

El Aprendizaje basado en Indagación (ABI) permite al alumnado no solo adquirir, y mejorar en la comprensión del conocimiento científico, sino que también ayuda a mejorar el interés por las ciencias experimentales y a disminuir la brecha de género en las vocaciones científicas. Pero... ¿Cómo diseñar e implementar estas actividades en el aula?

Este libro pretende servir como guía al profesorado de Educación Primaria que quiera implementar el ABI en sus clases. A lo largo de sus 10 capítulos se aborda cómo diseñar actividades de Indagación, y se describen en detalle ejemplos de propuestas sobre distintos contenidos, desde el modelo de ser vivo o las mezclas hasta máquinas y circuitos eléctricos. Además, se acompañan de materiales educativos descargables, con consejos y sugerencias sobre cómo implementarlos.

ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN PARA TRABAJAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN CONTEXTO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN PARA TRABAJAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN CONTEXTO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Beatriz Bravo Torija
Ana Isabel Mora Urda
(Coordinadoras)

Dykinson, S.L.



**ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN PARA TRABAJAR
LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN CONTEXTO
EN EDUCACIÓN PRIMARIA**

ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN PARA TRABAJAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN CONTEXTO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

BEATRIZ BRAVO TORIJA
ANA ISABEL MORA URDA
(Coordinadoras)

Nuria Barroso Catalán	Isabel García-Bravo Real
Raquel Benito Ruiz	Paloma García González
Paula Briceño García	Cecilia García Lozano
Cristina Cabañero Esquivel	Clara González Carbonero
Lucía Casas Quiroga	Vanesa González Ramírez
Laura Cerra Herresanchez	Lucía González Romero
Almudena Chércoles Granados	Irene Guevara Herrero
Lorena Chicharro García	Micaela Herreros Benedicto
Raquel Cortázar del Río	Victoria Marín Dueñas
Lucía Domínguez Yáñez	María Merino Rodríguez
Tamara Esquivel Martín	Sara Muñumel González
Almudena Fermín Elvira	Pilar Quintanar Díaz
María Fernández Gil	Paula Rodríguez Martínez
Nuria Fernández Huetos	María José Sáez Bondía
Violeta Fernández Martín	Victoria Sánchez Díaz-Maroto

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

Este libro ha sido elaborado en el marco del proyecto de Innovación docente convocatoria INNOVA 2023/24 de la Universidad Autónoma de Madrid, denominado “La indagación en el aula de ciencias: una experiencia transformadora en la formación inicial del profesorado” (FPYE_015.23_INN). En su redacción han participado autoras de tres universidades, la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad de Vigo y la Universidad de Zaragoza. A todas las autoras les agradecemos su aportación, sin su compromiso y dedicación esta obra no hubiera sido posible.

©Copyright by las autoras
Madrid, 2024

Los contenidos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de sus autoras; asimismo, las autoras se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

Editorial DYKINSON, S.L.
Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid
Teléfono (+34) 915442846 - (+34) 915442869
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-1070-651-4
Depósito Legal:
DOI:

Preimpresión:
New Garamond Diseño y Maquetación, S.L.

Índice

Prólogo. Actividades de indagación para trabajar las ciencias en contexto en Educación Primaria	9
<i>Beatriz Bravo Torija y Ana Isabel Mora Urda</i>	
1. Enseñanza de las ciencias basada en la indagación: ¿Por qué y para qué?... 13	
<i>Tamara Esquivel-Martín, Nuria Fernández-Huetos e Irene Guevara-Herrero</i>	
2. Orientaciones para el diseño de actividades de indagación en el aula de ciencias.....	25
<i>Lucía Casas-Quiroga y María José Sáez Bondía</i>	
3. Introducir el modelo de ser vivo a partir de organismos no prototípicos: ¿Cómo conseguir que no salga moho en la fruta?.....	41
<i>Beatriz Bravo Torija</i>	
4. El misterio del artrópodo extinto: ¿Cómo averiguamos a que grupo pertenece?	53
<i>Lucía Domínguez Yáñez y Victoria Sánchez Díaz-Maroto</i>	
5. ¡Periscopios en acción!: trabajando el reflejo de la luz.....	65
<i>Cecilia García Lozano, Clara González Carbonero, Sara Muñumel González, Pilar Quintanar Díaz y Paula Rodríguez Martínez</i>	
6. Guardianes de la energía: la búsqueda del material perfecto.....	77
<i>Cristina Cabañero Esquivel, Laura Cerra Herresanchez y María Merino Rodríguez</i>	

