

La enseñanza del ciclo del agua mediante indagación científica: un estudio de caso en formación inicial del profesorado

Ana Aragüés Díaz - Universidad de Zaragoza

 0000-0002-8228-0813

Recepción: 03.06.2026 | Aceptado: 29.06.2026

Correspondencia a través de **ORCID**: Ana Aragüés Díaz

 **0000-0002-8228-0813**

Citar: Aragüés Díaz, A (2026). La enseñanza del ciclo del agua mediante indagación científica: un estudio de caso en formación inicial del profesorado. *REIDOCREA*, 15(43), 584-594.

Estudio de investigación de trabajo de Tesis

Área o categoría del conocimiento: Didáctica de las Ciencias

Resumen: Este trabajo describe una experiencia de indagación guiada implementada por un maestro en formación durante su prácticum en Educación Primaria, en un aula de segundo curso con 24 alumnos. La intervención constó de tres sesiones centradas en el estudio del ciclo del agua mediante actividades experimentales y de discusión. El objetivo fue analizar la contribución de las actividades a la comprensión del modelo científico-escolar y examinar el tipo de guía ejercida a través de las preguntas del docente. Se utilizó una metodología cualitativa basada en el análisis de videograbaciones y transcripciones. Los resultados evidencian un predominio de preguntas descriptivas frente a las relacionales, lo que limitó la construcción de un modelo global del ciclo del agua.

Palabra clave: Ciclo del agua

Teaching the Water Cycle through Scientific Inquiry: A Case Study in Initial Teacher Education

Abstract: This study describes a guided inquiry experience implemented by a pre-service teacher during a practicum placement in Primary Education, in a second-grade classroom with 24 students. The intervention consisted of three sessions focused on the study of the water cycle through experimental and discussion-based activities. The aim was to analyse the contribution of these activities to students' understanding of the school scientific model and to examine the type of guidance provided through the teacher's questioning. A qualitative methodology was employed, based on the analysis of video recordings and their transcriptions. The results revealed a predominance of descriptive questions over relational ones, which limited the construction of a comprehensive model of the water cycle.

Keyword: Water Cycle

Introducción

La indagación científica

Desde la idea de la necesidad de estudios de caso para alcanzar comprensiones más profundas sobre los significados que se originan durante la educación (Höttecke, Henke y Riess, 2012), este trabajo se enmarca en un estudio de caso de la práctica docente llevada a cabo por un maestro en formación durante su etapa de prácticum. En esta etapa es cuando maestros en formación ponen a prueba sus conocimientos sobre determinados contenidos y destrezas sobre actividades que han diseñado. En este contexto, se analiza la práctica docente de un maestro en formación de Educación Primaria, EP, durante la realización de tres actividades sobre el ciclo del agua basadas en una indagación guiada. La indagación guiada en el aula de ciencias

La indagación es considerada una práctica científica empleada por la comunidad científica para elaborar conocimiento. En lo que se refiere a enseñanza de las ciencias, son muchas las investigaciones que promueven un enfoque de la enseñanza de las ciencias mediante la indagación en el aula (Rosa y Ramayón, 2023). Esta consideración es planteada como una forma de aprendizaje activa en donde el alumnado tiene la oportunidad de construir el conocimiento, principalmente a través de la interacción, de

la pregunta, así como de los procesos implicados para dar respuesta como son observar, describir o argumentar, entre otros. Indagar supone una forma de aprender que tiene en cuenta no sólo los contenidos científicos sino todo el conjunto de procesos implicados mediante los cuales la ciencia es construida. Es por ello por lo que se considera como una vía de aprender y enseñar las ciencias desde hace años desde diversas instituciones educativas (González y Crujeiras-Pérez, 2024). La terminología utilizada en la literatura para referirse al concepto es amplia y variada. En ocasiones la literatura inglesa ofrece una variedad de términos que son utilizados para referirse a un mismo concepto como son *inquiry based science-education*, *guided-inquiry*, *problem-based learning*, *research-based teaching*, *problem-based learning*, *research-based teaching* o *undergraduate research*. De forma análoga ocurre con la literatura castellana donde se suele utilizar más comúnmente términos como *pequeñas investigaciones*, *indagación-guiada* o *investigaciones basadas en problemas*. Al igual que ocurre en la ciencia, establecer una definición para qué es indagar supone una difícil tarea. Cuando se habla de indagar implícitamente se hace referencia a una gran variedad de subprocesos como son: la solución de problemas, la identificación de preguntas que puedan ser contestadas a través de investigaciones científicas, la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos, la toma y análisis de los datos, un uso apropiado de herramientas y técnicas, comunicación de conclusiones o construcción de conocimiento conceptual (Abd-El-Khalick y Akerson, 2004; NRC, 2012). Esta gran agrupación de procesos e ideas produce cierto acuerdo entre distintos autores sobre la falta de una definición clara sobre lo que supone indagar en un aula (Buck et al., 2008). En este sentido, Chinn y Malhotra (2002) señalan la necesidad de establecer unos rasgos claramente precisos para definir dicho proceso. En analogía a cómo los científicos trabajan en la ciencia, se espera que los alumnos sean capaces de construir contenidos de forma similar a la que supone el trabajo de un científico. Un trabajo en el que se buscan respuestas mediante el uso de un juicio crítico a la luz de la evidencia (NRC, 2012).

