



# Las preguntas y estrategias dialógicas de la docente para guiar la indagación en primaria

## The Teacher's Dialogic Questions and Strategies for Guiding Inquiry in Primary School

Lidia Caño Pérez, Josu Sanz Alonso

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Donostia, Guipúzcoa, España*  
lidia.cano@ehu.eus, josu.sanz@ehu.eus

María Teresa Gómez Sagasti

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Donostia, Guipúzcoa, España*  
*Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Leioa, Vizcaya, España*  
mariateresa.gomez@ehu.eus

**RESUMEN** • Este trabajo examina discusiones de aula de un grupo de escolares de segundo curso de Educación Primaria implicados en una actividad de indagación experimental. Se han analizado de manera simultánea las preguntas de la docente y las operaciones epistémicas realizadas por las y los estudiantes. Nuestros resultados muestran que las preguntas productivas y las estrategias dialógicas utilizadas por la maestra son determinantes para promover las operaciones epistémicas vinculadas a la indagación. Además, la comparación con un grupo control que no participó en el diseño del experimento ni en las discusiones durante la indagación demuestra que el hecho de involucrar al alumnado en dichos procesos promueve que emerjan algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia en el discurso de los niños y las niñas.

**PALABRAS CLAVE:** Indagación experimental; Operaciones epistémicas; Preguntas productivas; Naturaleza de la ciencia; Educación primaria.

**ABSTRACT** • This paper examines classroom discussions of a group of 2<sup>nd</sup> grade primary school students engaged in an experimental inquiry activity. The teacher's questions and the epistemic operations carried out by the students have been analyzed simultaneously. Our results show that the productive questions and dialogical strategies used by the teacher are determinant in promoting epistemic operations involved in inquiry. Furthermore, the comparison with a control group that did not participate in the design of the experiment or in the discussions during the inquiry shows that involving the students in these processes promotes the emergence of some aspects of the nature of science within the children's discourse.

**KEYWORDS:** Experimental inquiry; Epistemic operations; Productive questions; Nature of science; Primary education.

Recepción: julio 2023 • Aceptación: marzo 2024 • Publicación: junio 2024

## INTRODUCCIÓN

Desde la investigación se ha enfatizado que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias debe implicar al alumnado en las prácticas científicas, permitiendo que aprendan ciencia «haciendo ciencia» (Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Kelly, 2008; Lemke, 1990). Existe un amplio consenso en la necesidad de un cambio metodológico hacia propuestas de enseñanza-aprendizaje basadas en la indagación (COSCE, 2011; NRC, 2012). Las actividades de enfoque indagativo, al proporcionar un marco para establecer relaciones explícitas entre la evidencia y la conclusión, permiten implicar a los y las escolares en las prácticas científicas, incluso a edades tempranas (Benedict-Chambers et al., 2017; Monteiro y Jiménez-Aleixandre, 2016).

Participar en la indagación también ayuda al alumnado a entender cuál es el objeto de conocimiento de la ciencia, cómo se genera y su carácter hipotético y empírico, es decir, puede acercar al alumnado a la propia naturaleza de la ciencia (NdC) (Akerson y Donnelly, 2010; NRC, 2012). No obstante, no existe un consenso a la hora de definir a qué edad se pueden empezar a trabajar ciertas prácticas científicas, de forma que parte del equipo docente subestima la capacidad de los niños y las niñas para iniciarse en la indagación (Sandoval et al., 2014).

Durante una indagación el papel de la figura docente es fundamental, ya que las interacciones discursivas que fomenta pueden determinar la participación del estudiantado de una forma productiva o improductiva (Hogan et al., 1999). Sin embargo, a menudo la o el docente desconoce qué estrategias dialógicas resultan más efectivas para guiar la indagación. Existe por tanto la necesidad de investigar qué estrategias discursivas resultan más eficaces para implicar a los y las escolares en la indagación, en especial en la primera etapa de Primaria, una etapa poco representada en la literatura científica.

La investigación ha tratado de determinar de qué manera las interacciones entre docente y estudiante impulsan el razonamiento y la práctica científica del alumnado mediante el análisis del discurso de aula, bien examinando las intervenciones de los y las estudiantes (Casas-Quiroga y Crujeiras-Pérez, 2020; Jiménez-Aleixandre et al., 2000), bien evaluando las preguntas del o la docente (Benedict-Chambers et al., 2017; Chin, 2007; Studhalter et al., 2021). Partiendo de la premisa de que en las primeras etapas educativas la participación del alumnado ocurre principalmente en respuesta a las preguntas de la figura docente, consideramos que el análisis del diálogo en el aula debe abarcar simultáneamente las preguntas del o la docente y las respuestas de los y las estudiantes. Esta aproximación, también llevada a cabo en otros estudios (Chin, 2007; Lee y Kinzie, 2012; Pimentel y McNeill, 2013), permite captar mejor la complejidad del diálogo y adquirir más información sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El objetivo de esta investigación es extraer conocimiento de las estrategias dialógicas que pueden fomentar la indagación auténtica desde edades tempranas. Para ello, llevamos a cabo un análisis detallado del discurso científico en un aula de segundo de Educación Primaria durante una indagación experimental sobre las plantas. Nuestro análisis aborda de manera simultánea las preguntas formuladas por la docente y las respuestas del alumnado, así como los aspectos emergentes de la NdC.

## MARCO TEÓRICO

### Enseñanza-aprendizaje por indagación

La indagación (Inquiry Based Science Education, IBSE) es un enfoque de enseñanza adecuado para la educación primaria (COSCE, 2011; NRC, 2012), no solo porque es capaz de motivar al alumnado y favorece la actividad científica, sino también porque permite construir un conocimiento descriptivo y experiencial, que es el único punto de partida en las edades tempranas (Martínez-Chico et al., 2017).

A pesar de que hay acuerdo en fomentar la indagación en las aulas, a menudo las propuestas didácticas se han limitado a una simple recopilación de hechos sin perseguir un auténtico razonamiento científico, priorizando así los aspectos empíricos de la ciencia frente a los epistémicos y teóricos (Couso, 2014; Osborne 2014; Windschitl et al., 2008).

La indagación basada en modelos (*Model Based Inquiry*, MBI) fomenta un aprendizaje basado en las prácticas epistémicas de la ciencia auténtica y en la profundización en los contenidos, ya que el alumnado investiga para generar, poner a prueba y revisar modelos científicos (Couso, 2014; Martínez-Chico et al., 2017; Windschitl et al., 2008). Así, la indagación auténtica o de calidad debe involucrar al alumnado en las prácticas epistémicas orientadas a construir conocimiento, comunicarlo, evaluarlo y legitimarlo, pero también en la comprensión de por qué y cómo se hace dicho proceso (Kelly y Licona, 2018; Romero-Ariza, 2017). En el contexto de la indagación, estas prácticas conllevan un conjunto de operaciones epistémicas, como plantear preguntas e hipótesis, planificar y diseñar la toma de datos que permite contrastar esas hipótesis, observar, comparar o medir para generar los datos necesarios, interpretar esos datos para revisar las ideas personales y construir explicaciones en base a las pruebas y evaluar y comunicar el aprendizaje (Kelly, 2008; Kelly y Licona, 2018; Lemke, 1990; NRC, 2012).

Además, la implicación activa del alumnado en dichas operaciones epistémicas le brinda la oportunidad de comprender cómo se construye la ciencia (Kelly, 2008). Akerson y Donnelly (2010) mostraron que la visión de la NdC de los y las escolares mejoró cuando el docente incitó a la reflexión explícita sobre los aspectos de la ciencia durante una indagación auténtica. En este estudio hemos adoptado el enfoque MBI a la hora de implementar la actividad de indagación y hemos examinado las operaciones epistémicas y aspectos de la NdC que emergen en el discurso de los y las escolares en el transcurso de esta.

### **La práctica temprana de la indagación**

Se ha asumido erróneamente que los niños y las niñas de corta edad tienen habilidades de razonamiento y destrezas científicas limitadas que les impiden participar en prácticas científicas (Metz, 2011). Sin embargo, numerosos estudios muestran que, con la adecuada guía por parte de la figura docente, los niños y las niñas pueden participar en razonamientos explicativos y realizar diferentes operaciones científicas, como realizar predicciones, participar en el diseño del experimento y obtener datos mediante la observación (Bargiela et al., 2022; Monteiro y Jiménez-Aleixandre 2016; Rodríguez et al., 2021). De hecho, se ha demostrado que, a la edad de seis años, las capacidades metacognitivas están lo suficientemente desarrolladas como para permitir cierta comprensión de las explicaciones, que estas se construyen a partir de patrones de evidencia (Ruffman et al., 1993; Sandoval et al., 2014). Por otro lado, algunos estudios indican que las niñas y los niños menores de seis años tienen también capacidad para entender ciertos aspectos de la NdC (Akerson y Donnelly, 2010).