7. S.O.S MUDANZA: una propuesta para trabajar máquinas simples en Educación Primaria	91
<i>Paula Briceño Gracia, Almudena Chércoles Granados, Lorena Chicharro García, Violeta Fernández Martín y Paloma García González</i>	
8. El misterioso contagio de Marta y Julia: un caso para trabajar salud y enfermedad en Educación Primaria	103
<i>Raquel Benito Ruiz, Almudena Fermín Elvira, María Fernández Gil y Micaela Herreros Benedicto</i>	
9. ¡¡Lío en la cocina!! Cocineros al rescate	115
<i>Isabel García-Bravo Real, Vanesa González Ramírez y Victoria Marín Dueñas</i>	
10. ¿Qué le ha ocurrido al faro de pitufilelandia?: construyendo circuitos eléctricos	127
<i>Nuria Barroso Catalán, Raquel Cortázar del Río y Lucía González Romero</i>	
ANEXOS. Materiales para el docente.....	139

ORIENTACIONES PARA EL DISEÑO DE ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS

LUCÍA CASAS-QUIROGA Y MARÍA JOSÉ SÁEZ BONDÍA

Resumen

En este capítulo se presentan las orientaciones básicas para que el profesorado pueda diseñar y evaluar Actividades de Indagación. Concretamente, se exploran las siete fases del ciclo de indagación aplicadas a la indagación guiada descritas en el primer capítulo. Para cada fase se proponen estrategias de andamiaje para el docente y se proporcionan ejemplos sobre cómo aplicarlas en diferentes situaciones de aprendizaje. También, se presentan dos herramientas que permiten evaluar si el diseño de la actividad favorece la indagación entre el alumnado: un diagrama de flujo para plantear preguntas de investigación y una lista de cotejo. La primera herramienta sirve de apoyo en una de las fases más complejas en el diseño de actividades, como es el planteamiento de una buena pregunta de investigación. La segunda herramienta permite autoevaluar si la actividad diseñada cumple los criterios para abordar cada una de las siete fases de indagación. Además, puede ayudar a evaluar actividades que se encuentren en libros de textos y otras fuentes, valorando su utilidad.

¿Cómo empezar a diseñar actividades de indagación?

Tal y como se ha descrito en el capítulo anterior, diseñar actividades de indagación puede suponer un reto para el profesorado. Así, disponer de unas orientaciones para su planteamiento puede ser de utilidad en su labor docente. En contraste con el capítulo anterior, donde se justifica la importancia de promover la indagación en el aula, en este se aborda de forma pormenorizada la manera de hacerlo. Es decir, el primer capítulo nos presenta el por qué y el para qué de la indagación, mientras que este se centra en el cómo.

Por tanto, este capítulo tiene como objetivo aportar bases y herramientas para el diseño de este tipo de actividades considerando las siete fases propuestas por Van Uum et al. (2016): 1) introducción, 2) exploración, 3) diseño de la investigación, 4) conducción de la investigación, 5) conclusión; 6) presentación/comunicación y 7) ampliación.

