas etapas educativas, que permite al alumnado involucrarse en tareas prácticas (siembra, compostaje o cuidados fitosanitarios) mientras desarrolla de forma integrada las competencias curriculares (Gutiérrez Sánchez-Osorio, 2020).

Bajo estas premisas se enmarca la presente investigación, cuyo objetivo principal es diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica basada en la indagación dentro del huerto escolar. La intervención, dirigida al alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria, busca no solo fortalecer la competencia científica de los estudiantes, sino también consolidar un modelo transferible para futuras intervenciones educativas que utilicen el huerto como eje vertebrador del aprendizaje.

## **2. Marco teórico**

### *2.1.- Huertos ecodidácticos*

En las últimas décadas, los huertos escolares han evolucionado hacia enfoques más complejos, dando lugar al surgimiento del término "Huerto EcoDidáctico" (HED en adelante). Este se define como un espacio dentro del centro escolar gestionado según los principios de la agricultura ecológica o la permacultura y cuya finalidad principal es pedagógica. Por tanto, va más allá de ser un lugar para el cultivo de plantas: se concibe como un entorno de aprendizaje activo donde el alumnado puede implicarse en experiencias significativas que promuevan la sostenibilidad, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo (Eugenio Gozalbo et al., 2018).

En el contexto de la Educación Secundaria, el HED puede emplearse en materias como Biología y Geología, pero también en proyectos interdisciplinarios vinculados a Tecnología, Matemáticas o Educación Plástica. Más allá del aprendizaje de contenidos científicos, su uso favorece el desarrollo de actitudes como la cooperación, la responsabilidad y el respeto hacia la naturaleza, a través de una experiencia directa con los ciclos de vida y los procesos ecológicos (Orenes Cárceles et al., 2022).

Desde el punto de vista de la educación ambiental, el HED constituye un entorno óptimo para trabajar valores y conocimientos vinculados a la sostenibilidad (Estrella Torres y Jiménez Bailón, 2020; Urías Borbón y Ochoa De La Torre, 2020). Como señalan Rodríguez Marín y Eugenio Gozalbo (2021), el aprendizaje basado en huertos permite abordar de forma integrada los desafíos actuales, como el cambio climático o la pérdida de biodiversidad, desde una perspectiva cercana, vivencial y situada. Así, se destaca, además, su compromiso con la Agroecología (Estrella Torres y Jiménez Bailón, 2020), evitando pesticidas o fertilizantes químicos, incorporando prácticas de permacultura, compostaje o un uso eficiente del agua (Eugenio Gozalbo et al., 2018).

Otra característica es la intencionalidad pedagógica y participativa. El HED suele involucrar activamente a la comunidad educativa en su diseño, mantenimiento y utilización didáctica. No es solo un rincón verde en los centros escolares, sino un "laboratorio vivo" (Weissmann et al., 2021) integrado en el proyecto educativo. Con este recurso se pueden trabajar la mayoría de las áreas curriculares y contribuir al desarrollo de valores como participación, responsabilidad cívica, sostenibilidad, respeto al medio ambiente, igualdad entre mujeres y hombres o respeto a la diversidad (Orenes Cárceles, 2024).

### *2.2.- Prácticas clave en la enseñanza de las ciencias*

El enfoque actual en la didáctica de las ciencias no solo subraya la importancia de la indagación como método de aprendizaje (Gómez, 2025), sino que también integra otras prácticas clave del trabajo científico como la modelización y la argumentación. Estas tres dimensiones constituyen pilares fundamentales de una alfabetización científica que va más allá de la adquisición de conocimientos declarativos y se orienta al desarrollo de competencias para pensar y actuar como lo haría un científico. Desde esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias se fundamenta en la integración de la indagación, la modelización y la argumentación como prácticas esenciales para el aprendizaje. Mientras que la indagación sitúa al alumnado en un rol activo al construir explicaciones mediante la recolección y el análisis de evidencias, la modelización permite representar fenómenos complejos de forma simplificada, visibilizando el pensamiento y facilitando la comprensión de relaciones causales. Complementariamente, la argumentación promueve el uso de razonamientos y pruebas para sustentar hipótesis o decisiones, lo que no solo fortalece el pensamiento crítico y la comunicación efectiva, sino que asegura una construcción del conocimiento más rigurosa, colaborativa y consciente (Jiménez Liso et al., 2022).

### *2.3 Actividades de indagación y su relación con el huerto ecodidáctico*

Estas propuestas didácticas colocan al alumnado en una posición activa frente al conocimiento, impulsándolo a explorar, experimentar y construir explicaciones sobre fenómenos naturales, promoviendo procesos cognitivos complejos y permitiendo que el alumnado experimente el conocimiento científico como un proceso vivo (Cañón-Vargas et al., 2025), abierto a la revisión y el enriquecimiento, en contraposición a la tendencia a poner el énfasis en la acumulación de información (Arifin et al., 2025).

Bell et al. (2013) señalan que para que una propuesta pueda considerarse auténticamente indagatoria, debe partir de una pregunta investigable, que despierte el interés del alumnado, y ofrecer un grado suficiente de autonomía para que sean ellos quienes propongan cómo abordarla, con el acompañamiento del profesorado. En este tipo de experiencias, el alumnado no recibe respuestas directas, sino que debe construirlas a partir del análisis de datos, el debate en grupo y la validación de ideas propias y ajenas.

Otros autores señalan que este tipo de actividades promueven competencias clave en la educación científica, como la argumentación, la toma de decisiones basada en evidencias y el pensamiento crítico (Gómez, 2025; Anugrah et al., 2025). Tal como señalan López Gay et al. (2020), la indagación favorece una comprensión profunda del conocimiento científico, ya que parte de las concepciones previas del alumnado y permite confrontarlas con nuevas evidencias. Esto transforma el rol del estudiante: deja de ser un receptor pasivo y se convierte en un agente activo del aprendizaje, desarrollando habilidades cognitivas y una actitud reflexiva y crítica (Sam, 2024; Anugrah et al., 2025).

Además, cuando estas actividades se vinculan a fenómenos cercanos y relevantes, su impacto es mayor. López Gay et al. (2020) destacan que la indagación estructurada y guiada, apoyada por el profesorado, es especialmente eficaz para implicar al estudiantado, aumentar su motivación y despertar vocaciones científicas y es aplicable y beneficiosa desde etapas tempranas, siempre que se adapte al nivel de desarrollo del grupo.

Relacionando lo anterior, el HED constituye un escenario idóneo para implementar metodologías de indagación, ya que, este entorno facilita el diseño de actividades significativas para el alumnado y potencia la calidad de la enseñanza de las ciencias en su conjunto (Eugenio Gozalbo et al., 2020).

En el HED el alumnado puede formular preguntas, realizar observaciones sistemáticas, experimentar, analizar resultados y construir conocimiento de forma activa y contextualizada; convirtiéndose, así, en una herramienta pedagógica que puede fomentar el pensamiento crítico, el desarrollo de la competencia científica y una educación más participativa y conectada con los retos del mundo actual (Cañón-Vargas et al., 2025).

Por otro lado, el marco legal impulsa la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030 en el sistema educativo. En este sentido, resulta fundamental que las propuestas didácticas se alineen con los ODS 4 (Educación de calidad), 13 (Acción por el clima) y 15 (Vida de ecosistemas terrestres). Esta convergencia permite fomentar una educación orientada a la acción que vincula los contenidos curriculares con la conciencia ambiental y los desafíos ecosociales contemporáneos (Naciones Unidas, 2015).