Por tanto, si bien las capacidades de razonamiento del alumnado de primaria permiten que pueda participar activamente en la indagación, el razonamiento científico que puede alcanzar está condicionado por la manera en que el o la docente desarrolla la actividad (Metz, 2011; Sandoval et al., 2014). Sin embargo, existe todavía poca información sobre cómo la práctica docente de la indagación puede promover esas habilidades y razonamientos científicos y la interiorización de aspectos de la NdC en el primer ciclo de primaria.

### **Indagación guiada: las preguntas de la figura docente**

La práctica de la indagación es una práctica social discursiva-colaborativa donde se construye conocimiento mediante la creación colectiva de significados (Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Oliveira,

2010). En la indagación adecuadamente guiada se produce un mayor aprendizaje que en la no guiada (Romero-Ariza, 2017), por lo que la figura docente debe fomentar la colaboración estudiante-estudiante y estudiante-docente a través de un diálogo auténtico y productivo (Hogan et al., 1999; Lemke, 1990).

En el contexto MBI, figuras docentes deben estimular el trabajo intelectual del alumnado en lugar de guiar únicamente una serie de tareas empíricas. Sin embargo, implicar a las y los estudiantes en el diseño y definición de la investigación o en que pongan a prueba sus ideas puede resultar un reto para muchos docentes (Windschitl et al., 2008).

Una buena forma en la que el maestro o la maestra puede facilitar la participación del estudiantado en cada uno de los procesos u operaciones de la indagación es utilizando un conjunto de preguntas y estrategias dialógicas. Las «preguntas productivas» (Elsteeg, 1985) o «preguntas de calidad» (Lee y Kinzie, 2012) son aquellas que hacen avanzar al alumnado en su pensamiento proporcionándole un andamiaje para que construyan significados a partir de sus ideas y de las pruebas. Diversos estudios han identificado diferentes tipos de preguntas y estrategias para promover el diálogo productivo y han demostrado que estas determinan el grado de razonamiento que alcanzan los y las escolares durante la actividad (Benedict-Chambers et al., 2017; Chin, 2007; Elsteeg, 1985; Kawalkar y Vijapurkar, 2013; Oliveira, 2010; Pimentel y McNeill, 2013; Studhalter et al., 2021).

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que la efectividad de la práctica de indagación está vinculada a la capacidad de la figura docente para implicar al alumnado en operaciones epistémicas mediante la guía adecuada del diálogo científico. Sin embargo, a menudo las maestras y los maestros no son plenamente conscientes de las estrategias dialógicas que emplean en el aula. Por lo tanto, se necesita más investigación para determinar qué preguntas y estrategias resultan más efectivas para implicar al alumnado en una indagación auténtica.

## Preguntas de investigación

En este trabajo se plantean las siguientes preguntas de investigación (PI):

- PI1: ¿Cómo fomentan las preguntas de la maestra la realización de operaciones epistémicas implicadas en la práctica de la indagación en un aula de primer ciclo de Educación Primaria?
- PI2: ¿Emergen aspectos de la NdC en el diálogo durante la indagación? ¿El grado de implicación del alumnado en el proceso de indagación afecta a la emergencia de dichos aspectos de la NdC?

## METODOLOGÍA

Este trabajo analiza un estudio de caso a través del análisis cualitativo y cuantitativo de discusiones llevadas a cabo en un aula de segundo curso de Educación Primaria. La maestra titular y la maestra en formación realizaron con el alumnado una indagación experimental de seis semanas de duración guiada por la maestra en formación a través de varias discusiones sobre el experimento. Se grabaron y analizaron seis sesiones de debate, de quince a veinte minutos de duración. Para preservar el anonimato y asegurar la gestión ética de los datos, se obtuvieron todos los consentimientos pertinentes y se observó cuidadosamente el proceso.

## Participantes y contexto

El estudio se llevó a cabo en una escuela situada en un pueblo costero del País Vasco de unos 6.000 habitantes en el que la principal estrategia pedagógica es el aprendizaje basado en proyectos. Los y las participantes fueron veintiún escolares de seis a siete años, diez niñas y once niños que durante el primer curso habían participado en una actividad indagatoria similar (experimentación con plantas y discusiones guiadas) para responder a una pregunta de investigación (Caño et al., 2022). En el momento del estudio la maestra titular tenía catorce años de experiencia docente en el centro y la maestra en formación no tenía experiencia docente ni formación específica sobre las estrategias dialógicas, pero sí había recibido formación general sobre la enseñanza de las ciencias en el grado.

El contexto del estudio consistió en una indagación experimental, es decir, una actividad indagatoria en la que la búsqueda de pruebas se realizó en base a datos recogidos con un diseño experimental y no a través de una búsqueda de información en fuentes fiables. La actividad fue diseñada conjuntamente por la maestra titular y la maestra en formación según los objetivos acordados con el equipo de investigación: involucrar al alumnado en una investigación que permitiera obtener y utilizar pruebas, abordar las principales ideas centrales del ser vivo (estructura y funciones vitales) a través de las plantas y dar seguimiento a los conocimientos construidos durante el curso anterior (Caño et al., 2022). Siguiendo esos criterios, las maestras diseñaron e implementaron la secuencia de actividades cuya descripción y objetivos se especifican en la figura 1.

En los dibujos iniciales se confirmó que los niños y las niñas consideraban las plantas como seres vivos. Los siguientes pasos tuvieron lugar mediante discusiones guiadas por la maestra en formación («la maestra», de aquí en adelante). El equipo investigador y la maestra acordaron que las discusiones debían fomentar que afloraran las ideas del alumnado y que este diseñara el experimento y estableciera predicciones en función de dichas ideas, que usaran la evidencia observada para responder a la pregunta inicial y que construyeran y evaluaran colectivamente las ideas científicas sobre el ser vivo. Para ello, se realizaron discusiones de aula en tres momentos claves de la indagación: la fase de inicio (actividades 1 y 2), la fase de discusión de resultados (actividad 4) y la fase de recapitulación (actividad 5) (figura 1). En las dos primeras discusiones la maestra dividió la clase en dos grupos de diez y once escolares para promover la participación (grupos A y B).

En la primera parte de la discusión inicial (actividad 1, figura 1) los y las escolares expresaron ideas e hipótesis que reflejaron ideas erróneas sobre el proceso de germinación y crecimiento. En función de esto se definió la pregunta de la investigación: «¿Qué necesita una planta para nacer? y ¿Para crecer?».