En cada una de las secciones posteriores se aborda paso a paso las fases de la indagación señaladas, adaptándolas al planteamiento de una indagación guiada, donde el docente aporta la pregunta a investigar. En cada fase se hace hincapié en los aspectos más relevantes para generar actividades de indagación en el aula y se proponen herramientas para evaluar cada una de ellas. Para la fase de introducción, en la que se formula la pregunta de investigación, se presenta una herramienta para que los docentes se cuestionen si la pregunta que formularían a su alumnado al inicio de la actividad cumple, o no, las características para poder ser utilizada en una actividad de indagación. Además, se presenta una lista de cotejo con la que el profesorado puede comprobar si las actividades que ha diseñado son adecuadas para que su alumnado ponga en juego los dominios de conocimiento asociados a cada una de las fases de indagación y también para valorar la utilidad de recursos similares que puedan encontrar en la red o en libros de texto. Es decir, si gracias a la actividad se promueve un aprendizaje del alumnado centrado en conceptos de ciencias (dominio conceptual) o en procedimientos o si también se consideran aspectos relativos a la naturaleza de la generación del conocimiento científico tanto en su parte epistémica como social.

Fase 1: Introducción

En la fase de introducción se formula la pregunta de investigación (en adelante, PI). Esto cobra especial relevancia para los docentes si la indagación es guiada, ya que son ellos los que proponen la pregunta a investigar. Esto implica la necesidad de aprender a formular buenas preguntas de investigación,

así como a diferenciarlas de aquellas que no lo son. Para lograrlo, se exploran las características de una buena PI y se presenta una herramienta que permite evaluar (y autoevaluar) si la pregunta con la que se comienza la actividad está formulada de manera que favorezca la indagación en el aula de ciencias.

El eje sobre el que se sustenta la construcción de conocimiento científico parte de una buena PI (Aguada-Bertera et al., 2023). Sin embargo, plantear una buena cuestión a investigar presenta una serie de dificultades.

Un ejemplo de pregunta que no favorece una indagación es la siguiente: ¿Aumentar la temperatura del agua hace que la sal se disuelva más rápido? Si la analizamos con detalle, podemos ver que la pregunta sólo tiene dos respuestas posibles en función de si ese aumento de temperatura provoca o no una variación en el tiempo que tarda la sal en disolverse. Además, demanda información sobre un proceso concreto que puede quedar desvinculado de las ideas científicas que hay detrás. En contraste, una buena PI debe cumplir una serie de requisitos, entre los que destacan los siguientes:

- Tiene que estar orientada a la construcción de un **modelo científico-escolar**. Por ejemplo, “¿Cuántas horas puedo estar mirando este hongo?” no contribuye al aprendizaje de las características o necesidades de estos organismos mientras que la pregunta “¿Cómo podríamos hacer para evitar que se desarrolle moho en el paté que tenemos abierto en la nevera?” favorece que el alumnado se cuestione las condiciones de temperatura y humedad que favorecen su desarrollo y reproducción, trabajando de esta forma una parte del modelo de ser vivo, la función de relación.
- Está **contextualizada** porque considera las investigaciones científicas del mundo real, los intereses y el entorno del alumnado. Esto ayuda a concretar las variables a estudiar.
- Se puede **comprobar**, ya que demanda que el alumnado se involucre en un proceso de recogida y análisis de datos y de extracción de conclusiones.
- Es **realista** porque promueve la creación de un diseño experimental abarcable en un tiempo y con unos recursos determinados.
- Es **concreta**, delimita la investigación entre posibles caminos a seguir. Esto se consigue considerando las variables a estudiar.
- Y tal y como se ha comentado, tiene que ser, en la medida de lo posible, **abierta**. Es decir, que no se pueda responder con un sí o un no, o buscando la información directamente en un libro o Internet, copiando y pegando el texto seleccionado tras la pregunta. Las pre-

guntas abiertas, al no poder ser respondidas de ese modo, obligan al alumnado a reelaborar ideas o a diseñar experiencias para responderlas (Tena y Couso, 2023).

A lo largo de los siguientes capítulos, en los que se detallan actividades de indagación, se plantean preguntas que siguen estos requisitos. Todas las actividades contemplan una situación de partida o contexto, basado en la lectura de situaciones cercanas al alumnado a partir de las cuales generan una o varias PIs. Un ejemplo de ellas es en el capítulo 8 dónde en un contexto relacionado con la higiene y transmisión de enfermedades surgen cuestiones como: “¿Cuál de los siguientes utensilios de la cocina de Marta está más “limpio”, un trapo usado, el bote de conservas o el bote de lavavajillas? ¿En qué te basas?”.