En la escuela, hablar de indagación tiene que ver con la idea de un aprendizaje comunal en el que un docente tiene la intención de enseñar un saber a unos alumnos. A través de esta actividad el alumnado es capaz de estudiar y resolver problemas del mundo natural a través de la pregunta y del uso de la razón basado en pruebas. Que los alumnos indaguen en la escuela supone la creación de oportunidades para construir contenidos científicos a la vez que desarrollan actitudes autónomas y resolutivas. Compartimos la idea de Crujeiras-Pérez y Cambeiro (2018) sobre que un aprendizaje a través de las prácticas científicas, en este caso de indagación, facilita al estudiante a comprender cómo se construye el conocimiento, lo que favorece el desarrollo de la metacognición (Otero y Werner da Rosa, 2023). Algunos de los resultados obtenidos con estudiantes que trabajan las ciencias por indagación sugieren que éstos son capaces de articular algunos de los procesos mentales de los que son utilizados por científicos (Marín Martínez y Cárdenas Salgado, 2011).

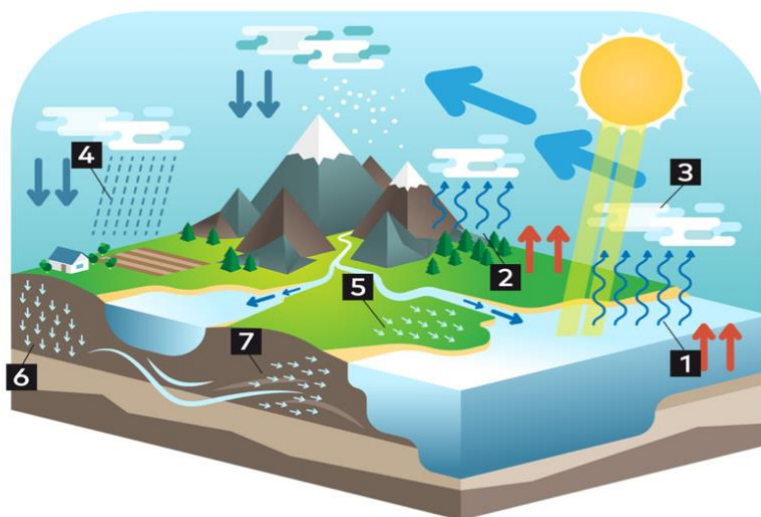
Desde esta perspectiva, el prácticum de los maestros en formación supone un importante momento en el que se les expone a poner a prueba sus habilidades sobre cómo trasladar aspectos de la indagación guiada, desde una perspectiva teórica a una forma práctica. Las condiciones creadas por el docente las que van a determinar la forma en la que se aprende, y sobre esta idea cabe señalar la relevancia que poseen las preguntas planteadas por el docente (Chinn, 2007). El tipo de preguntas en tiempo y forma son la clave para tanto el desarrollo de destrezas relacionadas con la indagación en el aula como para la construcción de un determinado saber científico.