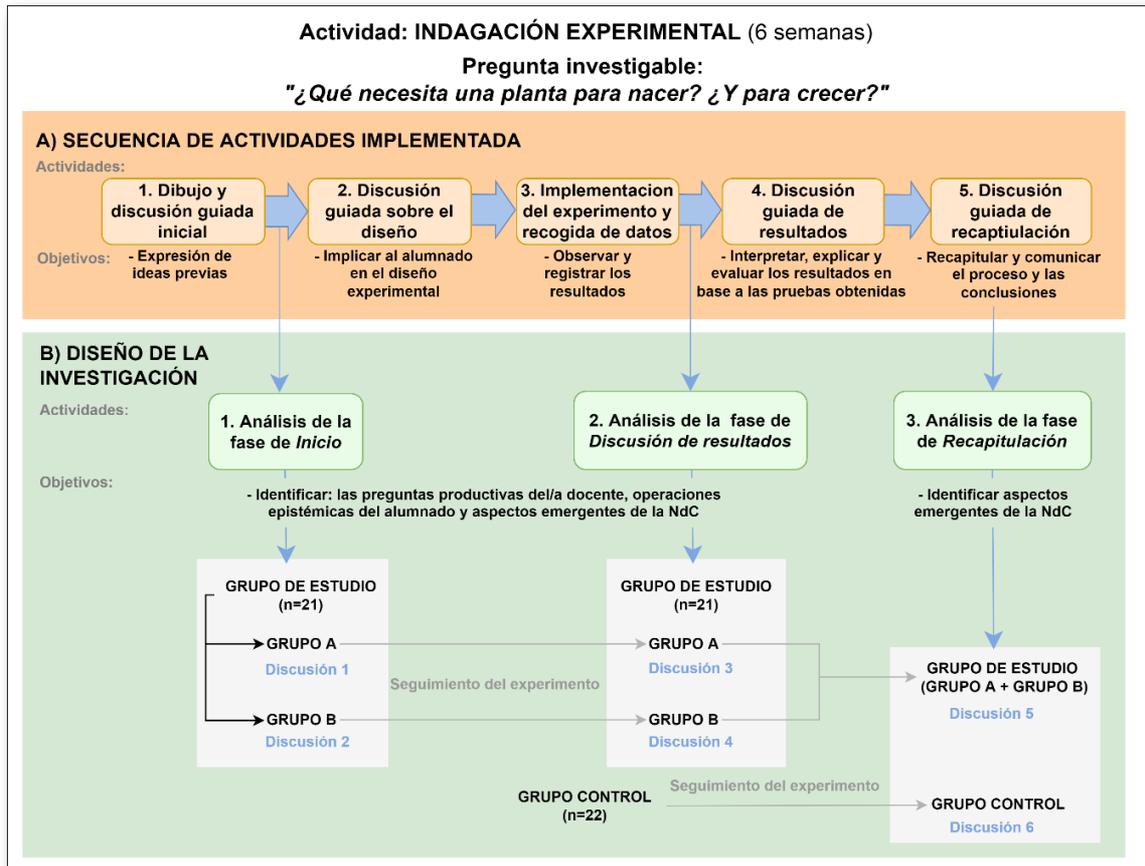


Fig. 1. Representación de la secuencia de actividades implementada y diseño de investigación

En la segunda parte de la discusión inicial (actividad 2, figura 1), los niños y las niñas realizaron diferentes propuestas de acuerdo con sus ideas y, de este modo, participaron en el diseño del experimento, que consistió en sembrar semillas de guisantes dentro y fuera del aula y estudiar el efecto de dos variables, el agua y la luz, sobre la germinación y el crecimiento. Los y las escolares pusieron en marcha el experimento y registraron individualmente los resultados utilizando una sencilla plantilla que incluía tres preguntas para responder en fechas diferentes: «¿Qué cambios han ocurrido? ¿Por ahora qué necesita la planta para nacer? ¿Y para crecer?», y unas frases en la sección titulada «resultados» para completar al final del experimento: «La planta para nacer necesita...» y «La planta para crecer necesita...» (actividad 3). El objetivo de la segunda discusión (actividad 4, figura 1) fue que los niños y las niñas interpretaran, explicaran y evaluaran los resultados del experimento en base a las pruebas obtenidas. La tercera discusión (actividad 5, figura 1) tuvo como objetivo recopilar, formalizar y comunicar el proceso y las conclusiones de la actividad realizada. En este caso, la discusión se realizó con el grupo de estudio completo (grupos A + B).

Para dirigir las discusiones, la maestra elaboró un guion de preguntas de acuerdo con los objetivos correspondientes. En todas las discusiones surgieron debates, por lo que la maestra tuvo que plantear preguntas y enunciados no contemplados en el guion para orientar la discusión hacia la construcción de ideas. Además, en todas las discusiones la maestra se propuso realizar preguntas que fomentaran la reflexión por parte del alumnado sobre el propio método que estaban empleando.

## Diseño del estudio y análisis de los datos

La figura 1 recoge el esquema del diseño de la investigación. Para responder a la primera pregunta de investigación (identificar estrategias dialógicas y operaciones epistémicas), se analizaron las discusiones de la fase de inicio y de discusión de resultados (figura 1). Para responder a la segunda pregunta de investigación (identificación de aspectos emergentes de la NdC), se analizaron las intervenciones de la maestra y de los y las escolares en las discusiones de inicio y de resultados, y se comparó la discusión final de recapitulación del grupo de estudio (grupos A + B) con la discusión final realizada por la maestra con otro grupo (grupo control). Este último grupo (veintidós escolares) realizó un seguimiento del crecimiento de las plantas del experimento implementado por el grupo de estudio, pero no participó en el diseño del experimento ni en las discusiones. Las grabaciones de las seis sesiones de discusión fueron transcritas y se asignaron seudónimos a cada participante.

En las discusiones inicial y de resultados se identificaron y categorizaron las preguntas productivas basadas en la bibliografía (Benedict-Chambers et al., 2017; Lee y Kinzie, 2012; Elsteeg, 1985; Pimentel y McNeill, 2013; Studhalter et al., 2021) y siguiendo un sistema de codificación abierto que permitía la inclusión de nuevas categorías. Se consideraron como preguntas productivas aquellas destinadas a estimular la realización de una operación epistémica. Las operaciones epistémicas también se identificaron en las mismas discusiones y se categorizaron de acuerdo con la bibliografía (Lemke, 1990; Martí, 2012; NRC, 2012). En la tabla 1 se muestra cada tipo de pregunta productiva, la operación epistémica que induce y los ejemplos correspondientes.

Tabla 1.  
Preguntas productivas de la maestra y operaciones epistémicas  
de los y las escolares durante la discusión inicial y la discusión de resultados

<i>Preguntas de la maestra</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Ejemplos</i>	<i>Operación epistémica</i>	<i>Ejemplos</i>
<b>De activación del conocimiento</b> <sup>1,2</sup>	Promover la expresión de ideas personales	«¿Sabéis qué son las semillas?»	<b>Expresión de ideas iniciales</b>	«Una cosa dentro de la fruta»
<b>De predicción</b> <sup>1,2,3</sup>	Inducir la formulación de hipótesis o predicciones	«¿Qué sucederá si ponemos unas semillas en un bote sin tierra?»	<b>Formular hipótesis/ predicción</b>	«No crecerá»
<b>De diseño</b>	Planificar el diseño experimental	«¿Qué haríais...?»	<b>Diseñar experimento</b>	«Hay que hacer un agujero en la tierra y poner ahí la semilla»
<b>De enfoque</b> <sup>1,3,4</sup>	Fijar la atención en los resultados	«¿Qué ha pasado?»	<b>Observar</b>	«Han crecido»
			<b>Describir</b>	«Estas tienen las hojas verdes, pero aquellas las tienen amarillas y marchitas»
<b>De comparación</b> <sup>1,3</sup>	Promover la identificación de patrones mediante comparaciones	«Una tiene luz y la otra no ¿son diferentes o son iguales?»	<b>Comparar</b>	«Las plantas que están en oscuridad han crecido más rápido que estas otras que están con luz»

<i>Preguntas de la maestra</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Ejemplos</i>	<i>Operación epistémica</i>	<i>Ejemplos</i>
<b>De razonamiento</b> <sup>1,2,3,4</sup>	Inducir y construir explicaciones en base a ideas previas y/u observaciones	«¿Por qué crees que ha pasado esto? ¿Cómo lo sabes?»	<b>Interpretar</b>	«Quiere encontrar la luz»
			<b>Explicar</b>	«No necesitan tierra sí o sí para nacer porque una está sin tierra y ha nacido rápido»
<b>De “reenvío”</b> <sup>6</sup>	Evaluar el razonamiento del alumno/a	«Buena pregunta la de Mikel ¿creéis que los cactus no necesitan agua?»	<b>Evaluar explicaciones</b>	«No necesitan agua, creo yo» «Pero sí tienen agua, llueve de vez en cuando...»
<b>De formalización</b>	Recapitular objetivos, diseño y conclusiones del experimento.	«¿Qué hemos investigado? ¿Qué habéis aprendido?»	<b>Comunicar</b>	«[Hemos investigado] qué necesitan para nacer y para crecer» «[Hemos aprendido que] sin agua no nacerán»

<sup>1</sup> Studhalter et al., 2021; <sup>2</sup> Lee y Kinzie, 2012; <sup>3</sup> Elsteeg, 1985; <sup>4</sup> Benedict-Chambers et al., 2017; <sup>5</sup> Pimentel y McNeill 2013.