Esta pregunta invita a hacer comprobaciones recogiendo muestras y sembrándolas en medios de cultivo caseros para observar la cantidad de colonias bacterianas presentes en cada muestra. Por tanto, la hace una pregunta que permite una **comprobación** y es **realista**. Además, permite trabajar aspectos relacionados con la microbiología y el propio **contexto** delimita las **variables** (algo aparentemente “limpio” y algo aparentemente “sucio”). Asimismo, la pregunta **no se responde con un sí o un no**, ya que solicita las razones por las que se decantan por una opción u otra.

Al margen de las características que debe tener una PI, cuando tratamos de formularla, surgen muchas dudas. Por ese motivo, contar con una herramienta que ayude a formular PIs para el desarrollo de actividades de indagación puede ser de utilidad para el profesorado. Esta herramienta no se trata de algo nuevo, sino que se inspira en otros trabajos que han tratado de generar orientaciones y herramientas para el planteamiento de PIs. No obstante, la mayoría de ellas, como las planteadas por Tena y Couso (2023), se enmarcan en su uso por parte del alumnado de primaria en el contexto de indagaciones abiertas.

La figura 1 muestra la herramienta denominada APCIA (Análisis de Preguntas con Características para ser Investigables en el Aula). Se trata de un diagrama de flujo dinámico que invita a la evaluación de la PI formulada. Así, considera como primer punto clave la apertura de la pregunta, seguido de la consideración de variables, su carácter comprobable y realista y, finaliza, con la consideración del contexto o situación de la que emerge. Si no se considera alguno de los aspectos contemplados inicialmente, el diagrama propone orientaciones para solventar los puntos problemáticos y mejorar la PI inicial.

Ante su uso, es posible que surja la necesidad de utilizar varias plantillas, ya que los “tachones” están asegurados. No obstante, no hay que tomarlo como algo negativo, sino como un proceso de reelaboración y reestructuración. Es

necesario señalar que un paso previo al uso de esta plantilla es tener claro el hecho o fenómeno relacionado con la ciencia que se quiere trabajar (por ejemplo, la relación de determinadas propiedades de los minerales con sus usos o la variación de las horas de luz solar a lo largo del año, relacionado con el modelo Sol-Tierra), ya que sin ello es posible que las preguntas puedan no estar científicamente orientadas.

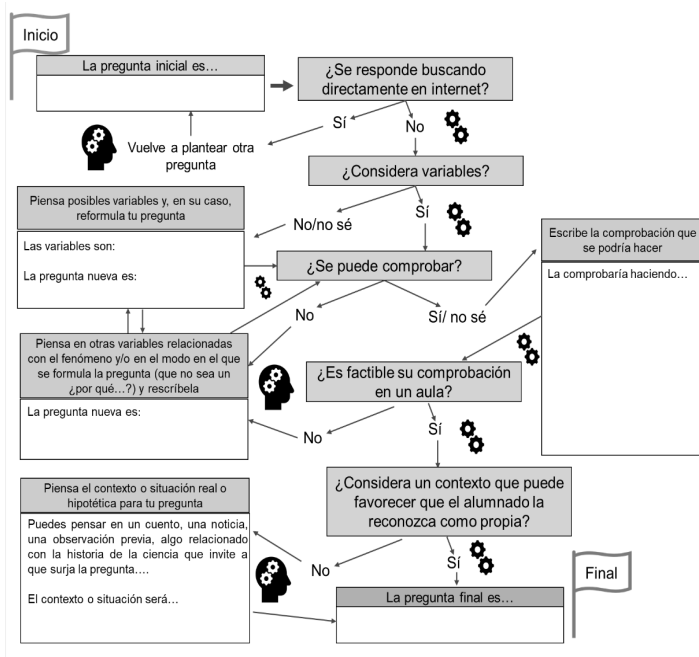


Figura 1. Diagrama de flujo para analizar PIs.
Herramienta disponible en: [Diagrama APCIA](#)

Así, tras el planteamiento de la PI contextualizada en un fenómeno científico adecuado al nivel educativo en el que se pretende abordar, se debería poder involucrar al alumnado promoviendo la expresión de sus ideas iniciales sobre el tema, iniciando así la fase de exploración.