### **3. Problemas de la investigación**

La revisión bibliográfica realizada establece con claridad la necesidad de trascender el uso del huerto escolar como un mero espacio de cultivo, consolidándolo como un Huerto EcoDidáctico donde se promueva un

aprendizaje activo y significativo. Dado que la literatura científica destaca el potencial del huerto para el desarrollo de la alfabetización científica, es de gran interés definir qué características estructurales deben poseer las actividades para que realmente actúen como un "laboratorio vivo" bajo el enfoque de la indagación. Investigar estas características es fundamental para alinear la práctica docente con las metodologías activas que el marco teórico señala como esenciales para el pensamiento crítico y la comprensión de fenómenos naturales en la Educación Secundaria.

Asimismo, las exigencias de los currículos educativos oficiales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, demandan no solo una enseñanza orientada a la acción, sino también una evaluación rigurosa del desempeño competencial y, en este aspecto, la planificación de investigaciones y la comunicación de conclusiones. En este sentido, resulta imprescindible determinar metodologías de evaluación e instrumentos de medición de eficacia que permitan validar cómo el contacto directo con el entorno natural del centro contribuye a la adquisición de competencias específicas. En base a lo descrito en los apartados anteriores, esta investigación se articula en torno al siguiente problema general de investigación:

P: ¿En qué medida el diseño e implementación de una secuencia didáctica basada en la indagación científica en el huerto escolar contribuye al desarrollo de la competencia científica en estudiantes de 1º de ESO?

Este problema general ha sido subdividido en los siguientes subproblemas más específicos:

SP1: ¿Qué características deben reunir las actividades de indagación implementadas en una secuencia de enseñanza para promover competencias científicas en estudiantes de 1º de ESO dentro del contexto del huerto escolar?

SP2: ¿Cómo evaluar la implementación en el aula de las actividades de indagación planificadas para promover dichas competencias en el contexto del huerto escolar?

SP3: ¿Cómo valorar la eficacia de una secuencia de enseñanza basada en la indagación científica e implementada con un grupo de estudiantes de 1º de ESO en el contexto del huerto escolar?

En relación con los problemas planteados, se formulan las siguientes hipótesis de trabajo:

H (Hipótesis general): El diseño y la implementación de una propuesta didáctica basada en la indagación en el huerto escolar mejora significativamente la competencia científica del alumnado de 1º de ESO, al conectar los principios curriculares con una metodología activa, manipulativa y contextualizada.

Subhipótesis asociadas:

SH1 (referente al SP1): Una secuencia de enseñanza efectiva debe integrar actividades que planteen preguntas investigables, permitan la experimentación autónoma de los estudiantes y requieran la comunicación de resultados.

SH2 (referente al SP2): La evaluación de la implementación requiere un enfoque mixto que combine la observación directa del desempeño del alumnado en las tareas de laboratorio, junto con el análisis de sus producciones escritas (fichas de trabajo), permitiendo identificar el grado de apoyo docente necesario en cada fase.

SH3 (referente al SP3): La eficacia de la secuencia se manifiesta en una ganancia de aprendizaje estadísticamente significativa entre el pretest y el postest, así como en la capacidad del alumnado para transferir los procedimientos de control de variables y razonamiento causal a situaciones nuevas relacionadas con el entorno natural.

#### **4. Metodología**

##### *4.1 Descripción de los estudiantes participantes*

La propuesta se llevó a cabo con un grupo de diecisiete estudiantes de 1º de ESO adscritos a Instituto de Enseñanza Secundaria de la Región de Murcia. Se trataba de un grupo digitalizado (es decir, cada alumno disponía de una tableta personal con la que trabajaba a diario en el centro). Es de relevancia mencionar que este alumnado llega a la Secundaria con distintos niveles de competencia y distintos hábitos de estudios, diversidad en los ritmos y estados de desarrollo propios de la etapa de la preadolescencia, tanto a nivel emocional, físico y cognitivo.

##### *4.2. Recursos materiales*

La intervención se desarrolló en el laboratorio de Ciencias Naturales del centro, espacio habitual de trabajo del grupo de 1º de ESO, lo cual facilitó la implementación de las actividades experimentales.

Asimismo, se emplearon recursos didácticos diseñados específicamente para la propuesta, como fichas de trabajo para el alumnado y cuestionarios de evaluación *pretest* y *postest*. En cuanto a los recursos tecnológicos, se utilizaron las tabletas personales del alumnado para la consulta de información, el registro de observaciones y la cumplimentación de los formularios digitales, además del proyector y el ordenador del profesorado para la presentación de contenidos y la visualización de material audiovisual de apoyo.

##### *4.3. Elaboración de la propuesta*

La propuesta didáctica diseñada con respecto al subproblema 1 gira en torno al huerto escolar del centro como eje didáctico desarrollándose, en nuestro caso, en el aula-laboratorio de Ciencias Naturales.

Para la elaboración de la propuesta, en un primer momento se partió del análisis del currículo oficial, prestando especial atención a los saberes básicos y competencias clave del nivel correspondiente. Posteriormente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica para fundamentar el diseño experimental. Las actividades de germinación y los ensayos de campo se adaptaron a partir de guías técnicas y orientaciones educativas previas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1998; Universidad de Jaén, 2010), mientras que el análisis del suelo se basó en las secuencias de aprendizaje e investigación escolar propuestas por Eugenio Gozalbo y Zuazagoitia (2023).

El diseño de la secuencia de enseñanza adopta un enfoque constructivista donde el alumnado protagoniza su aprendizaje y el docente actúa como mediador, promoviendo la construcción de conocimiento mediante la experiencia directa y el trabajo colaborativo. En la Tabla 1, un resumen de sus características generales.

	<b>Descripción</b>
Contextualización	Adaptada al centro educativo.
Viabilidad	Ajustada a los recursos materiales, temporales y humanos disponibles.
Pertinencia curricular	Basada en el currículo oficial, vinculada a saberes y competencias de 1º de ESO.
Fundamentación didáctica	Enfoque constructivista y el aprendizaje activo.
Uso del huerto como eje temático	Aunque no se utiliza físicamente, se mantiene como referencia contextual y conceptual. Fácilmente puede ser utilizado para otros contextos educativos.
Metodología participativa	Promueve el trabajo colaborativo, la reflexión y la autonomía del alumnado.
Rigor experimental	Actividades basadas en fuentes y protocolos fiables y adaptadas a la educación secundaria.
Enfoque de enseñanza: indagación	Experiencia directa, observación, formulación de preguntas y resolución de problemas reales.
Desarrollo de competencias clave	Argumentación, toma de decisiones basada en evidencias y el pensamiento crítico.

**Tabla 1.** Características generales de la propuesta didáctica. Elaboración propia.

#### *4.4. Diseño preexperimental e instrumentos de recogida de información*

La implementación de la propuesta (Tabla 2) se llevó a cabo bajo un diseño preexperimental de grupo único. Una decisión fundamentada en la necesidad de integrar la investigación en la dinámica natural de un aula de secundaria. Este enfoque permite documentar de manera directa la evolución del aprendizaje y el desarrollo de destrezas científicas en el alumnado, proporcionando datos valiosos sobre la eficacia de la secuencia didáctica en un entorno de aprendizaje real.

Si bien este diseño requiere cautela al generalizar los hallazgos, (puesto que la ausencia de un grupo de control dificulta la exclusión total de otros factores externos), su aplicación garantiza que todo el grupo-clase se beneficie por igual de la innovación pedagógica. Por tanto, el estudio se posiciona como una investigación-acción que prioriza la observación del cambio competencial y la validación de la propuesta en el contexto específico del huerto escolar, aportando una base empírica sólida para futuras intervenciones.