En las discusiones de inicio y de resultados también se identificaron las ideas centrales sobre el modelo de ser vivo que surgieron según la propuesta de Pigrau y Sanmartí (2015). Específicamente, se analizó si se aludía a las diferentes partes que conforman la estructura de la planta, a los procesos que tienen lugar en la planta como el intercambio de materia y energía o de información con el entorno (función de nutrición y relación), a la función de reproducción y a la idea transversal del tiempo (ciclo de vida).

Por último, en las seis discusiones se identificaron y categorizaron los elementos relacionados con la NdC que emergieron en el discurso de la maestra y de los niños y las niñas, según Akerson y Donnelly (2010) y Bartels y Lederman (2022).

## RESULTADOS

Las preguntas de la maestra estimularon a los y las escolares a realizar diferentes operaciones epistémicas. Como se observa en la tabla 2, las preguntas productivas representaron la mayor parte de las intervenciones de la maestra (51-75 %, según grupos y fase de la actividad) y más de dos tercios de las preguntas productivas dieron lugar a operaciones epistémicas. Cuando las preguntas se formularon de forma abierta surgieron más operaciones epistémicas que cuando se hizo de forma cerrada (tabla 2).

Tabla 2.  
Indicadores cuantitativos obtenidos en las discusiones de aula

	<i>Diseño del experimento</i>		<i>Discusión de los resultados</i>	
	<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>	<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>
<b>Porcentaje de preguntas productivas* de la maestra</b>				
Respecto al total de intervenciones	75 %	66 %	69 %	51 %
Que dan lugar a operación	67 %	84 %	71 %	74 %
De preguntas abiertas que dan lugar a operación	82 %	93 %	85 %	92 %
De preguntas cerradas que dan lugar a operación	55 %	76 %	64 %	63 %
<b>Porcentaje de operaciones epistémicas realizadas por escolares</b>				
Respecto al total de intervenciones	63 %	69 %	81 %	85 %
Estimuladas por las preguntas de la docente	84 %	83 %	81 %	64 %
Resultado de la interacción colaborativa	16 %	15 %	15 %	34 %
Espontáneas	0 %	0 %	4 %	2 %
<b>Número de intervenciones que aluden a componentes del modelo del ser vivo</b>				
Estructura	6 %	12 %	9 %	12 %
Ciclo vital	7 %	10 %	4 %	2 %
Nutrición	10 %	12 %	6 %	15 %
Reproducción	6 %	2 %	1 %	3 %
Relación	7 %	6 %	4 %	8 %
Regulación	1 %	13 %	0 %	17 %
Ecosistema	3 %	4 %	0 %	0 %

\* Incluyen preguntas de *repensar* y de *aclaración* que estimulan la realización de operaciones.

Más de dos tercios de las intervenciones del alumnado implicaron algún tipo de operación epistémica. La mayoría de las operaciones se realizaron en respuesta a preguntas productivas (64-84 %), pero alrededor de un tercio se produjeron por colaboración entre estudiantes (tabla 2). En las intervenciones del alumnado se abordaron siete componentes del modelo de ser vivo y los más frecuentes fueron la función de nutrición (en 6-15 % de las intervenciones) y la idea de estructura-función (6-12 %) (tabla 2).

La figura 2 muestra que las operaciones epistémicas realizadas más frecuentemente por los y las escolares fueron coherentes con los tipos de preguntas formuladas. Durante la discusión de inicio (primera fase), la maestra planteó principalmente preguntas para la *activación del conocimiento* (22-33 %), la implicación en el *diseño* experimental (16-37 %) y para estimular la realización de *predicciones* (9-19 %). Así, durante esta fase las operaciones más frecuentes fueron la de recordar información (35-41 %), elaborar propuestas de diseño (17-18 %) y formular predicciones (7-14 %) (figura 2).

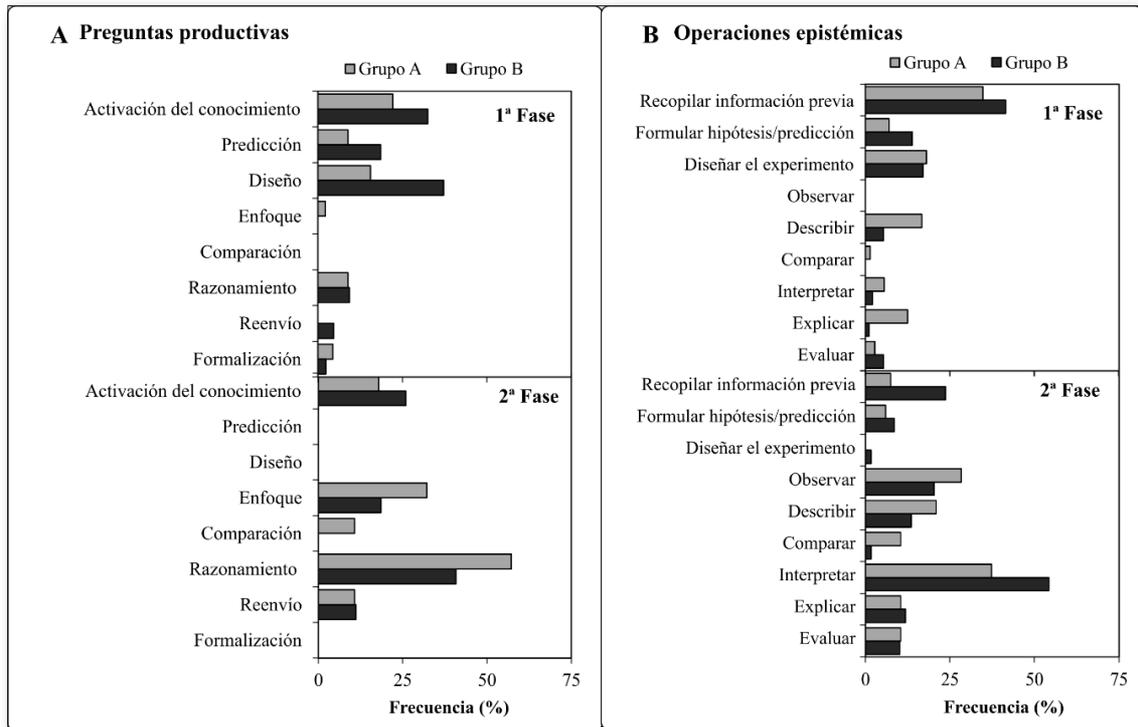


Fig. 2. Frecuencias (%) de (A) cada tipo de pregunta productiva y (B) de cada operación epistémica durante la discusión inicial (primera fase) y la discusión de resultados (segunda fase).

En la fase de discusión de resultados (segunda fase), las preguntas más formuladas fueron las de enfoque, razonamiento y reenvío, además de algunas preguntas para activar conocimiento previo (figura 2). Durante esta fase, las operaciones realizadas fueron la observación, descripción, interpretación y, en menor medida, aquellas operaciones que implican el uso de pruebas como explicar o evaluar (figura 2). Los resultados fueron muy similares entre el grupo A y B, lo que responde a una representatividad de la muestra (tabla 2, figura 2).

En la siguiente sección aportamos pruebas cualitativas que ejemplifican la interacción entre las preguntas de la maestra y las operaciones realizadas por el alumnado (tablas 3 y 4), así como la emergencia en el discurso de aspectos de la NdC (tabla 5 y 6).

### Preguntas productivas y operaciones epistémicas

En la fase de inicio la maestra realizó preguntas de activación de conocimiento, como «¿Qué creéis que necesita la planta?», lo que permitió la identificación de las variables de estudio (luz, agua...) que condicionaron el diseño (tabla 3). En respuesta a las preguntas de diseño, formuladas como «¿Cómo podemos saber si necesita...?» o «¿Qué haríais...?», el alumnado propuso diferentes métodos de obtención de información (tabla 5). La maestra dirigió la atención de los niños y las niñas hacia la realización de un experimento, especificando «¿Qué podemos hacer en la escuela?». El alumnado participó en el diseño del experimento proponiendo los factores que debían estudiarse y los materiales necesarios, siempre en respuesta a preguntas de diseño de la maestra: «¿Y cómo podemos poner eso?», «¿Qué material...?». Así, propusieron introducir una semilla en la tierra, añadirle agua y ponerla a la luz, matizando que la cantidad de agua y luz debía ser moderada y que se podía privar de luz a algunas semillas, y especificando el material que utilizarían, como un bote o un armario (tabla 3, operación de diseñar).