Fase 2: Exploración

La fase de exploración es en la que se establece la conexión entre el fenómeno que se está estudiando y los conocimientos que tiene el alumnado sobre él. Por una parte, cobra mucha importancia conocer las ideas previas del alumnado sobre el tema a investigar, ya que estas concepciones son su punto de

partida para dar sentido a los fenómenos que observan. Las ideas pueden ser alternativas y estar muy alejadas del consenso científico, por lo que se precisan estrategias para mejorar la comprensión del alumnado sobre los contenidos científicos relacionados con el tema abordado.

En el caso de las ideas previas, es importante destacar que las actividades propuestas no se deben limitar a confirmar que el alumnado las tiene, si no que se deben utilizar como punto de partida para que amplíe las ideas expresadas, en caso de ser incompletas, o trate de modificarlas hacia lo aceptado científicamente, en caso de ser alternativas. Es decir, consideramos las ideas alternativas del alumnado no como un obstáculo para el aprendizaje, sino como un inicio para construir nuevos conocimientos (Furió et al., 2006).

Entre las estrategias que podemos considerar para trabajar las ideas y mejorar la comprensión del alumnado sobre los fenómenos a estudiar destacamos: 1) discusiones en el aula, que ofrecen una gran oportunidad para contrastar las ideas del alumnado respecto al tema a investigar, 2) actividades prácticas más exploratorias, que permiten acercar al alumnado al fenómeno a estudiar y, 3) preguntas contextualizadas que susciten la reflexión del alumnado sobre sus propios conocimientos. En la tabla 1 se muestra un ejemplo sobre su uso.

Tabla 1. Ejemplo sobre cómo utilizar estas tres estrategias en la fase de exploración.

Situación de aprendizaje	Estrategias
Una empresa está buscando la forma más eficaz de transportar suministros entre dos campamentos situados en la orilla de un río, a unos kilómetros de distancia. Para ello disponen de materiales limitados, los cuales se presentan al alumnado. Para resolver el problema, los estudiantes deberán utilizar sus conocimientos sobre flotabilidad y sobre los diferentes factores que afectan a la flotabilidad.	<p>Plantear una discusión en la que el alumnado ponga en común las ideas sobre los materiales propuestos y sus razonamientos sobre si estos flotan o no.</p> <p>Actividad práctica en la que dispone de muestras de estos materiales y de un tanque de agua que permite realizar comprobaciones sobre flotabilidad.</p> <p>Pregunta contextualizada en la propia situación de aprendizaje. La empresa plantea la siguiente cuestión: En el pasado utilizamos una plataforma hecha de tablas y pusimos los suministros encima. Al salir del primer campamento la plataforma flotaba, pero antes de llegar se hundió. ¿Qué pudo pasar?</p>

La fase de exploración es fundamental para las actividades de indagación, ya que los conocimientos que tienen los estudiantes sobre un determinado fenómeno son los que les permiten plantear hipótesis y/o hacer prediccio-

nes justificadas relacionadas con la PI. Hay que considerar que plantear una hipótesis no implica contemplar absolutamente todas las posibilidades, sino razonar sobre el problema propuesto en base a los conocimientos científicos disponibles para justificar la respuesta que se propone.

De esta manera, se recomienda proporcionar al alumnado una guía que promueva la justificación de las hipótesis y/o predicciones planteadas. Con esto también se consigue un acercamiento a la forma de trabajar de los científicos, ya que tienen que considerar la información de la que disponen para sus justificaciones.

Fase 3: Diseño de la investigación

La fase de diseño de la investigación requiere que el alumnado se implique en un proceso activo de toma de decisiones que resultará en una planificación de los pasos a realizar para resolver la PI planteada.

Es importante destacar que si el proceso de planificación viene dado y el alumnado se limita a seguir una serie de pasos preestablecidos no estaríamos hablando de indagación guiada, sino de una experiencia de comprobación. Esto puede generar limitaciones para su aprendizaje científico, relacionado con los diferentes dominios de conocimiento presentes en esta fase, como se ejemplifica en la tabla 2.