El estudio del ciclo del agua

El estudio del ciclo del agua es un contenido que se repite a lo largo de los cursos de la etapa educativa en el currículum de un gran número de países, especialmente países europeos. Aun así, diversos autores (Joyce et al., 2008) señalan que las diferencias encontradas en el tipo de diagrama empleado entre los estudiantes más pequeños frente a los más mayores son mínimas. En otras palabras, el modelo que suele ser empleado de ciclo del agua en los cursos iniciales respecto al de cursos superiores no parece haber aumentado en gran medida en cuanto a su complejidad conceptual. Debido al gran número de elementos que son abordados en el estudio del ciclo del agua sería deseable que la escuela fuera capaz de ir añadiendo contextos cada vez más complejos. Durante toda la etapa de EP y desde los libros de texto, los estudiantes suelen tener presente un dibujo-diagrama que representa algunos de los procesos que tienen lugar en él, aunque no todos (Figura 1). La condensación, la filtración o la dinámica interna de las nubes, por ejemplo, no suelen ser representadas.

Figura 1

Diagrama del ciclo del agua (Editorial Prismas Santillana, 2023).



Autores como Driver, Guesne y Tiberghien (1999) sostienen la idea de que siempre que se aborda el estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje, una cuestión a tener en cuenta son las ideas alternativas sobre el contenido a tratar. Todavía este fenómeno didáctico sigue ocupando un espacio importante en la literatura especializada como muestra el trabajo de Joyce et al. (2008) en donde se señala que, a menudo, cuando un alumno aprende un nuevo elemento de conocimiento, tratando de integrar esa nueva idea, establece relaciones que pueden contener ideas alternativas. Un diseño de actividades que tome de referencia estas ideas alternativas puede facilitar de forma sustancial el aprendizaje de los estudiantes, obligándoles así a confrontar sus ideas con realidades que requieran la reevaluación de sus explicaciones.

Tomando como ejemplo la Figura 1, puede observarse que el dibujo-diagrama que se expone en los libros de texto representa solo una parte del conjunto de procesos que se originan dentro del modelo del ciclo del agua. El vapor de agua (gas) es representado mediante gotitas (líquido). Esta representación del vapor mediante agua líquida en forma de gotas confronta con la idea de que el vapor de agua es invisible (Joyce et al., 2008). La utilización de flechas para representar el proceso solo a escala terrestre favorece a que los estudiantes consideren la existencia del proceso únicamente a gran escala, unidireccional y sin sub-ciclos (Reyero et al., 2007). En otros casos los alumnos de

cursos más bajos parecen pensar incluso que el ciclo del agua es algo literalmente que ocurre de una forma circular (Joyce et al., 2008). En resumen, algunas de las ideas alternativas más comúnmente detectadas en EP y cursos posteriores se resumen en la Tabla 1. Los títulos de los subtemas deben estar alineados a la izquierda, en negrita y cursiva, para distinguirlos del resto del texto. No numerar los temas ni los subtemas.

Tabla 1. Ideas alternativas más frecuentes sobre el ciclo del agua en la literatura.	
Ideas alternativas	Referencias
La evaporación sólo se produce en las zonas oceánicas y sólo cuando el Sol es visible.	Cardak (2009); Reyro et al. (2007)
Las precipitaciones se producen sólo en zonas continentales.	Reyro et al. (2007)
Las nubes están constituidas por vapor o gas.	de Miguel et al. (2009); Joyce et al. (2008); Reyro et al. (2007)
El vapor de agua o la niebla es algo perceptible y por lo tanto líquido.	Bar (1989)
La precipitación como un fenómeno producido exclusivamente como consecuencia de la gravedad cuando la nube contiene muchas gotas.	Márquez y Bach i Plaza (2007); Bar (1989); Márquez et al. (2003)
El agua cuando se evapora desaparece o se escapa al cielo.	National Science Education Standards (1995)
Los tres estados del agua son distintas realidades.	Russel y Watt (1990); Joyce et al. (2008)

Varios autores atribuyen gran parte de los errores conceptuales manifestados por los estudiantes a las representaciones gráficas que aparecen en los libros de textos, las cuales son consideradas, en ocasiones, poco adecuadas (Reyro et al., 2007). Parece ser que algunas de estas ideas serían fáciles de superar simplemente invocando a la experiencia cotidiana, mientras que otras, por el contrario, posiblemente requieran de la comprensión de procesos cognitivos de mayor nivel. En ambos casos, la promoción de contextos cercanos a la experiencia y orientados bajo la observación podrían ayudar a los estudiantes a salvar algunos de los obstáculos que les surgen a la hora de establecer un modelo coherente y global del ciclo del agua.