En respuesta a preguntas de predicción, como «¿Qué os parece que pasará?», el alumnado predijo que las semillas sin nada o en oscuridad no germinarían, que las plantas con sol crecerían, pero que en oscuridad morirían y que, si además de sol tenían tierra y agua, también crecerían (tabla 3, operación de predecir en el grupo B). La maestra en ocasiones realizó propuestas o proporcionó informaciones complementarias para ayudarles a completar el diseño (tabla 3, activación del conocimiento previo o propuesta). Por ejemplo, les propuso poner algunas semillas y plantas en la oscuridad para incluir condiciones contrastadas para el análisis de un efecto. Por último, la maestra realizó preguntas para que los y las escolares formalizaran y comunicaran el diseño completo del experimento, como puede verse en el último extracto del grupo A (tabla 3).

Tabla 3.  
Extractos de la discusión de inicio: categorías  
de preguntas (en cursiva) y de operaciones realizadas por el alumnado

Grupo A	Preguntas/Operaciones
67 Maestra: De acuerdo, dentro de unos días pondremos una planta. ¿Cómo?	<i>Diseño</i>
68 Ane: Pues, como hemos dicho nosotros, poniendo una semilla.	Diseñar
69 Julen: Para plantarla necesitaría tierra, agua y luz.	Diseñar
70 Maestra: ¿Y cómo podemos poner eso?	<i>Diseño</i>
71 Josu: en un bote.	Diseñar
...	
76 Maestra: Vale, ¿qué más creéis que necesita la planta?	<i>Act. conoc. prev.</i>
77 Maddi: Luz.	Expr. ideas prev.
78 Maestra: ¿Entonces, quizás, podemos poner otro recipiente con luz? ¿Para saber si necesita luz o no?	<i>Propuesta</i>
...	
84 Maestra: ¿qué más necesita la planta?	<i>Act. conoc. prev.</i>
85 Ane: Agua.	Expr. ideas prev.
86 Maestra: Ah, mira ¿Y qué podemos hacer con el agua?	<i>Diseño</i>
87 Ane: Pues echar un poco de agua en el suelo. Poner la tierra, luego poner la semilla y echar agua.	Diseñar
...	
117 Maestra: Elegiremos un/a secretario/a [...] ¿Recuerdas qué haremos?	<i>Formalización</i>
118 Xabi (secretario): Probar. Plantar de diferentes maneras y ver a ver cuál está bien.	Comunicar
119 Maestra: ¿Qué plantaremos?	<i>Formalización</i>
120 Niñas/os: Una semilla.	Comunicar
121 Maestra: ¿Qué más? ¿De modos diferentes, de qué modos?	<i>Formalización</i>
122 Jokin: Un pote con luz.	Comunicar
123 Maestra: Pondremos un pote con luz y la semilla ahí, al sol. ¿Qué más?	<i>Recap./Formaliz.</i>
124 Niñas/os: Otra con tierra...	Comunicar
Grupo B	Preguntas/Operaciones
115 María: Pero no hay que echarle mucha agua, si no se ahoga.	Recop. info
116 Maestra: Entonces, ¿tendremos que ponerlo con poca agua?	<i>Diseño</i>
117 Niños/as: Sí, a medias.	Diseñar
118 Mikel: Sol tampoco necesita mucho, si no se seca y se muere.	Recop. info
...	
129 Maestra: ¿Qué os parece que pasará si ponemos una planta en oscuridad?	<i>Propuest./Predic.</i>
130 Niñas/os: Se morirá.	Predecir
131 Maestra: Bueno, pondremos la semilla.	<i>Propuesta</i>
132 Ione: No saldría.	Predecir
...	
135 Naiara: Algunas se mueren y otras no.	Predecir
...	
140 Maestra: Si lo ponemos a oscuras, Ione ha dicho que no crecería, la semilla. ¿Cómo lo pondrías a oscuras?	<i>Recap./Diseño</i>
141 Ione: Dentro del armario	Diseñar
...	
146 Maestra: Y si ponemos una semilla en un plato sin nada, ¿qué pasaría?	<i>Propuesta/Predic.</i>
147 María: Que la semilla se quedaría normal.	Predecir

Tabla 4.  
Extractos de la fase de discusión de los resultados: categorías  
de preguntas (en cursiva) y de operaciones epistémicas

	Grupo A	Preguntas/ Operaciones
1	Maestra: ¿Alguien quiere empezar a contar qué hemos aprendido con este experimento?	<i>Enfoque</i>
2	Maite: Que algunas han nacido antes que otras.	Obs./Com./Des.
3	Ander: Han nacido antes las que estaban en la oscuridad	Obs./Com./Des.
4	Maestra: ¿Y eso por qué?	<i>Razonamiento</i>
5	Ane: Porque quieren la luz.	Interpretar
6	Maestra: ¿Por eso ha crecido tan rápido?	<i>Razonamiento</i>
7	Ane: Sí, porque quiere encontrar la luz.	Interpretar
8	Jokin: La que está en la oscuridad está torcida.	Obs./Describir
9	Ander: Y tiene las hojas amarillas.	Obs./Describir
10	Ane: Por ahora necesita agua.	Interpretar
11	Maestra: ¿Solo las que están en la oscuridad?	<i>Comp./Aclar.</i>
12	Josu: Todas	Interpretar
13	Maestra: ¿Todas las plantas necesitan agua? En general quiero decir.	<i>Razonamiento</i>
...		
16	Ane: Las que han nacido aquí solo tienen agua.	Obs./Explicar
17	Maestra: Tienes razón, han crecido en todos los recipientes donde tenían agua.	<i>Refuerzo posit./Recap.</i>
...		
66	Maestra: Por un lado, estamos diciendo para nacer. ¿Para nacer qué necesita?	<i>Aclaración</i>
67	Ane: Para nacer, agua.	Interpretar
...		
70	Ane: Y luz.	Interpretar
71	Maestra: ¿Luz?	<i>Repensar</i>
72	Unai: No necesariamente.	Interpretar
73	Maestra: ¿No necesariamente?	<i>Repensar</i>
74	Ane: Bueno, también ha crecido (en oscuridad) pero un poco débil, y estos (en luz) no.	Obs./Des./Inter./ Explic./Eval.
75	Maestra: Bien, no necesariamente porque la que estaba en oscuridad también ha nacido, ¿no?	<i>Refuerzo posit./Recap</i>
	Grupo B	Preguntas/ Operaciones
7	Maestra: ¿Alguien sabe decir por qué es eso? (Que) sobre todo (necesita) la luz para crecer.	<i>Razonamiento</i>
8	María: Sí no sin agua estaría seca.	Explicar
9	Maestra: Estamos hablando de la luz, pero sí. Sin agua, se seca.	<i>Aclarac./Confirm.</i>
10	Maddi: La que está a oscuras ha crecido rápido pero no está sana.	Obs./Descr./Interp./Expl.
11	Julen: Está débil.	Obs./Interp./Eval.
12	María: Porque quiere buscar la luz.	Interpret./Explicar
13	Maestra: Ah, mira. Creéis que la luz es necesaria sobre todo para crecer. ¿Por qué?	<i>Recapitulación/ Razonamiento</i>
...		
70	Mikel: ¿Y los cactus que viven en el desierto?	Cuestionar
71	Maestra: Buena pregunta ¿no tienen agua?	<i>Ref. posi./Reenvío</i>
72	Mikel: No necesitan agua obligatoriamente, eso creo yo.	Interpretar
73	Julen: Bueno, pero tienen agua, allí también llueve de vez en cuando. Cuando lo hacía solía llover mucho.	Explicar/Evaluar
74	Maestra: Es verdad. Los cactus son plantas.	<i>Refuer. posit./Info.</i>
75	Mikel: Pero pasan mucho tiempo sin agua.	Explicar/Evaluar

Al comienzo de la fase de discusión de resultados (segunda fase), ante las preguntas de enfoque, los niños y las niñas realizaron descripciones de lo observado y comparaciones entre las condiciones de germinación o crecimiento, pero, en ocasiones, la maestra tuvo que formular preguntas de com-

paración (tabla 4, grupo A). Como resultado, el grupo de escolares construyó pruebas mediante la observación, la descripción y la comparación sobre el efecto del agua, la luz y la tierra en semillas y plantas, abordando las siguientes ideas centrales del ser vivo: función de reproducción (condiciones para la germinación), nutrición (necesidad de agua), respuesta a estímulos (fototropismo), regulación (exceso de agua como limitante para la supervivencia) y ciclo vital (nacimiento, crecimiento y muerte) de la planta.