Tabla 2. Relación entre las limitaciones que puede experimentar el alumnado durante la fase de diseño y los dominios de conocimiento a los que afectan.

No comprender que se pueden plantear varios diseños para resolver una misma PI. Esta idea lleva al alumnado a pensar que las investigaciones son procesos con pasos cerrados, existiendo una manera correcta de resolver un problema.	Dominio epistémico
No discriminar entre diseños mejor y peor planteados, ni entre las características que debe tener un buen diseño para una investigación, de las que no.	Dominio procedimental
No cooperar para llegar a un acuerdo sobre la mejor forma de proceder considerando diferentes perspectivas.	Dominio social

A continuación, se presentan recomendaciones para implicar al alumnado en la generación de un diseño experimental que permita responder a la pregunta a investigar.

Para el alumnado puede resultar muy complejo seleccionar la técnica más apropiada para el caso que se plantea, por ello el profesorado necesariamente debe proporcionar el andamiaje adecuado. En concreto, puede emplear la estrategia de realización de **preguntas que orienten** la toma de decisiones como: “¿Qué materiales necesito para investigar la cuestión? ¿Qué pasos se van a seguir para investigar la cuestión?” Estas cuestiones se pueden incluir en un cuaderno de trabajo o de laboratorio enmarcado en la actividad de indagación. Además, se pueden aportar ejemplos de diferentes diseños, para dar respuesta a una PI, con el objetivo de familiarizar al alumnado con las características de un buen diseño de investigación, antes de elaborar el propio.

Dos aspectos importantes que considerar cuando se oriente en el diseño de investigaciones a través de estas estrategias son: la reproductibilidad y la presencia de controles y réplicas. A continuación, se aclaran estos términos y en la tabla 3 se presenta un ejemplo sobre cómo orientar al alumnado para incluir controles y réplicas en sus diseños.

- La **reproductibilidad** es la capacidad de un experimento para ser replicado por otro grupo diferente siguiendo los mismos pasos. Esto implica que los pasos tienen que estar correctamente explicados y secuenciados.
- Los **controles** sirven para eliminar explicaciones alternativas, ya que se recogen resultados sin cambiar las condiciones del experimento, mientras que las **réplicas** (o repeticiones del experimento) sirven para obtener datos más fiables y para garantizar que los resultados obtenidos no son una anomalía o se deben a un error en el procedimiento.

Tabla 3. Ejemplo de andamiaje en la fase de diseño de la investigación.

Situación de aprendizaje	Andamiaje proporcionado
<p>Debido a la sequía, cinco agricultores de un pueblo se han visto obligados a cultivar tomates en un invernadero, ya que estos permiten controlar mejor las condiciones en las que crecen. Después de dos años utilizando este método de cultivo, los agricultores se preguntan si están utilizando las mejores condiciones posibles para sus invernaderos y cómo podrían comprobarlo.</p>	<p>Incluir controles: Los cinco agricultores acuerdan utilizar condiciones diferentes de humedad, temperatura y ventilación y ver quién obtiene la mejor cosecha. Sin embargo, dos de ellos se olvidan de hacerlo y mantienen las condiciones de los años anteriores, obteniendo finalmente tomates de mayor tamaño. ¿Qué ha ocurrido?</p> <p>Incluir réplicas: Otro grupo de agricultores decide utilizar esas mismas condiciones y también obtienen buenos resultados en sus cosechas. ¿Qué significa esto?</p>

Fase 4: Conducción de la investigación

En esta fase, el alumnado realiza su investigación de acuerdo con los pasos que ha elegido en la fase de diseño. En este momento cabe plantearles una cuestión de gran relevancia: “¿Qué diferencias podríamos observar si llevásemos a cabo nuestra investigación sin una planificación previa?” Esto permite que el alumnado conecte su diseño previo con una mejor ejecución de la investigación. Además, durante esta fase, tienen lugar dos eventos relevantes: la recogida e interpretación de los datos obtenidos.