Fase	Actividad	Descripción	Temporalización
1	Aplicación del pretest	Evaluación inicial conocimientos previos mediante un cuestionario	Sesión 1
2	Actividad 1: Análisis del suelo	Trabajo experimental guiado para estudiar propiedades del suelo y su idoneidad para el cultivo.	Sesiones 2 y 3
3	Actividad 2: Germinación de semillas	Seguimiento experimental de variables que influyen en la germinación, con observaciones periódicas.	Sesiones 4, 5 y seguimiento en días posteriores
4	Aplicación del post test	Evaluación final con las mismas preguntas del pretest más otras nuevas relacionadas con la experiencia.	Sesión 6
5	Encuesta de satisfacción	Cuestionario para recoger la percepción del alumnado sobre la experiencia didáctica.	Sesión 6 (final de la misma)

**Tabla 2.** Fases de la intervención educativa (cronograma). Elaboración propia.

La intervención consistió en la realización de dos actividades prácticas vinculadas al huerto: un análisis de la materia orgánica del suelo y un experimento sobre la germinación de semillas.

En relación con el subproblema 2 de la investigación, la recogida de información durante la intervención se realizó a través de las fichas de trabajo facilitadas al alumnado, diseñadas específicamente para cada una de las actividades planteadas. Estas fichas sirvieron como instrumento principal para registrar las hipótesis formuladas, los procedimientos experimentales, las observaciones realizadas y las conclusiones alcanzadas por los grupos. Se resumen las características generales en la siguiente tabla 3:

Ficha	Temática principal	Tipo de actividad	Formato
Análisis del suelo	Estudio de las propiedades del suelo para el cultivo	Investigación guiada experimento práctico	Ficha escrita con preguntas abiertas y espacio para dibujos
Experimento de germinación	Estudio de los factores que influyen en la germinación de las semillas	Seguimiento Experimental y puesta en común de resultados	Ficha escrita con tablas, diario de observación, mediciones y preguntas

**Tabla 3.** Elementos generales de las fichas de trabajo. Elaboración propia.

#### 4.5. Evaluación de la propuesta. Instrumentos de recogida de información

En relación con el subproblema 3 de la investigación, antes de comenzar las actividades, se aplicó un cuestionario pretest con preguntas abiertas relacionadas con contenidos previos sobre plantas y suelos, ya que la intervención se enmarcó en el tema "Las Plantas". Su finalidad fue

identificar ideas iniciales y conocimientos previos del alumnado. El cuestionario se describe en la Tabla 4.

Nº	Temática principal	Tipo	Descripción breve
1	Clasificación de seres vivos	Elección	Qué elementos se identifican como seres vivos
2	Nutrición vegetal	Abierta	Explica cómo crees que las plantas obtienen su alimento.
3	Anatomía vegetal	Etiquetado	Nombrar partes señaladas en un dibujo de una planta.
4	Función de la luz	Abierta	Qué ocurre si una planta no recibe luz.
5	Función ecológica de las plantas	Abierta	Qué importancia tienen las plantas para el planeta
6	Opiniones y creencias sobre plantas	Abierta	Opinar sobre si es bueno dormir con plantas y justificar.
7	Función de las raíces	Abierta	Explicar el papel de las raíces en la planta.
8	Reproducción vegetal	Abierta	Responder a si todas las plantas producen semillas.
9	Condiciones de germinación	Abierta	Preguntar si una semilla puede germinar sin tierra y por qué.
10	Concepción inicial del suelo	Abierta	Definir con sus propias palabras qué es el suelo.
11	Estructura interna del suelo	Dibujo	Representar el interior del suelo e identificar elementos.
12	Formación del suelo	Abierta	Explicar cómo se forma el suelo.
13	Suelo urbano	Abierta	Reflexionar sobre la presencia y utilidad del suelo bajo el asfalto.
14	Criterios de suelo cultivable	Abierta	Indicar qué características hacen que un suelo sea apto para cultivar.

**Tabla 4.** Preguntas del pretest. Elaboración propia.

La validez del cuestionario diseñado para esta investigación se fundamentó en un enfoque cualitativo y técnico. En primer lugar, se garantizó la validez de contenido mediante juicio de expertos, sometiendo el instrumento a una revisión por pares. Dos especialistas en el área de la didáctica de las ciencias experimentales evaluaron la pertinencia, claridad y suficiencia de los 14 ítems, asegurando una estrecha alineación entre el instrumento, los objetivos de aprendizaje y las competencias científicas que se pretendían desarrollar.

Asimismo, la fiabilidad del instrumento se sustenta en su validez funcional y sensibilidad al cambio. A pesar de las restricciones intrínsecas a los tamaños muestrales reducidos en contextos escolares, el cuestionario demostró una elevada capacidad para discriminar con precisión los distintos

niveles de conocimiento y progresión del alumnado. Esta idoneidad, unida a la concordancia lograda en la validación externa, confirma que el cuestionario constituye un instrumento robusto y adecuado para evaluar el impacto de la intervención en el contexto específico de este estudio.

Al finalizar la intervención, se aplicó un nuevo cuestionario postest que conservó las preguntas originales del pretest, con el fin de comparar respuestas y detectar posibles avances. Además, se añadieron nuevas preguntas relacionadas con el diseño experimental y la formulación de hipótesis, directamente vinculadas a las experiencias realizadas (Tabla 5).

Nº	Temática principal	Tipo	Descripción breve
15	Materia orgánica del suelo	Abierta (hipótesis + procedimiento)	Diseñar un experimento para analizar la cantidad de materia orgánica en dos muestras de suelo, incluyendo hipótesis y pasos experimentales.
16	Germinación y variables ambientales	Abierta (hipótesis + procedimiento)	Elegir una variable que influya en germinación de semillas y diseñar experimento que incluya hipótesis y procedimiento.

**Tabla 5.** Preguntas del postest. Elaboración propia.

Finalmente, al finalizar ambas actividades, se aplicó al alumnado una breve encuesta de satisfacción con el objetivo de recoger su valoración sobre el interés, la utilidad y el disfrute de la propuesta. Para ello, se utilizó una escala del 1 al 4, donde 1 significaba "no me ha gustado nada" y 4 "me ha gustado mucho". Este instrumento permitió obtener información cualitativa sobre la percepción del grupo y valorar el grado de aceptación e implicación del alumnado en la intervención.

#### 4.6. Criterios de análisis y tratamiento de los datos obtenidos

El análisis de los datos recogidos se ha abordado desde una perspectiva mixta, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas con el fin de valorar los efectos de la intervención sobre la competencia científica del alumnado.

Así, para el análisis de las respuestas abiertas de los cuestionarios pretest y postest se llevó a cabo una categorización inductivo y progresivo, diseñado para medir el nivel de desempeño en la competencia científica del alumnado. Para garantizar el rigor en la evaluación, se establecieron tres niveles de codificación (0, 1, 2) basados en la complejidad del razonamiento causal, la precisión conceptual y la integración de terminología científica específica:

- Nivel 0 (Respuesta inadecuada o nula): Se asignó a respuestas ausentes, tautológicas o que mostraban errores conceptuales graves que impedían la comprensión del fenómeno estudiado.
- Nivel 1 (Respuesta parcial o en transición): Identifica respuestas que presentan ideas intuitivas correctas o elementos válidos, pero expresados de forma incompleta o sin establecer relaciones claras de causa-efecto.
- Nivel 2 (Respuesta adecuada y fundamentada): Corresponde a respuestas que demuestran una comprensión profunda del constructo, utilizando un lenguaje técnico apropiado para el nivel de 1º de ESO (ej.

términos como materia orgánica, germinación o variables) y aportando justificaciones basadas en evidencias o modelos científicos.

Esta jerarquización numérica permitió transformar los datos cualitativos en una escala ordinal para su posterior tratamiento estadístico. Asimismo, el seguimiento se realizó mediante un sistema de codificación anonimizado por estudiante, facilitando el análisis de muestras dependientes y la evaluación de la ganancia de aprendizaje individual mediante la comparación intra-sujeto. En la Tabla 6, se muestra la codificación realizada y algunos ejemplos con diversos ítems.