Por ejemplo, ambos grupos establecieron por observación que las plantas nacen antes y crecen más altas, pero menos sanas, en la oscuridad que en la luz (tabla 4, operaciones observar y describir). La maestra también utilizó preguntas de aclaración para redirigir la discusión hacia un único factor (luz o agua) o variable (germinación o crecimiento), cuando las respuestas aludían a uno y otro de forma desordenada (tabla 4, aclaración).

Las preguntas de razonamiento de la maestra buscaron que el alumnado respondiera a la pregunta principal de indagación «¿Qué necesita una semilla para nacer y una planta para crecer?», en base a las pruebas obtenidas en el experimento («Y eso, ¿lo podemos ver en algún bote?») (tabla 4). Así, los y las escolares afirmaron que las plantas necesitaban agua y tiempo para nacer y crecer, que no necesitaban ni tierra ni luz para germinar, pero que sí necesitaban tierra para crecer, recurriendo a las pruebas para justificar dichas afirmaciones. Combinando diferentes categorías de preguntas, la maestra promovió la justificación en base a datos y la matización de las explicaciones, como, por ejemplo, en los turnos 66-75 del grupo A (tabla 4). En este episodio, para que el alumnado superara la idea errónea de que las semillas necesitan luz para germinar, la maestra pidió una respuesta a la pregunta de indagación («¿Para nacer qué (necesitan)?»), luego pidió una aclaración y cuando Ane afirmó la idea errónea («y luz») le pidió que reconsiderara (repensara) su afirmación: «¿[Estás segura de que necesitan] luz?». Cuando Unai cuestionó la necesidad de luz pidió una aclaración y finalmente Ane recurrió a la prueba de que las semillas en la oscuridad habían germinado.

La maestra utilizó con frecuencia la estrategia de repetir ideas correctas o plausibles, de forma estructurada, a modo de recapitulación, como en los turnos 17 y 75 del grupo A, a veces apoyándose en ellas para ampliar el razonamiento mediante otra pregunta, como en el turno B13: «Ah, mira, ¿creéis que la luz es necesaria sobre todo para crecer? ¿Por qué?» (tabla 4). Del mismo modo, en respuesta a las explicaciones correctas, proporcionó refuerzos positivos añadiendo una pregunta basada en las anteriores: «Bien, ¿y para crecer?». Se observó una estrategia similar para validar las propuestas espontáneas del alumnado y promover la colaboración. Por ejemplo, cuando se estableció una discusión entre Mikel y Julen sobre el efecto del agua, la maestra simplemente reenvió la pregunta de Mikel e intervino con refuerzos positivos: «Buena pregunta, [los cactus] ¿no tienen agua?» (B70-75, tabla 4).

## Aspectos emergentes de la NdC

Durante las discusiones de la primera y segunda fase, la maestra invitó a reflexionar sobre el método empleado, lo cual promovió la emergencia en el discurso de los y las escolares de ciertas expresiones que aludían a características de la NdC, como se observa en la tabla 5. Durante la fase de inicio, mediante preguntas del tipo «¿Cómo podemos saber...?», la maestra condujo al alumnado a constatar que el conocimiento puede obtenerse a partir de datos procedentes de la observación, experimentación y conocimiento previo y que este permite responder a preguntas. Al utilizar palabras como «probar» y expresiones como «lo veremos», el alumnado manifestó que podían obtener el conocimiento de manera empírica: «nosotros podemos hacerlo» (tabla 5).

También propusieron recabar la información mediante métodos no experimentales, como preguntarle a un agricultor o una agricultora, o buscar información en otras fuentes, dando a entender que no hay un solo método para responder a una pregunta (tabla 5). A lo largo de la discusión la maestra

recalcó que el experimento se hacía para responder a una pregunta mediante expresiones como: «Habéis dicho que haremos un experimento, pero ¿para saber qué?». El alumnado respondió formulando la pregunta de indagación, por lo que esta estrategia permitió incidir en el hecho de que una investigación empieza con una pregunta (tabla 5). Además, en el grupo A, Maite y Ane, de manera espontánea, hicieron referencia a las limitaciones del alcance de la ciencia cuando expresaron que solo podían saber lo que necesitan las plantas incluidas en el experimento (y no otras) y recalcaron la imposibilidad de incluir en la actividad todas las plantas del mundo (tabla 5).

Tabla 5.  
Características de la NdC abordadas por el grupo de estudio durante la primera y segunda fase (en negrita) y preguntas de la maestra que lo fomentan (en cursiva)

Característica	Extracto
Naturaleza empírica	<p>Fase de inicio (A)</p> <p>63 Maestra: <i>¿Cómo podemos saber qué necesita una planta para crecer? ¿Qué podemos hacer en la escuela?</i></p> <p>64 Ane: <b>Nosotros podemos hacer uno.</b></p> <p>...</p> <p>81 Ane: A lo mejor crece.</p> <p>82 Maestra: <i>A lo mejor sí, no sabemos.</i></p> <p>83 Julen: <b>¡Lo veremos!</b></p> <p>...</p> <p>92 Maestra: <i>Pero como no lo sabemos seguro...</i></p> <p>93 Maddi: <b>¡Lo probaremos!</b></p> <p>...</p> <p>99 Julen: <b>¡Lo tendremos que probar!</b></p> <p>...</p> <p>111 Maestra: <i>¿Creéis que haciendo estas pruebas sabremos cuál crece antes? Porque si crece lo sabremos...</i></p> <p>Fase de inicio (B)</p> <p>#107 Maestra: Luz. Y <i>¿cómo podemos saber si necesitan luz o no?</i></p> <p>#108 Ione: <b>Haciéndolo de verdad.</b></p>
Limitaciones del alcance de la ciencia	<p>Fase discusión de resultados (A):</p> <p>18 Maite: <b>Con todas las plantas que hay en el mundo... no sabemos cuáles necesitan agua y cuáles no.</b></p> <p>...</p> <p>26 Maestra: [...] <i>¿Las plantas necesitan agua para nacer?</i></p> <p>...</p> <p>29 Maite: Depende de cuál sí.</p> <p>30 Ane: <b>Las que tenemos nosotros sí.</b></p> <p>...</p> <p>33 Maestra: [...] <i>¿Por qué decís que algunas necesitan agua y otras no?</i></p> <p>34 Ane: <b>Porque aquí no están todas las plantas.</b></p>
Todas las investigaciones comienzan con una pregunta	<p>Fase de inicio (A):</p> <p>21 Maestra: La actividad (del año pasado) era <i>para aprender que las plantas nacen, ¿no?</i></p> <p>...</p>
Los datos empíricos se usan para responder a las preguntas	<p>Fase de inicio (B):</p> <p>93 Maestra: [...] <i>por tanto habéis dicho que haremos un experimento ¿Para saber qué?</i></p> <p>94 María: <b>Qué necesitan las plantas, la semilla.</b></p> <p>Fase de conclusiones: ver ejemplo del grupo de estudio en la tabla 6.</p>

<i>Característica</i>	<i>Extracto</i>
<b>No hay un único método científico</b>	Fase de inicio (B) 82 Maestra: [...] <i>¿Cómo podemos saber si necesita o no el sol?</i> 83 Mikel: <b>Preguntando, a alguien que viva en un caserío</b> 84 Ander: <b>Buscando información</b> 85 Maestra: <i>¿Y si hacemos un experimento?</i> 86 Niños/as: ¡¡¡Sí!!! 87 Maestra: <i>¿Con un experimento podemos saber qué necesita la semilla para nacer?</i> 88 Amaia: No sé, <b>tendremos que probar.</b>  (También naturaleza empírica y creativa)
<b>Carácter hipotético de la ciencia</b>	Fase discusión de resultados (A): 109 Amaia: A lo mejor la planta (del exterior) crece más despacio con el frío Fase discusión de resultados (B): 42 Xabi: parece que (la planta) está (rígida) por el suelo (debido al suelo) ... 70 Mikel: <i>¿Y los cactus que viven en el desierto (necesitan agua)?... Yo creo que (los cactus) no necesitan agua necesariamente.</i>

Finalmente, el alumnado aludió a factores no incluidos en el experimento como posibles factores explicativos de los efectos observados, como el hipotético efecto de la temperatura sobre la velocidad de crecimiento, el posible efecto del suelo sobre el crecimiento erguido de la planta y la posibilidad de que algunas plantas (cactus) no necesiten agua o necesiten menos agua para crecer (tabla 5).