Objetivos

Los objetivos de este trabajo planteados para cada actividad han sido:

- O1. Analizar el modelo científico-escolar sobre el ciclo del agua mediante el análisis de video grabaciones y transcripciones, en cada actividad.
- O2. Examinar el tipo de preguntas proporcionadas por el maestro en formación para guiar al alumnado en un contexto de indagación científica escolar, en cada actividad.

Método

El estudio emplea técnicas propias de la investigación cualitativa (Schreier, 2012). Se realiza un estudio de caso para explicar la construcción del modelo del ciclo del agua durante la realización de actividades indagatorias.

Participantes y contexto

Se analiza la intervención en el aula de un maestro en formación durante su etapa de prácticum en un colegio público de España, en un aula de 2º curso de Primaria, con un total de 24 alumnos. La intervención consiste en la implementación de una secuencia de tres actividades de corte indagatorio con las que se pretende trabajar un modelo global del ciclo del agua. Estas actividades fueron diseñadas por el maestro en formación durante su formación didáctica en la universidad y mediante la supervisión de su tutor de prácticum. Estas tres actividades se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2.

Resumen de las actividades implementadas por el maestro en formación en el aula de EP.

Actividad	Título	Descripción
Actividad 1	¿Cómo ha llegado el agua a la planta?	Los alumnos de ep colocan un vaso de agua sobre la tierra seca de una planta y posteriormente la tapan con un film de plástico. pasados unos días realizan observaciones sobre los cambios producidos dentro de ella.
Actividad 2	¿Por qué la orilla del mar siempre está en el mismo sitio?	Debate entre alumnos de EP y el maestro en formación para dar respuesta a la pregunta de la actividad.
Actividad 3	¿Cómo se ha podido mojar la tierra de la bandeja?	Los alumnos de ep observan los cambios producidos en una bandeja con agua, calor (horno) y otra bandeja de tierra sobre una bandeja de agua, todo ello cubierto con un film de plástico.

Fuente de datos y herramienta de análisis

La fuente de datos está formada por una serie de videograbaciones (video y audio) sobre las intervenciones. La herramienta de análisis empleada ha sido el software Transana. Para abordar este estudio se ha diseñado se emplean técnicas basadas en el video-análisis (Fischer y Neumann, 2012) bajo una metodología que tiene en cuenta el aula como un sistema para su comprensión (Sensevy, 2011). En concreto, se analiza el discurso producido en el aula teniendo en cuenta las condiciones del medio didáctico (Lemke, 1997).

Resultados

Actividad 1. ¿Cómo ha llegado el agua a la planta?

Respecto al O1, es un hecho que, desde que los alumnos de EP colocaron un tarro de agua sobre la tierra seca de una planta y posteriormente la taparon con film de plástico hace unos días, los datos empíricos que aporta el dispositivo experimental son los siguientes:

- La planta parece tener un buen aspecto (color verde y turgente).
- La tierra ahora está mojada.
- El nivel agua del tarro ha descendido respecto de hace unos días .
- Han aparecido de gotas en el film de plástico.

La presencia del dispositivo experimental ayuda a comprender que la planta sobrevive, gracias a los cambios de estado que experimenta el agua. La planta representa un nivel de conocimiento clave como es relacionar lo que los estudiantes saben sobre las plantas con los cambios fisicoquímicos del agua. De esta forma, la actividad se enfoca hacia la integración de dos modelos teóricos: uno sobre la necesidad de captar agua para la vida de las plantas, y otro sobre los cambios de estado del agua (que explica que lo anterior sea posible).

Del análisis del discurso empleado por los estudiantes se desprende que el número de ideas utilizadas sobre la evaporación es casi el doble que el de condensación, de manera que los alumnos de EP parecen tener más asumido el cambio de líquido a gas frente al cambio de gas a líquido, llegando a emplear incluso el término evaporar. No ocurre lo mismo con el término condensar -introducido por el maestro en formación- y aparentemente desconocido por los alumnos.

El paso de agua líquida a gas es asociado a la necesidad de calor, mientras que el paso de agua gas a agua líquida se asocia a la necesidad de frío. Se expresa un modelo basado en que un líquido que se encuentra en un lugar donde hace calor va a sufrir una transformación a fase gas, el cual asciende y no es perceptible para el ojo humano. Este

gas se enfría y se transforma en líquido, el cual desciende por motivos relacionados con el peso.