Código	Categoría	Descripción
0	Respuesta ausente o inadecuada	No responde o la respuesta es errónea, incoherente o sin relación con la pregunta.
1	Respuesta parcial o poco elaborada	Contiene elementos válidos, pero es incompleta, vaga o con errores de concepto. Ejemplos: Ít. 1: Identifica correctamente como ser vivo solo algunos ejemplos. Ít. 2: Las plantas obtienen su alimento gracias al agua, por las raíces (no fotosíntesis). Ít. 6: Es peligroso porque las plantas respiran por la noche. Ít. 7: Obtener agua (no sales minerales ni sujeción). Ít. 11: Capa de tierra (sin descripción). Ít. 13: Hay suelo debajo del asfalto y se pueden cultivar alimentos en él.
2	Respuesta adecuada y fundamentada	Respuesta correcta, clara y completa, con uso adecuado del vocabulario Ejemplos: Ít. 1: Identifica correctamente como ser vivo a todos los ejemplos. Ít. 2: Las plantas obtienen su alimento gracias a la fotosíntesis. Ít. 6: Es un mito, el CO <sub>2</sub> desprendido es escaso. Ít. 7: Obtener agua, sales minerales y sujeción. Ít. 11: Capa de tierra con seres vivos o restos de estos. Ít. 13: Hay suelo debajo del asfalto. No se pueden cultivar alimentos en él al estar contaminado.

**Tabla 6.** Codificación de las respuestas de los estudiantes y algunos ejemplos. Elaboración propia.

A partir de la codificación, se realizó un análisis descriptivo básico (puntuaciones medias por ítem, evolución individual y grupal), con el fin de observar posibles progresos tras la intervención. Los datos fueron procesados mediante el software estadístico de código abierto Jamovi (v. 2.2.2), estructurando el plan de análisis en tres fases: descriptiva, inferencial y de validación del instrumento.

En la fase descriptiva, se calcularon las medidas de tendencia central y dispersión para las puntuaciones globales del pretest y del postest. Específicamente, se obtuvieron la media (M), la mediana (Mdn) y la

desviación típica (DT), con el objetivo de caracterizar el desempeño inicial y final del grupo de estudiantes (N = 17).

En la fase inferencial, y dada la naturaleza ordinal de las categorías de respuesta (0, 1, 2) así como el reducido tamaño de la muestra, se optó por el uso de estadística no paramétrica. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest, se empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas. Asimismo, se calculó el coeficiente de correlación biserial de rango (rrb) como medida del tamaño del efecto, permitiendo valorar la magnitud y relevancia de la progresión del aprendizaje. Para todos los contrastes de hipótesis, se estableció un nivel de significación de  $p < 0.05$ .

Finalmente, para complementar la validez del cuestionario, garantizada previamente por el juicio de expertos, se evaluó el funcionamiento técnico de los 14 ítems mediante el cálculo de la correlación ítem-total corregida. Este análisis permitió verificar la contribución individual de cada reactivo al conjunto del instrumento y su capacidad para discriminar el grado de adquisición de los contenidos tras la intervención.

Por otra parte, las fichas completadas por el alumnado durante las actividades fueron analizadas de forma cuantitativa, centrándose en aspectos concretos vinculados a la competencia científica, como la formulación de hipótesis, la coherencia del diseño experimental, el registro ordenado de observaciones y la capacidad de extraer conclusiones a partir de los datos. Para cada uno de estos elementos se contabilizó cuántos estudiantes lograban realizarlo de forma adecuada y cuántos no, permitiendo así obtener una visión general del desempeño del grupo. Los resultados se organizaron en una hoja de cálculo y se representaron mediante gráficos de frecuencia, lo que facilitó la interpretación de los datos y la identificación de los aspectos más consolidados y de aquellos que presentaron mayor dificultad.

## **5. Resultados y discusión**

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, el apartado de resultados se articula en torno a la resolución del problema general, centrado en evaluar la contribución de la secuencia didáctica al desarrollo de la competencia científica en 1º de ESO. Con el fin de desglosar este impacto de manera sistemática, los hallazgos se presentan siguiendo la estructura de los tres subproblemas planteados: en primer lugar, se describen las características de las actividades de indagación diseñadas sobre el análisis del suelo y la germinación de semillas (SP1); seguidamente, se analiza el desarrollo de la propuesta en el aula a través del desempeño observado y el estudio pormenorizado de las fichas de trabajo producidas por el alumnado (SP2); y, finalmente, se valora la eficacia global de la intervención mediante el análisis comparativo de los avances logrados entre el pretest y el postest, integrando además la evaluación de las respuestas a las nuevas cuestiones de diseño experimental introducidas en la fase final (SP3).

*5.1. Propuesta de indagación científica: el suelo y la germinación como ejes temáticos.*

De acuerdo con el subproblema 1 de la investigación, se diseñó una propuesta didáctica que se estructuró en dos partes claramente diferenciadas, pero estrechamente vinculadas entre sí, una actividad de análisis de suelo, que se llevó a cabo en dos sesiones de clase, y otra actividad para estudiar la germinación de semillas, que se llevó a cabo durante varias sesiones, tal y como se describe seguidamente. También, se ha de señalar que el alumnado trabajó agrupado en grupos de dos o tres miembros durante el transcurso de todas las actividades y que estas se realizaron enmarcadas dentro del tema "Las Plantas" de 1º de ESO.

#### 5.1.1. ¿Qué suelo es mejor para nuestro huerto?

La primera actividad diseñada en el marco de esta propuesta didáctica tiene como finalidad introducir al alumnado en el pensamiento científico a partir de una situación contextualizada y cercana: decidir qué zona del centro educativo sería más adecuada para establecer un huerto escolar, en función de las características del suelo. Y cuenta con los siguientes objetivos:

- Comprender qué condiciones debe cumplir un suelo fértil y su importancia en la agricultura.
- Investigar el papel de la materia orgánica en la calidad del suelo.
- Diseñar un experimento sencillo para analizar muestras de suelo.
- Aplicar el método científico a una situación realista y próxima.
- Favorecer el trabajo cooperativo y el desarrollo de habilidades de observación, registro y argumentación.

La actividad se estructura en dos fases complementarias: una primera centrada en la búsqueda de información y el diseño del experimento, y una segunda orientada a la puesta en práctica y la elaboración de conclusiones.

Durante la primera fase, el docente introduce brevemente el concepto de suelo, su formación y su relevancia ecológica y agrícola. A continuación, el alumnado, organizado en pequeños grupos, accede a una ficha de trabajo donde se les plantea una situación ficticia que guiará todo el proceso: han de analizar diferentes muestras de suelo para decidir cuál sería la más adecuada para cultivar hortalizas en el instituto. Utilizando sus tablets, los estudiantes buscan información sobre qué características debe tener un suelo fértil y qué función cumple la materia orgánica. Después, diseñan en grupo un procedimiento experimental sencillo que les permita comprobar la presencia de materia orgánica en distintas muestras del entorno del centro, formulando hipótesis y secuenciando los pasos a seguir. Los distintos procedimientos se ponen en común al final de la actividad, acordando entre toda la clase y guiados por el docente cuáles serán los pasos correctos para seguir.

En la segunda fase, el alumnado lleva a cabo la práctica en el laboratorio, utilizando el procedimiento que habían ideado. Para ello, emplean dos muestras distintas de suelo proporcionadas por la docente y aplican una prueba experimental mediante agua oxigenada, que permite observar la posible liberación de burbujas como indicio de presencia de materia orgánica, tal y como se muestra en la Figura 1. Las observaciones se registran en la ficha de trabajo y se discuten en común, comparando los

resultados obtenidos en cada muestra. Finalmente, cada grupo justifica cuál consideran que sería el mejor suelo para iniciar un cultivo en el huerto escolar, apoyando su elección con evidencias recogidas durante la práctica.