En la discusión final de recapitulación se detectó que en el grupo de estudio (grupos A + B) emergieron aspectos relacionados con la NdC. En la tabla 6, se evidencia que en el grupo de estudio manifestaron que «investigaron» plantas «para saber qué necesitan» (pregunta investigable), observando su «estado» en diversas «condiciones» (variables dependiente e independiente), mientras que en el grupo de control, frente a las mismas preguntas, los niños y las niñas únicamente utilizaron un lenguaje descriptivo (tabla 6).

Tabla 6.  
Extractos de las discusiones de recapitulación. En negrita, elementos de la NdC

<i>Grupo de estudio</i>	<i>Grupo de control</i>
Maestra: <i>¿Os acordáis de qué hemos hecho estos días?</i>	
Niño/a: <b>Investigar</b> plantas	Niño/a: Lo de las plantas.
Maestra: Investigar las plantas, muy bien. <i>¿Y qué hemos investigado en las plantas?</i> Niño/a: <b>Qué necesitan para nacer y para crecer</b> –Pregunta investigable–	Maestra: Eso es, <i>¿qué hemos hecho? ¿Alguien lo puede decir?</i> Niño/a: Trabajo sobre plantas, cuidar las plantas.
Maestra: <i>¿Qué hemos investigado?, ¿Qué hemos hecho?</i> Niño/a: Hemos visto las plantas, <b>cómo están</b> , y luego hemos escrito lo que se nos ha ocurrido. –Variable dependiente–	Maestra: Cuidar las plantas... <i>¿Aquí hemos puesto unos botes no?</i> Niño/a: Plantar plantas.
Maestra: Habéis hecho una observación. Y para ver eso, <i>¿qué habéis puesto aquí?</i> Niño/a: Plantar muchas plantas, <b>de muchas maneras y a ver quién crece mejor.</b> –Variable dependiente frente a independiente–	Maestra: <i>¿Qué más hemos hecho?</i> Niño/a: Todos los días... esto... ver cómo están las plantas y escribir en un papel.

## DISCUSIÓN E IMPLICACIONES PARA LA DOCENCIA

En este estudio, la intervención de la maestra fomentó que niños y niñas de seis y siete años diseñaran un experimento para responder a una pregunta, formularan predicciones y realizaran observaciones y comparaciones para generar y evaluar explicaciones científicas sobre el ser vivo (PI1). El papel de la maestra resultó clave durante todo el proceso a través de las preguntas productivas, pero también mediante otras estrategias dialógicas para estructurar las discusiones y fomentar la colaboración, el razonamiento y la construcción de ideas científicas. Estos resultados coinciden con otros trabajos que han demostrado que, desde los cuatro a seis años, con la adecuada instrucción, los y las escolares son capaces de participar en las diferentes operaciones epistémicas implicadas en la indagación (Metz, 2011; Ruffman et al., 1993). Además, ciertas intervenciones de la maestra favorecieron la emergencia en el discurso de los y las escolares de expresiones relacionadas con la naturaleza del trabajo científico (PI2). Así, los resultados sugieren que lo que promueve la interiorización de ciertos aspectos de la NdC es el hecho de involucrarse en el diseño del experimento y en la discusión de aula, y no tanto la realización del experimento en sí (PI2). Aunque los resultados de un estudio de caso no permiten generalizaciones, las conclusiones extraídas de esta investigación pueden informar estrategias docentes útiles para llevar a cabo en el aula una indagación auténtica y fomentar la comprensión de la NdC.

En primer lugar, hemos identificado una serie de preguntas productivas y enunciados para organizar y fomentar la práctica científica durante una indagación. Mediante preguntas para el diseño como «¿Qué haríais...?» o «¿Cómo podemos saberlo...?», se puede implicar al alumnado en la planificación de la investigación, evitando que la conciben como un protocolo de pasos preestablecidos. Evaluar y diseñar investigaciones es una de las dimensiones fundamentales de la competencia científica (OCDE, 2019), pero rara vez tiene lugar en las aulas (Osborne, 2014), particularmente en contextos con niños y niñas pequeños, donde el diseño suele correr a cargo de la figura docente. Por ello, las estrategias identificadas en nuestra investigación pueden suponer una aportación, ya que pocos trabajos han analizado el papel que tienen las preguntas del o la docente durante el proceso de planificación (Studhalter et al., 2021).

Por otro lado, en consonancia con otros estudios (Benedict-Chambers et al., 2017; Lee y Kinzie, 2012; Oliveira, 2010), hemos detectado que, durante la discusión de resultados, el uso de preguntas de enfoque, comparación y razonamiento permite al alumnado elaborar explicaciones basadas en pruebas, en este caso, sobre las ideas clave del ser vivo. Además, la maestra ha evitado el diálogo triádico en forma de pregunta-respuesta-evaluación mediante preguntas de repensar que desafían a los y las escolares a reconsiderar las explicaciones inconsistentes con las pruebas (Kawalkar y Vijapurkar, 2013; Studhalter et al., 2021). A ello se sumarían otra serie de enunciados o *talk moves* que, al igual que otros estudios, hemos mostrado que fomentan una mayor contribución del alumnado a la construcción de un conocimiento compartido, como son las preguntas de aclaración (Oliveira, 2010; Studhalter et al., 2021), enunciados de recapitulación/repetición y de refuerzo positivo (Chin, 2007; Kawalkar y Vijapurkar, 2013; Oliveira 2010) y preguntas de reenvío (Pimentel y McNeill, 2013). En este estudio hemos documentado extractos de discusiones de aula en los que la maestra utiliza este tipo de enunciados para incitar al alumnado a reconsiderar sus ideas alternativas (por ejemplo, que la semilla necesita luz para germinar) y los invita a recurrir a las pruebas y a evaluar las afirmaciones de sus compañeros y compañeras.

En segundo lugar, la intencionalidad de la maestra de incitar al alumnado a reflexionar sobre la naturaleza del trabajo científico que se estaba realizando pudo reforzar la importancia de la naturaleza empírica del método que emplear para la obtención de pruebas. Del mismo modo, preguntar repetidamente «para qué» se está planificando ese experimento permitió vincular constantemente el procedimiento con el propósito de la investigación. Por otro lado, uno de los resultados más intere-

santes de este estudio es que en el discurso del alumnado emergieron espontáneamente tres aspectos de la NdC: el hecho de que la ciencia tiene sus limitaciones (al plantear que el experimento podía no ser representativo de todas las plantas), el hecho de que no hay un solo método científico (al proponer diversos métodos plausibles para la obtención de información) y el carácter hipotético de la ciencia (al recurrir a relaciones causa-efecto hipotéticas no incluidas en el experimento). Otros estudios también han demostrado que los niños y las niñas de corta edad son capaces de entender, entre otras, las características de la NdC identificadas en este estudio (Akerson y Donnelly, 2010; Bartels y Lederman, 2022).

En tercer lugar, nuestros resultados indican que la participación en el diseño del experimento y en las discusiones guiadas puede promover la comprensión inicial de elementos de la NdC. Al igual que en otros estudios, nuestra investigación sugiere que participar en la planificación de las investigaciones permite que el alumnado lleve a cabo un mayor número de operaciones epistémicas (Crujeiras, 2014). Este y otros estudios han demostrado que, con una estrategia de enseñanza adecuada, se pueden desarrollar las capacidades de los niños y las niñas pequeños para diseñar investigaciones científicas y aprender sobre la NdC (Akerson y Donnelly, 2010; Metz, 2011; Rodríguez et. al., 2021). Las preguntas productivas y estrategias dialógicas identificadas en esta investigación pueden constituir una herramienta pedagógica para el profesorado a la hora de fomentar la indagación auténtica, el discurso de aula productivo y el aprendizaje de aspectos iniciales de la NdC.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó dentro del grupo de investigación KOMATZI (GIU21/031), financiado por la UPV/EHU y del proyecto PID2022-137010OB-I00, subvencionado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE. Agradecemos a A. Arriola y a A. Peña su colaboración en el desarrollo de la secuencia y toma de datos.