Respecto del O2, las preguntas planteadas por el maestro en formación en la primera parte de la sesión se apoyan en el dispositivo experimental, mientras que en la segunda parte se orientan principalmente hacia la realización de inferencias sobre un marco teórico (Tabla 3).

Tabla 3.
Preguntas planteadas por el maestro en formación durante la actividad 1.
Preguntas Actividad 1
1. ¿Cómo está la planta? (0:00:00)
2. ¿Cómo está el plástico que recubre la planta? (0:10:08)
3. ¿Cómo está la vasija de agua ahora? (0:20:58)
4. El agua que cae ¿de dónde ha salido? (0:35:44)
5. ¿Si hay calor qué le pasará a esa tierra? (0:42:50)

Las preguntas plantean una evolución desde lo concreto hasta lo abstracto. La primera parte de la sesión radica en identificar lo que hay que ver o identificación de evidencias, mientras que la segunda parte se orientan hacia lo que ‘hay que interpretar’ mediante la realización de inferencias teniendo en cuenta los datos empíricos y los marcos teóricos previos. Los datos empíricos que aporta el dispositivo experimental (v.g. que la planta está sana, que el papel se ha empañado, que hay gotitas de agua en el papel, que la tierra está mojada y que el agua del tarro ha descendido) son todos identificados por el maestro en formación quien orienta a los alumnos a observar. Este contexto ayuda a los estudiantes a elaborar un modelo de cambios de estado del agua que permita comprender que:

- El agua, según la cantidad de calor, cambia de estado líquido/gas llamado vapor de agua.
- Cuando el agua líquida se calienta se transforma en vapor de agua que asciende.
- Cuando el vapor de agua se enfría forma gotas de agua y vuelve a descender.

Actividad 2. ¿Por qué la orilla del mar siempre está en el mismo sitio?

Respecto del O1, la actividad se orienta hacia la construcción de un modelo de ciclo del agua a escala geológica haciendo para ello uso de la pizarra. El maestro en formación comienza la sesión con la siguiente pregunta:

Maestro en formación: Yo tengo una duda, que no sé si vosotros sabéis explicarme. Si por aquí el río continuamente está bajando agua hasta el mar... ¿Por qué el mar no crece, si además también llueve a veces en el mar?

La pregunta no puede ser contestada a través de una sola frase, sino que requiere de la explicación de todo un modelo científico. Esta pregunta reúne las características sobre lo que bien podría considerarse un auténtico problema, en la medida que se trata de una pregunta abierta, sin una única respuesta y que además es cercana para el alumnado de EP.

Como forma de resolución se plantea un diálogo con los alumnos de EP haciendo uso de marcos teóricos conocidos como es el creado en la actividad 1.

Respecto del O2, la Tabla 4 recoge la estructuración de la sesión a través de las preguntas guía hechas por el maestro en formación a los estudiantes.

Tabla 4.

Preguntas planteadas por el maestro en formación durante la actividad 2.

Preguntas actividad 2

1. ¿Por qué el mar no crece si llueve y los ríos llevan agua? (0:00:00)

2. Contármelo otra vez ¿qué pasa? (0:15:26)

3. ¿Hacemos juntos un dibujo en la pizarra? (0:33:33)

4. ¿Podríais dibujarlo vosotros en una hoja de papel? (0:44:28)

El uso de la pizarra sirve tanto para el planteamiento del problema como para la síntesis final de la explicación dada a través del diálogo, estableciendo comparaciones con lo que dice y dibuja el maestro en formación. Del análisis del discurso se aprecian dificultades a la hora de identificar la forma del agua (vapor o gotas) cuando ésta asciende tras la evaporación. Algo similar ocurre con las nubes, las cuales se dice que están formadas por agua o por vapor de forma ambivalente. Ejemplos:

Alumno 1: Porque está en las nubes.

Maestro en formación: Muy bien. Entonces el sol calienta el agua y el agua se evapora ¿no? porque si los ríos vierten continuamente agua al mar. ¿Por qué el mar no crece? Porque cuando yo voy a la playa allí a veces llueve y el agua del mar no crece.

Alumno 1: El mar calienta y sube las gotitas.

Alumno 2: Porque se hace gas.