**Figura 1:** Realización de la práctica de análisis de suelo.

Se estimó una duración de dos sesiones en total para esta actividad, distribuidas de la siguiente forma:

- Sesión 1 (55 min): introducción teórica, búsqueda de información y diseño del experimento.
- Sesión 2 (55 min): realización de la práctica experimental, registro de resultados y discusión final.

#### 5.1.2. *¿Qué condiciones favorecen la germinación de una semilla?*

Esta segunda actividad de la propuesta se centra en el estudio del proceso de germinación y crecimiento de las plantas a través de un experimento de observación a medio plazo. A partir de una pregunta abierta y contextualizada, se promueve que el alumnado se familiarice con el diseño experimental, el registro sistemático de datos y el análisis comparativo de resultados, favoreciendo una comprensión significativa del Reino de las Plantas. La actividad cuenta con los siguientes objetivos:

- Comprender qué factores pueden influir en el proceso de germinación y desarrollo inicial de las plantas.
- Aplicar el método científico: formular hipótesis, diseñar un procedimiento, registrar datos y extraer conclusiones.
- Observar y describir los cambios morfológicos de una planta durante su desarrollo inicial.
- Fomentar el trabajo en grupo y la responsabilidad en el seguimiento de un experimento a medio plazo.
- Valorar la importancia de las condiciones ambientales para el desarrollo de la vida vegetal.

La propuesta se desarrolla a lo largo de varias sesiones durante un periodo aproximado de dos semanas. El alumnado, organizado por grupos, investiga el efecto de una variable concreta sobre la germinación de las semillas. Entre los factores estudiados se encuentran la presencia o ausencia de luz, la cantidad de agua, el tipo de sustrato o el uso de fertilizantes. Cada grupo escoge una de estas variables (bajo la supervisión de la docente, que garantiza la cobertura de todas ellas) y diseña un

procedimiento experimental sencillo para contrastar dos condiciones diferentes.

En la sesión inicial, se preparan los recipientes con sustrato y semillas, etiquetándolos correctamente (Figura 2) y registrando el número de semillas plantadas. A partir de ese momento, el seguimiento de la germinación se integra en el ritmo ordinario de las clases de Biología y Geología. En cada sesión, se destinan unos minutos a observar los cambios producidos, que se recogen en un diario de germinación con una tabla de observación (Figura 3).



**Figura 2:** Condiciones experimentales del experimento de germinación de semillas.

<p>FECHA: 31/3/25</p>	<p>Un planta ha crecido (con agua)</p>	<p>Y la otra no (sin agua)</p>
<p>FECHA: 4/4/2025</p>	<p>En la plaza con agua las semillas van creciendo un montón</p>	<p>Y la de sin agua no ha crecido nada</p>

**Figura 3:** Parte del diario de germinación completado por estudiantes participantes.

Una vez finalizado el periodo de observación, el alumnado mide la altura alcanzada por las plántulas en cada condición y calcula el porcentaje de germinación comparando el número de semillas germinadas respecto al número total plantado. Estos datos se comparten con el resto de la clase y se integran en una tabla común con los resultados de todos los grupos.

Finalmente, utilizando los datos recogidos en la tabla los estudiantes respondieron a una serie de cuestiones sobre cuáles han sido las condiciones más y menos favorables para la germinación y el crecimiento de las semillas, con el objetivo de obtener conclusiones claras fundamentadas en los datos obtenidos con el experimento.

Duración estimada de la actividad se describe a continuación:

- Sesión 1 (55 min): elección de la variable, diseño del experimento, preparación y siembra de las semillas.
- Sesiones 2 a 5 (10-15 min al final de cada clase): observación, registro en el diario de germinación y cuidado de los recipientes.
- Sesión 6 (55 min): mediciones finales, puesta en común de datos y reflexión conjunta.

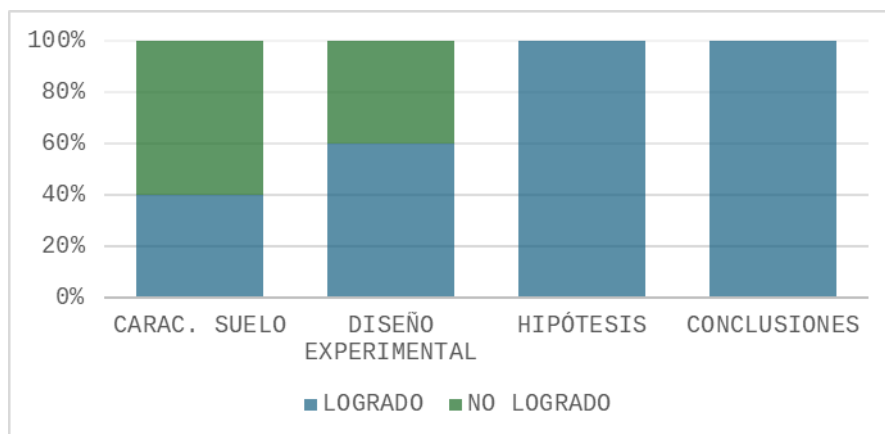
### 5.2. Análisis de la implementación y evaluación de las producciones escritas del alumnado.

Más allá de los resultados cuantitativos obtenidos en las pruebas estandarizadas, el estudio del subproblema 2 requiere un análisis detallado de la implementación en el aula y de las producciones del alumnado (Zhou et al., 2023). Para ello, se examinaron las fichas de trabajo completadas durante las sesiones experimentales, las cuales actuaron como el instrumento principal para registrar el proceso de indagación. Este análisis cualitativo se desglosa a continuación en dos bloques temáticos, centrados en evaluar dimensiones específicas como la capacidad de observación, la formulación de hipótesis, el diseño de procedimientos y la elaboración de conclusiones basadas en evidencias.

#### 5.2.1. Análisis cualitativo de la primera actividad: análisis de suelo

La primera actividad experimental de la propuesta consistió en el análisis comparativo de dos muestras de suelo, con el objetivo de determinar su nivel de materia orgánica. Esta experiencia permitió evaluar diversas dimensiones de la competencia científica del alumnado, tales como la búsqueda de información relevante, la formulación de hipótesis, el diseño experimental y la interpretación de resultados.

En una primera fase, más de la mitad del alumnado presentó dificultades a la hora de localizar en fuentes digitales las características propias de un suelo fértil. Esta carencia de criterios claros también se reflejó en el diseño experimental: aproximadamente un 40% del grupo no logró plantear de forma autónoma un procedimiento experimental coherente para analizar la materia orgánica en las muestras disponibles (Figura 4).