## REFERENCIAS

- Akerson, V. y Donnelly, L. A. (2010). Teaching nature of science to K-2 students: what understandings can they attain? *International Journal of Science Education*, 32(1), 97-124.  
<https://doi.org/10.1080/09500690902717283>
- Bargiela, I. M., Blanco Anaya, P. y Puig, B. (2022). Las preguntas para la indagación y activación de pensamiento crítico en educación infantil. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didáctica*, 40(3), 11-28.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5470>
- Bartels, S. y Lederman, J. (2022). What do elementary students know about science, scientists and how they do their work? *International Journal of Science Education*, 44(4), 627-646.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2050487>
- Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A. y Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, 39(15), 1977-2001.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366674>
- Caño, L., Sanz, J., Zaldua, I., Arriola, A. y Peña, A. (2022). Las preguntas del/la docente fomentan la argumentación temprana: una propuesta de metodología de análisis de discusiones en el aula de primaria. En Benarroch, A. (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural*. Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones.

- Casas-Quiroga, L. y Crujeiras-Pérez, B. (2020). Epistemic operations performed by high school students in an argumentation and decision-making context: Setrocia's alimentary emergency. *International Journal of Science Education*, 42(16), 2653-2673.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1824300>
- Chin, 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>
- COSCE, Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España* [Archivo PDF]. [https://cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](https://cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf)
- Couso, D. (2014). De la moda de «aprender indagando» a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba, R. Jiménez (Eds.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.
- Crujeiras, B. (2014). *Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación* [Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela].
- Elsteeg, J. (1985). The right question at the right time. En W. Harlen (Ed.), *Primary Science: Taking the Plunge* (pp. 36-46). Heinemann Educational.
- Hogan, K., Nastasi, B. K. y Pressley, M. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.  
[https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1704\\_2](https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1704_2)
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A. y Duschl, R. A. (2000). «Doing the lesson» or «doing science»: argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.  
[https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Kawalkar, A. y Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding science talk: the role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2004-2027.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.604684>
- Kelly, G. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. Duschl y R. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation* (pp. 99-117). Sense Publishers.  
[https://doi.org/10.1163/9789460911453\\_009](https://doi.org/10.1163/9789460911453_009)
- Kelly, G. J., y Licona, P. (2018). Epistemic Practices and Science Education. En M. R. Matthews (Ed.), *History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 139-165). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1_5)
- Lee, Y. y Kinzie, M. B. (2012). Teacher question and student response with regard to cognition and language use. *Instructional Science*, 40(6), 857-874.  
<https://doi.org/10.1007/s11251-011-9193-2>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation.
- Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la Educación Primaria* (pp. 37-95). Graó.
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R, Jiménez Liso, M.R. (2017). Prácticas científicas en la formación inicial de maestros: indagación para describir y modelizar. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, número extra, 159-164. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334115>
- Metz, K. E. (2011). Disentangling robust developmental constraints from the instructionally mutable: young children's epistemic reasoning about a study of their own design. *Journal of the Learning Sciences*, 20(1), 50-110.  
<https://doi.org/10.1080/10508406.2011.529325>

- Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: the role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232-1258.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- NRC, National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.  
<https://doi.org/10.17226/13165>
- OCDE (2019). PISA 2018. Assessment and Analytical Framework. OECD Publishing.
- Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20345>
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. En Lederman N. G. y Abell S. K. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II, pp. 579-599). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch29>
- Pimentel, D. S. y McNeill, K. L. (2013). Conducting talk in secondary science classrooms: investigating instructional moves and teachers' beliefs. *Science Education*, 97(3), 367-394.  
<https://doi.org/10.1002/sce.21061>
- Pigrau, T. y Sanmartí, N. (2015). Model per interpretar sistemes vius. [http://media.wix.com/ugd/81d0d8\\_2bd060dd60e84ba88ed018a28dc03fe6.pdf](http://media.wix.com/ugd/81d0d8_2bd060dd60e84ba88ed018a28dc03fe6.pdf)
- Rodríguez, A. M., Cáceres, M. J. y Franco-Mariscal, A. J. (2021). ¿Cómo hacemos crecer una planta? Una indagación con niños de 3 años de educación infantil. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(3), 251-253.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3345>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka*, 14(2), 286-299.  
[https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2017.v14.i2.01](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01)
- Ruffman, T., Perner, J., Olson, D. R. y Doherty, M. (1993). Reflecting on scientific thinking: children's understanding of the hypothesis evidence relation. *Child Development*, 64(6), 1617-1636.  
<https://doi.org/10.2307/1131459>
- Sandoval, W. A., Sodian, B., Koerber, S. y Wong, J. (2014). Developing children's early competencies to engage with science. *Educational Psychologist*, 49(2), 139-152.  
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.917589>
- Studhalter, U. T., Leuchter, M., Tettenborn, A., Elmer, A., Edelsbrunner, P. A. y Saalbach, H. (2021). Early science learning: The effects of teacher talk. *Learning and Instruction*, 71.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101371>
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20259>

---

# The Teacher's Dialogic Questions and Strategies for Guiding Inquiry in Primary School

Lidia Caño Pérez, Josu Sanz Alonso

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Donostia, Guipúzcoa, España  
lidia.cano@ehu.eus, josu.sanz@ehu.eus

María Teresa Gómez Sagasti

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Donostia, Guipúzcoa, España  
Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Leioa, Vizcaya, España  
mariateresa.gomez@ehu.eus

The aim of this research is to delve into the most effective dialogic strategies to engage children in inquiry, especially in the first stage of Primary School, which has been underrepresented in the scientific literature. We conducted a detailed analysis of the scientific discourse in a 2<sup>nd</sup> grade classroom during an experimental inquiry about plants. The research questions are the following: (RQ1) How do the teacher's questions foster the performance of epistemic operations involved in inquiry practice in a primary school classroom? (RQ2) Do aspects of the nature of science (NoS) emerge in the dialogue during inquiry? Does the extent of student engagement in the inquiry process affect the emergence of such aspects of NoS?

The sequence of activities started from the inquiry question «What does a plant need to be born and to grow?», and included a guided discussion to encourage the expression of previous ideas and experimental design (1<sup>st</sup> phase), the performance of the experiment and guided discussion of the results (2<sup>nd</sup> phase) and a recapitulation discussion (3<sup>rd</sup> phase).

In the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phases of the discussion we categorized, basing upon the specialized literature, the teacher's productive questions, the epistemic operations performed by the students, and the core ideas about the living being that emerged. We also categorized the elements related to NoS that arose in the teacher's and children's discourse during the three phases. The final recapitulation discussion was also carried out in a control group which made observations in the experiment but did not participate in the design and discussion of the results.

The results showed that the teacher encouraged 6-7 year olds to design an experiment to answer a question, formulate predictions, and make observations and comparisons to generate and evaluate scientific explanations about living beings (RQ1). Questions for knowledge activation, for engagement in the experimental design («How can we know if it needs...?») and for stimulating predictions («What do you think will happen?») encouraged students to participate in the design of experiment, preventing them from conceiving the research as a protocol of pre-established steps. Focus («What happened?») and reasoning questions («How do you know?») encouraged students to construct evidence about the effect of water, light and soil on seeds and plants, addressing seven core ideas of living beings. The teacher challenged students to reconsider explanations which were inconsistent with evidence and used strategies to reinforce interesting ideas through collaboration: recap/repetition statements, positive reinforcement and «toss-back» questions («Good question, Mikel, do the rest of you think cacti don't need water?»).

Several teacher's statements favored the emergence of utterances related to the NoS (RQ2). Questions such as «How can we know...?» elicited statements related to the empirical nature of science («prove», «we can do it»). By repeatedly asking what the experiment was planned for, it was possible to constantly link the procedure to the research question. Three aspects of the NoS emerged spontaneously in the children's discourse: the fact that science has limitations (by stating that the experiment might not be representative of all plants), the fact that there is no single scientific method (by proposing several plausible methods for gathering information) and the hypothetical nature of science (by resorting to hypothetical cause-effect relationships not included in the experiment). Finally, the comparison of the language used by the study group with regards to the control group showed that the factor promoting the emergence of aspects of the NoS was that of being involved in the design of the experiment and in the class discussion (rather than the performance of the experiment itself) (RQ2).

The productive questions and dialogic strategies identified in this research can provide teachers with a pedagogical tool to foster authentic inquiry, productive discourse in the classroom, as well as to improve students' learning of initial aspects of NoS from early stages.