Maestro en formación: Claro, entonces es porque el sol calienta y hace que el agua se evapore, pero es que yo eso no lo sabía. Pues menos mal, porque si no los que tienen la casa ahí en la playa no podrían pasear. Alá el mar, subiendo, ¡uhhh!, ¡qué horror!

Alumno 2: Vendría una ola que...

Maestro en formación: Se inundaría claro.

Alumna 3: Y cuando el sol no esté antes de la lluvia calienta las gotas, el agua se hace vapor... y después cuando empieza a llover sube.

Alumna 3: Vale.

Alumno 4: Porque ya no está el sol y no puede calentar más.

La precipitación, como lluvia o nieve, es explicada como consecuencia de una nube que se encuentra a una altura considerable (la de una montaña) y que, por tanto, está sometida a un nivel de frío mayor. A mayor altura (más frío) la nube precipita en forma de nieve y a menor altura (menos frío) la nube precipita en forma líquida (gotas). Resulta curioso que cuando se habla de precipitación en forma de lluvia ésta es explicada como una consecuencia del elevado peso de la nube.

En resumen, se identifican varias ideas alternativas clásicas en el aprendizaje del ciclo del agua. Entre ellas se destacan las siguientes:

- Ambivalencia en la explicación de las precipitaciones. Éstas son explicadas como consecuencia de una nube sometida a frío cuando se trata de diferenciar los distintos tipos de precipitación (nieve, lluvia o granizo) o debido a un elevado peso de las gotitas que la conforman.
- La evaporación como fenómeno que únicamente sucede en el mar.
- La precipitación como fenómeno que únicamente sucede en las montañas.

Actividad 3. ¿Cómo se ha podido mojar la tierra de la bandeja?

Respecto del O1, la actividad se orienta hacia la construcción de un modelo fisicoquímico de los cambios de estado del agua haciendo uso para ello de un dispositivo experimental (dos bandejas una de mayor tamaño y con tierra que recoge a otra de menor tamaño con agua tapadas ambas con un film y sobre un hornillo que es puesto a calentar). A través del dispositivo se pretende observar el movimiento del agua como consecuencia de aplicar una fuente de calor, e inferir así su desplazamiento. El experimento reproduce los fenómenos de evaporación y condensación emulando parcialmente los fenómenos explicados dentro del ciclo del agua. Se entiende que el objetivo es que los alumnos relacionen lo ocurrido en el experimento con lo que sucede a escala atmosférica y que denominan ciclo del agua.

El dato clave del que surgen las ideas de los estudiantes se relaciona con la evidencia observada de que tras calentar la bandeja de tierra que contiene la otra bandeja de agua con el hornillo, han aparecido gotitas (dato 1) en el film de plástico que tapa ambas. Así, los estudiantes infieren fácilmente que el agua se ha evaporado (inferencia 1), sin embargo, no son capaces de establecer claras diferencias entre el vapor y el agua cuando hablan sobre lo que hay depositado el film de plástico. Esto sugiere una dificultad para producir la inferencia sobre el fenómeno de la condensación, el cual está combinado con el de evaporación para poder explicar la aparición de las gotas en el plástico.

Es un hecho que existe una clara dificultad incluso imposibilidad de reproducir el ciclo del agua en un aula, de forma que sólo es posible desarrollar aspectos parciales del proceso.

Respecto del O2, la actividad es estructurada a través de las preguntas recogidas en la Tabla 5.

Tabla 5.
Preguntas planteadas por el maestro en formación durante la actividad 3.
Preguntas actividad 3
1. ¿Y qué pasaba con el ciclo del agua? (0:00:00-0:15:11)
2. ¿Podemos explicar el experimento? (0:15:11-0:21:21)
3. ¿Observamos gotitas en el plástico? (0:21:21-0:35:50)
4. ¿Qué le va a pasar a esas gotas? (0:35:50-0:45:44)

La pregunta 1 insta a los alumnos a recordar lo que habían trabajado en la actividad 2. En el otro extremo, la pregunta 4 propone la elaboración de hipótesis sobre lo que puede haber ocurrido en el dispositivo experimental llevado al aula. Por otra parte, las preguntas 3 y 4 no son propiamente preguntas sino más bien unas directrices sobre lo que se espera que los alumnos de EP hagan. Se trata por tanto de preguntas instruccionales para los alumnos.