**Figura 4:** Porcentaje dimensiones de la ficha (análisis suelo).

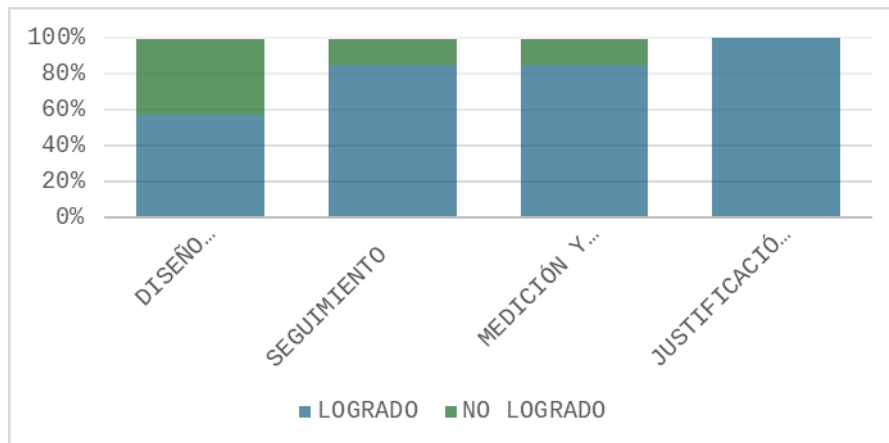
Sin embargo, tras la puesta en común y el acompañamiento docente (Zhou et al., 2023), se procedió a realizar la experiencia de forma guiada,

utilizando agua oxigenada como reactivo para observar la liberación de oxígeno como indicio de materia orgánica. En esta segunda fase, todo el alumnado fue capaz de formular hipótesis fundamentadas, aplicar el procedimiento experimental correctamente y extraer conclusiones válidas sobre cuál de las dos muestras presentaba una mayor cantidad de materia orgánica y, por tanto, era más adecuada para su uso en un huerto escolar (Figura 5).

### 5.2.2. Análisis cualitativo de la segunda actividad: germinación de semillas

La segunda actividad experimental consistió en el estudio de variables que afectan al proceso de germinación de las semillas. Cada grupo seleccionó una variable (cantidad de luz, tipo de suelo, riego, etc.) y diseñó un experimento comparativo para observar sus efectos a lo largo del tiempo que permitió valorar tanto el pensamiento científico como la autonomía del alumnado a la hora de registrar, analizar e interpretar datos.

En cuanto al diseño experimental inicial, el 57% del alumnado fue capaz de proponer un procedimiento lógico y coherente para investigar la variable asignada, describiendo con claridad cómo comparar las condiciones de control y tratamiento. El 42% restante presentó diseños incompletos, poco estructurados o dejó el apartado en blanco, lo que indica una necesidad de mayor andamiaje en la planificación de investigaciones (Zhou et al., 2023) (Figura 5).



**Figura 5:** Porcentaje dimensiones de la ficha (germinación).

Durante la fase de seguimiento del experimento, la mayoría del alumnado realizó observaciones diarias satisfactorias, registrando variables como la aparición de plántulas, la altura alcanzada o el número de semillas germinadas. Sin embargo, se detectaron diferencias en el nivel de detalle de los registros, así como algunas confusiones al distinguir entre las condiciones controladas y tratadas, especialmente en los primeros días. Solo un grupo (aproximadamente el 15% del alumnado) no logró realizar el seguimiento de forma sistemática.

En la fase final, todos los grupos fueron capaces de medir a la altura de las plántulas y calcular el porcentaje de germinación, utilizando adecuadamente los datos recogidos en la tabla. Además, todos respondieron satisfactoriamente a las preguntas de interpretación,

empleando argumentos fundamentados y haciendo referencia, en mayor o menor medida, a los datos reales obtenidos.

De forma general, puede afirmarse que el desempeño del grupo en esta actividad fue positivo, destacando la participación y motivación del alumnado (Gómez, 2025; Teplá y Distler, 2025), incluso por parte de quienes habitualmente presentaban mayores dificultades. El huerto, aunque no utilizado físicamente, funcionó como un eje de la propuesta y generó un contexto real y significativo para el aprendizaje (Orenes Cárceles, 2024).

*5.3. Valoración de la eficacia educativa: análisis comparativo pretest-postest y transferencia de conocimientos y análisis de la encuesta de satisfacción.*

Para evaluar la eficacia de la intervención, subproblema 3, se compararon las puntuaciones obtenidas por los estudiantes (N = 17) antes y después de la misma. Además, en el cuestionario postest se incluyeron nuevas cuestiones más específicas sobre suelos y germinación. Finalmente, se abordan los resultados de la encuesta de satisfacción anónima completada por los estudiantes sobre el desarrollo de las sesiones.

*5.3.1. Análisis comparativo del pretest y postest*

Dado el tamaño de la muestra y la naturaleza de la escala de medición, se empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Los resultados, detallados en la Tabla 7, muestran un incremento estadísticamente significativo en el nivel de conocimientos del alumnado tras la intervención educativa ( $p = 0.003$ ). La media de las respuestas aumentó de un 1.36 (DT = 0.22) en el pretest a un 1.55 (DT = 0.18) en el postest, sobre una puntuación máxima posible de 2.00 por ítem.

Asimismo, se calculó el coeficiente de correlación biserial de rango (rrb) para determinar la magnitud del cambio. El valor obtenido (rrb = 0.831) indica un tamaño del efecto muy grande, lo que sugiere que la mejora no solo es significativa desde el punto de vista estadístico, sino que tiene una alta relevancia pedagógica, mostrando una progresión consistente en la mayoría de los participantes.

<b>Fase</b>	<b>M</b>	<b>Mdn</b>	<b>DT</b>	<b>W</b>	<b>p</b>	<b>rrb</b>
<b>Pretest</b>	1.36	1.29	0.22	11.5	0.003	0.831
<b>Postest</b>	1.55	1.57	0.18			

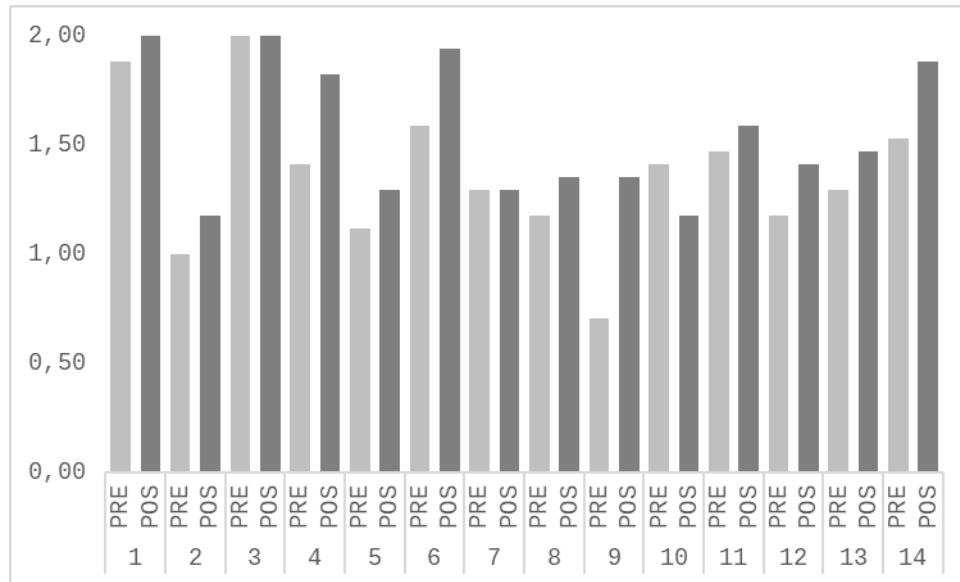
**Tabla 7.** Resultados de la comparación pretest-postest (Prueba de Wilcoxon). Elaboración propia.

Nota: M: Media; Mdn: Mediana; DT: Desviación Típica; W: Estadístico de Wilcoxon; p: nivel de significación; rrb: correlación biserial de rango (tamaño del efecto).

Este resultado sugiere que la propuesta didáctica ha contribuido de forma efectiva a la mejora de la competencia científica del grupo. La mejora sostenida en estos indicadores refleja un progreso no solo en

conocimientos, sino también en la forma de razonar y comunicar científicamente., dados los criterios de análisis aplicados.

Además del análisis general por estudiante, se examinó la evolución de las puntuaciones medias por ítem, con el objetivo de identificar qué contenidos mostraron un mayor grado de mejora tras la intervención. Los resultados mostrados en la Figura 6 reflejan una tendencia positiva en prácticamente todos los ítems, con una mejora generalizada en el postest respecto al pretest.



**Figura 6:** Comparativa pretest/postest: Evolución de la puntuación media por ítem. Nota: Eje horizontal, número del ítem pretest y postest. Eje vertical, valores medios del grupo (N=17) para cada ítem.

Destaca especialmente el Ítem 4, que planteaba qué ocurre con las plantas cuando no reciben suficiente luz. Este ítem mostró una mejora notable, lo que indica una mayor comprensión sobre la función de la luz en el proceso de crecimiento vegetal, probablemente favorecida por el seguimiento directo de la germinación de semillas en condiciones de distinta iluminación.

El Ítem 5, centrado en el papel de las plantas en la vida del planeta, también registró un incremento claro. Esto sugiere que las actividades propuestas, al vincular las plantas con el entorno y el huerto como espacio vivo, ayudaron al alumnado a contextualizar su importancia ecológica (Cañón-Vargas et al., 2025). Otro avance destacable se observa en el Ítem 13, donde se planteaba si hay suelo debajo del asfalto y si fuese posible cultivar sobre él. El alumnado mostró una mayor capacidad de argumentación y una mejor comprensión sobre la composición del suelo y las condiciones necesarias para el cultivo, lo cual puede vincularse directamente con la actividad práctica de análisis de suelos.

Por otro lado, los ítems con puntuaciones altas tanto en el pretest como en el postest, como el Ítem 1 (identificación de seres vivos) o el Ítem 3 (partes de una planta), indican que se trataba de conocimientos más consolidados previamente. En contraste, ítems más específicos sobre el suelo (ítems 10-14) mostraron mejoras más discretas, lo que podría reflejar

la complejidad del contenido o la necesidad de más tiempo para su asimilación. A modo de ejemplo, sobre cómo creen que se forma el suelo (ítem 12), algunas respuestas ponen de manifiesto la falta de percepción de la existencia de seres vivos en el mismo y su estado dinámico:

*“Está hecho de piedras que se rompen”* (Estudiante 14).

*“A través de las piedras, hace millones y millones de años, las piedras se van rompiendo formando la tierra”* (Estudiante 6).

En conjunto, los resultados por ítem refuerzan la idea de que la propuesta didáctica favoreció el desarrollo de la competencia científica en procesos específicos como la observación, la relación causa-efecto, la argumentación y el uso del vocabulario científico, especialmente en relación con el crecimiento de las plantas y la función del suelo en los ecosistemas, resultados acordes con Gómez (2025).

### *5.3.2. Ampliación del postest para evaluar la competencia científica.*

Finalmente, con el fin de profundizar en la evaluación de la competencia científica, el cuestionario postest incluyó dos preguntas adicionales que no estaban presentes en el pretest. Estas cuestiones (ítems 15 y 16) se centraron en la formulación de hipótesis y el diseño de procedimientos experimentales con respecto a las dos experiencias ya realizadas en el aula.

La pregunta 15 planteaba una situación relacionada con el análisis del suelo, invitando al alumnado a diseñar un experimento para comprobar la cantidad de materia orgánica en dos muestras distintas. La pregunta 16 se centraba en el estudio de variables que afectan a la germinación de semillas, permitiendo al alumnado elegir una variable y elaborar tanto una hipótesis como un procedimiento experimental adecuado.

Los resultados fueron muy positivos. El 81% del alumnado logró formular hipótesis claras y describir correctamente los procedimientos en ambas preguntas, mostrando un dominio adecuado del método científico. Sus respuestas evidencian una comprensión global de la estructura de una investigación y la capacidad para aplicarla a contextos reales (Orenes Cárceles et al., 2022), como los trabajados en el aula (análisis del suelo y germinación de semillas). Se valoraron especialmente aspectos como la claridad de la hipótesis, la coherencia entre hipótesis y procedimiento, y el uso de vocabulario científico adecuado.

### *5.3.3. Resultados de la encuesta de satisfacción*

En relación con la actividad de análisis del suelo, el 41,7% del alumnado indicó que le había gustado bastante (opción 3), mientras que un 58,3% manifestó que le había gustado mucho (opción 4). No se registraron respuestas en las categorías 1 o 2, lo que indica una valoración muy positiva por parte del grupo.

Del mismo modo, respecto a la experiencia de germinación de semillas, la mayoría, un 81,8%, expresó que le había gustado mucho (opción 4).

Estos resultados reflejan una alta aceptación y satisfacción del alumnado con ambas experiencias (Teplá y Distler, 2025), especialmente con la actividad de germinación de semillas, que obtuvo las valoraciones más elevadas.

## **6. Limitaciones de la investigación**

Debido a que la investigación se llevó a cabo en un contexto escolar real, la muestra se restringió a un único grupo de 17 estudiantes. Aunque este número es limitado para análisis estadísticos de gran escala, ha permitido un seguimiento pormenorizado de las producciones del alumnado y una mayor personalización de la intervención docente, objetivos primordiales en las investigaciones de corte pedagógico.

La investigación no ha contado con un grupo de control que hubiera podido actuar como referente neutro para validar la eficacia de la investigación. Sin embargo, la elección de un solo grupo se justifica por la necesidad de adaptar la investigación a las circunstancias reales y organizativas del centro educativo durante el periodo de intervención. Dado que la propuesta se integró en la programación curricular ordinaria de 1.º de ESO, se priorizó un enfoque ético de equidad educativa, garantizando que todo el alumnado del grupo intacto se beneficiara por igual de la innovación pedagógica.

Por otra parte, si bien el huerto escolar del centro actúa como eje vertebrador, las actividades experimentales se llevaron a cabo en el laboratorio con el fin de facilitar una observación sistemática y continua de los procesos biológicos, optimizando el uso de instrumentos de precisión y asegurando la integridad de las muestras frente a agentes externos del huerto; de este modo, facilitó al alumnado monitorizar los cambios que se pudieron observar en las actividades de indagación planificadas.

## **7. Conclusiones e implicaciones educativas**

En relación con el subproblema 1 de la investigación, se diseñó una propuesta contextualizada que integra dos experiencias experimentales: el análisis de la materia orgánica del suelo y el experimento sobre la germinación de semillas bajo distintas condiciones. Aunque no se desarrollaron directamente en el huerto por cuestiones organizativas, ambas actividades mantuvieron como eje temático el entorno del huerto escolar, lo cual permitió conservar su valor pedagógico. Estas experiencias fomentaron la participación del alumnado, la formulación de hipótesis, la observación sistemática y la elaboración de conclusiones a partir de datos, aspectos clave en el desarrollo de la competencia científica (Cañón-Vargas et al., 2025; Eugenio Gozalbo y Zuazagoitia, 2023; Eugenio Gozalbo et al., 2018). Estos resultados permiten confirmar la primera hipótesis, que planteaba que una secuencia de enseñanza efectiva debe integrar actividades que planteen preguntas investigables, permitan la experimentación autónoma de los estudiantes y requieran la comunicación de resultados (Gómez, 2025).

Relativo al subproblema 2, la observación como evaluación en el desempeño del alumnado durante las actividades, y el análisis de sus fichas de trabajo, indicó una implicación elevada y un avance progresivo en las distintas dimensiones del pensamiento científico, especialmente en la formulación de hipótesis, el análisis de variables y la interpretación de resultados. Aunque se detectaron algunas dificultades iniciales, particularmente en el diseño experimental autónomo y en la búsqueda de información, el acompañamiento docente favoreció la consolidación de estas

habilidades. Todo ello permite confirmar la segunda hipótesis, según la cual la evaluación de la implementación requiere un enfoque mixto que combine la observación directa del desempeño del alumnado en las tareas de laboratorio, junto con el análisis de sus producciones escritas (Zhou et al., 2023) permitiendo identificar el grado de apoyo docente necesario en cada fase.