En resumen, as tres actividades en su conjunto debieran aportar las claves para la elaboración de un modelo global del ciclo del agua. En un contexto biológico -actividad 1-, se utiliza un modelo según el cual, las plantas necesitan captar agua por las raíces para sobrevivir. El problema que se plantea es cómo ha podido sobrevivir la planta si ha estado encerrada.

En un contexto geológico -actividad 2-, se utiliza un modelo que tiene en cuenta la relación entre el suelo y la atmósfera. El problema que se plantea es cómo el agua va de la tierra a las nubes y cómo retorna al suelo. En un contexto fisicoquímico -actividad 3-, se utiliza un modelo de cambio de estado que pueda ayudar a comprender lo que

ocurre en el dispositivo experimental, aplicando los conocimientos adquiridos tras la realización de las dos actividades anteriores, por tanto, integrando los dos modelos en uno.

Discusión

La experiencia analizada permite abrir un espacio de reflexión más amplio sobre el papel de la indagación en la formación inicial del profesorado y sobre las condiciones que favorecen, o dificultan, la construcción de modelos científicos en la escuela primaria. Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es la dificultad para articular las distintas actividades en una secuencia coherente que conduzca a la elaboración de un modelo global del ciclo del agua. Aunque cada una de las experiencias de aula proporcionó evidencias empíricas valiosas y permitió al alumnado formular explicaciones parciales, la ausencia de conexiones explícitas entre ellas impidió una visión integradora. Esta limitación se relaciona con lo que diversos autores señalan como el riesgo de una indagación fragmentada, en la que el énfasis recae más en la manipulación puntual de materiales que en la construcción progresiva de significados científicos (Buck et al., 2008; Chinn y Malhotra, 2002).

El estudio evidencia la persistencia de ideas alternativas sobre el ciclo del agua. Tal como muestran los resultados, nociones como la identificación del vapor con algo visible, la concepción de las nubes como acumulaciones de gas o la creencia de que la evaporación ocurre únicamente en el mar siguen presentes incluso después de la realización de actividades prácticas. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que documentan la robustez de ciertas concepciones intuitivas difíciles de modificar únicamente mediante la observación (Bar, 1989; Reyero et al., 2007). En consecuencia, se hace imprescindible que las propuestas didácticas incorporen estrategias explícitas de confrontación cognitiva, en las que los estudiantes comparen sus explicaciones iniciales con modelos científicos contrastados y tengan la oportunidad de revisar sus razonamientos en un marco de diálogo guiado por el docente (Driver, Guesne y Tiberghien, 1999).

La literatura didáctica insiste en que la indagación escolar no puede reducirse a un conjunto de experimentos aislados, sino que debe entenderse como un proceso en el que los estudiantes formulan preguntas, contrastan hipótesis y elaboran explicaciones cada vez más complejas (NRC, 2012). En este sentido, resulta fundamental que los maestros en formación desarrollen una competencia profesional orientada a diseñar secuencias didácticas que integren diferentes niveles de representación: el nivel empírico de las observaciones, el nivel conceptual de los modelos científicos y el nivel metacognitivo de la reflexión sobre cómo se construye el conocimiento (Otero y Werner da Rosa, 2023).

Desde el punto de vista metodológico, el uso de videgrabaciones y análisis de discurso constituye una herramienta potente para identificar cómo se negocian los significados en el aula (Fischer y Neumann, 2012). Sin embargo, futuras investigaciones podrían enriquecer este enfoque mediante la triangulación con entrevistas, cuestionarios o diarios reflexivos del alumnado, lo que permitiría obtener una visión más completa de la evolución de sus ideas y de las dificultades conceptuales que enfrentan. Además, la incorporación de la perspectiva del propio maestro en formación -a través de autoevaluaciones o narrativas de práctica- aportaría información valiosa para comprender cómo interpreta y reelabora su experiencia de enseñanza.

En cuanto a la formación inicial del profesorado, los resultados aquí presentados sugieren que el prácticum constituye un espacio clave para ensayar la implementación

de metodologías activas, pero también evidencian la necesidad de un acompañamiento sistemático. Los futuros docentes requieren no solo oportunidades de experimentar con actividades de indagación, sino también de recibir retroalimentación orientada a mejorar la coherencia de sus propuestas, la calidad de sus preguntas y la gestión de las ideas alternativas del alumnado. Diseñar tutorías que promuevan la reflexión crítica sobre la práctica y la vinculación entre teoría y acción se convierte, por tanto, en una condición indispensable para avanzar hacia una verdadera profesionalización de la enseñanza de las ciencias.