Con respecto al subproblema 3 planteado, el análisis de los cuestionarios pretest y postest mostró una evolución positiva en la mayoría del alumnado, tanto a nivel individual como grupal. La mejora de la media en 3,4 puntos en las puntuaciones totales, así como el aumento en la calidad de las respuestas (especialmente en ítems relacionados con la función de la luz, la importancia del suelo y el diseño experimental), evidencian un progreso significativo en el uso del lenguaje científico y el razonamiento causal, acorde con la hipótesis 3. Estos resultados refuerzan la eficacia de la propuesta didáctica basada en la indagación y ponen de manifiesto el valor del huerto escolar como entorno privilegiado para el aprendizaje activo y significativo de las ciencias (Teplá y Distler, 2025).

La valoración subjetiva recogida mediante la encuesta de satisfacción también confirmó la buena acogida de la propuesta. La mayoría del alumnado indicó que las actividades le habían gustado mucho, especialmente la experiencia de germinación de semillas, lo que refuerza la idea de que los contextos cercanos, manipulativos y con continuidad en el tiempo contribuyen a aumentar la motivación, el interés y la implicación en el aprendizaje (Orenes Cárceles, 2024).

En conjunto, los resultados permiten afirmar que esta intervención ha sido efectiva en el desarrollo de la competencia científica en el caso de estudio. Además, ha demostrado que el enfoque basado en la indagación, aplicado en un contexto escolar real y adaptado a las condiciones del centro, es viable y pedagógicamente valioso (Anugrah et al., 2025), incluso cuando no se cuenta con un acceso continuo al huerto.

## 8. Referencias bibliográficas

Anugrah, A., Anggraeni, L., y Syaifullah, S. (2025). Inquiry-Based Learning and Its Impact on Critical Thinking: An Empirical Analysis. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences* 42, 70-80. <https://doi.org/10.55549/epess.912>

Aragón, L., y Manzano, B.E. (2025). Can school gardens contribute to resilient communities from a scientific and eco-social perspective in early childhood education? *Journal of Outdoor and Environmental Education* (2025). <https://doi.org/10.1007/s42322-024-00185-1>

Arifin, Z., Sukarmin, Saputro, S., y Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3), em2592. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15988>

Bell, R., Maeng, J., y Peters, E. (2013). *Scientific inquiry and nature of science task force report. Journal of Mathematics and Science: Collaborative Explorations*, 13(1). Virginia Mathematics and Science Coalition.

[https://www.vamsc.org/wp-content/uploads/2016/Journal%2013/Journal\\_Volume\\_13.pdf](https://www.vamsc.org/wp-content/uploads/2016/Journal%2013/Journal_Volume_13.pdf)

Cañón-Vargas, A.M., Melo-Mora, S.P., y Sosa, E. (2025). School gardens as research setting for early childhood children to strengthen their environmental awareness and scientific skills. *Discov Educ* 4, 320. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00785-z>

Estrella Torres, A., y Jiménez Bailón, L. (2020). Los huertos escolares en España: Educando para el cambio. *Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM)*.

[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/articulos-de-opinion/2020-02-estrella-jimenez\\_tcm30-506609.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/articulos-de-opinion/2020-02-estrella-jimenez_tcm30-506609.pdf)

Eugenio Gozalbo, M., Zuazagoitia, D., y Ruiz-González, A. (2018). Huertos ecodidácticos y educación para la sostenibilidad: Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1501. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i1.150134](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.150134)

Eugenio Gozalbo, M., y Zuazagoitia Rey-Baltar, D. (Coords.) (2023). *STEAM en el huerto: 10 propuestas de proyecto científico para educación secundaria*. Graó.

Eugenio Gozalbo, M., Aragón, L., y Ortega-Cubero, I. (2020). Gardens as science learning contexts across educational stages: Learning assessment based on students' graphic representations. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 2226. [https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/47390/1/Gardens%20as%20Science%20Learning%20Contexts\\_1sept2020.pdf](https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/47390/1/Gardens%20as%20Science%20Learning%20Contexts_1sept2020.pdf)

Gomez, M. J. (2025). The Impact of Inquiry-Based Learning in Science Education: A Systematic Review of Student Engagement and Achievement. *Journal of Education, Learning, and Management*, 2(2), 353-363. <https://doi.org/10.69739/jelm.v2i2.1143>

Gutiérrez Sánchez-Osorio, M. L. (2020). El huerto escolar: una herramienta pedagógica para la conciencia medioambiental del alumnado. *Revista de Educación, Innovación y Formación (REIF)*, 2, 43-61. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/91775>

Jiménez-Liso, M. R., Santos, M. T., Cañal, P., Mellado, V., y Blanco, Á. (2022). Enseñar ciencias con sentido. Las prácticas científicas como herramientas para pensar, comunicar y argumentar científicamente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 2102

[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i2.2102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2102)

López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R., Martínez Chico, M., y Castillo Hernández, F. J. (2020). Evidencias para la mejora de la enseñanza de las ciencias. *Dossier Graó*, (5), 39-43.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1998). *Ensayo de germinación de semillas*. *Hojas Divulgadoras*, 2090.

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf)

Naciones Unidas (2015). Transformar nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Acta 21 de octubre de 2015. Recuperado de [https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1\\_es.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf)

Orenes Cárceles, J., Ayuso Fernández, G. E., Fernández-Díaz, M., y Egea Fernández, J. M. (2022). School Gardens: Initial Training of Future Primary School Teachers and Analysis of Proposals. *Education Sciences*, 12(5), 303. <https://doi.org/10.3390/educsci12050303>

Orenes Cárceles, J. (2024). *La utilización del huerto ecodidáctico en la educación primaria: Necesidades formativas, análisis de propuestas y diseño, aplicación y evaluación de un programa formativo para futuros docentes* [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]. DIGITUM. <https://digitum.um.es/entities/publication/5e204433-fa21-4bb1-a9f7-7be6c048eaf0>

Rodríguez Marín, F., y Eugenio-Gozalbo, M. (2021). Los huertos como recursos educativos y contextos de aprendizaje. *Investigación en la Escuela*, (103). <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103>

Teplá, M., y Distler, P. (2025). The impact of long-term inquiry-based science education on students' motivation and knowledge acquisition: The role of gender, subject, and level of inquiry. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, Article 239. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04437-3>

Universidad de Jaén (2010). *Ensayos de campo para determinar propiedades del suelo*. Aula Verde. [https://www.ujaen.es/servicios/aulaverde/sites/servicio\\_aulaverde/files/uploads/Ensayos%20de%20campo%20para%20determinar%20propiedades%20del%20suelo.pdf](https://www.ujaen.es/servicios/aulaverde/sites/servicio_aulaverde/files/uploads/Ensayos%20de%20campo%20para%20determinar%20propiedades%20del%20suelo.pdf)

Urías Borbón, D. S., y Ochoa De La Torre, J. M. (2020). Huertos urbanos como estrategia de resiliencia urbana en países en desarrollo. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (8), 81-102. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i8.143>

Sam R. (2024). Systematic review of inquiry-based learning: assessing impact and best practices in education [version 1; peer review: awaiting peer review]. *F1000Research* 2024, 13:1045 <https://doi.org/10.12688/f1000research.155367.1>

Weissmann, H., Kaufman, M., Serafini, C., y Dicovski, E. (2021). La huerta, un espacio para investigar. *Investigación En La Escuela*, (12), 45-56. <https://doi.org/10.12795/IE.1990.i12.05>

Zhou, Y., Zhou, Y., y Machtmes, K. (2023). Mixed methods integration strategies used in education: A systematic review. *Methodological Innovations*, 17(1), 41-49. <https://doi.org/10.1177/20597991231217937>