Finalmente, conviene destacar que el estudio del ciclo del agua ofrece un contexto especialmente fértil para trabajar competencias científicas fundamentales en la escuela primaria. A través de él, los estudiantes pueden aproximarse a nociones como el cambio de estado, la conservación de la materia o la interdependencia entre sistemas naturales, al tiempo que desarrollan habilidades de observación, argumentación y modelización. Sin embargo, alcanzar este potencial requiere superar la tendencia a simplificar el fenómeno en representaciones estáticas o lineales, y avanzar hacia propuestas que integren diferentes escalas y procesos. Solo de este modo será posible contribuir a que los niños elaboren una visión más rica y global de la dinámica del agua en la Tierra, coherente con la complejidad del mundo natural y con los objetivos de una educación científica crítica y significativa.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V.L. (2004). Learning about nature of science as conceptual change: Factors that mediate the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785–810. <https://doi.org/10.1002/sce.10143>
- Anderson, R. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1023/A:1015171124982>
- Bar, V. (1989). Children's view about water cycle. *Science Education*, 73(4), 481–500.
- Buck, L.B., Bretz, S.L., & Towns, M.H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52–58.
- Cardak, O. (2009). Science students' misconceptions of the water cycle according to their drawings. *Journal of Applied Sciences*, 9(5), 865–873.
- Cárdenas, M.L., & Rivera, J.F. (2006). El análisis del discurso en el aula: Una herramienta para la reflexión. *Educere*, 10(32), 43–48.
- Chinn, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815–843. <https://doi.org/10.1002/tea.20171>
- Chinn, C.A., & Malhotra, B.A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218. <https://doi.org/10.1002/sce.10001>
- Crujeiras-Pérez, B., & Cambeiro, F. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1201
- De Miguel, A., Lado, J.J., ..., & García, R. (2009). El ciclo hidrológico: Experiencias prácticas para su comprensión. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(1), 8–85.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1999). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia (4.ª ed.). Morata.
- Fischer, H.E., & Neumann, K. (2012). Video analysis as a tool for understanding science instruction. En D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe: Retrospective and prospective* (pp. 115–139). Sense Publishers.
- González, L., & Crujeiras-Pérez, B. (2024). Actividades para desarrollar el conocimiento epistémico y el pensamiento crítico a través de la indagación científica en el laboratorio escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 21(3), 3201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i3.3201
- Joyce, C., Bull, A., Hipkins, R., & MacIntyre, B. (2008). Putting the nature of science strand into the water cycle. *Research Information for Teachers*, (2), 10–16.
- Lemke, J.L. (1997). Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores. Paidós Ibérica.
- Marín Martínez, N., & Cárdenas Salgado, F.A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía «el alumno como científico». *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 35–46.
- Márquez, C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: Un punto de partida para aprender ciencias. *Revista de Educación y Pedagogía*, 18(45), 61–71.
- Márquez, C., & Bach i Plaza, J. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 280–286.
- Márquez, C., Izquierdo, M., & Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 371–386.
- National Research Council (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Nunes, C. (2001). Anísio Teixeira: A poesia da ação. *Revista Brasileira de Educação*, (16), 5–18. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782001000100002>
- Otero, J., & Werner da Rosa, C. (2023). Metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Saber lo que no se sabe o no se

comprende. *Educação e Pesquisa*, 49, e250081.
<https://doi.org/10.1590/S1678-4634202349250081>

Reyero, C, Calvo, M, ..., & Morcillo, JG (2007). Las ilustraciones del ciclo del agua en los textos de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 287–294.

Rosa, SM, & Ramayón, MJ (2023). Promoviendo las habilidades de indagación en la escuela primaria: Análisis de una propuesta para hacer ciencia en el aula y su evaluación mediante rúbricas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3), 3204.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3204

Russell, T, & Watt, D (1990). *Evaporation and condensation*. Liverpool University.

Schreier, M (2012). *Qualitative content analysis in practice*. SAGE Publications.

Sensevy, G (2011). *Le sens du savoir: Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. De Boeck.