Para que el estudiantado realice la recogida de datos, es necesario proporcionar unas orientaciones adecuadas, por ejemplo, plantear preguntas como “¿Qué datos recogemos? ¿Cómo lo vas a hacer?”. Para ello, el o la docente debe considerar el tipo de datos y cómo que se recogerán. “¿Se prevé el uso de una tabla que facilite el registro de los datos? ¿La actividad plantea la creación de un informe que recoja los resultados obtenidos?” La importancia de que los resultados de las investigaciones queden bien registrados radica en la imposibilidad de obtener conclusiones fiables si no podemos comparar y analizar esta información. Otra estrategia es ofrecer diferentes alternativas sobre datos que podrían recoger y la información que nos proporciona cada una de estas fuentes para responder a la PI. Esto ayuda a que el alumnado reflexione sobre si la información recogida es relevante o no (ver ejemplo en la tabla 4).

Tabla 4. Ejemplo para ayudar al alumnado a definir su estrategia de recogida de datos.

Situación de aprendizaje	Datos presentados	Preguntas para orientar
<p>Un grupo de científicos se está planteando si es viable que la población de una determinada ciudad incluya insectos en su dieta para aumentar el consumo de proteínas. Es necesario hacer una recomendación sobre cuál sería el mejor insecto para el consumo, así que cabe preguntarse los datos que sería relevante recoger.</p>	<p>-Tamaño del insecto. -Contenido medio de proteínas. -Velocidad a la que se reproduce.</p>	<p>¿Cuál sería el dato o los datos más relevantes para decidirse por el mejor insecto? ¿Cuál es la razón?</p>

Atendiendo a la autonomía del alumnado y su experiencia en el desarrollo de actividades de indagación, el docente puede considerar proporcionar herramientas que sirvan de guía para interpretar los datos obtenidos. Se puede proporcionar material muy diverso, teniendo en cuenta que debe adaptarse al nivel educativo del alumnado para el que se diseña la actividad.

Utilizando el ejemplo anterior, se puede proporcionar una guía con datos como la cantidad diaria de proteínas que necesita una persona o información sobre la aportación nutricional de diferentes insectos. También podemos plantear una situación en la que uno de esos insectos tenga un mayor aporte de proteínas, pero un ciclo de vida más largo que hace más difícil obtener una cantidad de proteínas mayor.

En la fase de conducción de la investigación, el docente deberá proporcionar al alumnado el andamiaje necesario para seleccionar los datos relevantes para responder a la PI y proporcionar información seleccionada y adaptada al alumnado permitiéndole interpretar los datos adecuadamente.

Fase 5: Conclusión

Esta fase se centra en las conclusiones de la investigación, en la respuesta o respuestas a la cuestión planteada inicialmente. La conclusión está conectada a la PI a través del proceso que tiene lugar durante la actividad de indagación. Es importante que haya coherencia entre las diferentes fases de la indagación entendiendo que:

- La pregunta de investigación es el paso inicial que nos sitúa en un contexto en el que se estudia un fenómeno determinado.
- Ese fenómeno está relacionado con un conocimiento científico más o menos familiar para el alumnado, lo que afecta a las hipótesis y/o predicciones que puedan plantear.
- Para estudiar ese fenómeno, el alumnado puede plantear un diseño experimental que permita dar respuesta a la pregunta de investigación.
- Ese diseño prevé que se realicen unos determinados pasos, considerando también los datos que se recogen y la forma de interpretar los resultados.
- La conclusión dada por el alumnado proporciona una respuesta para la PI y está basada en los resultados de la investigación y en el conocimiento científico del fenómeno que se está explorando.

De esta forma, el docente debe proporcionar las herramientas para que el alumnado pueda formular adecuadamente una conclusión. Una de las estrategias es demandar directamente al alumnado que exponga aquellos datos que les permiten apoyar su conclusión. Otra es utilizar incentivos, como indicar que una empresa escogerá la propuesta cuyas conclusiones considere más fiables.

La fase de conclusión es en la que el alumnado contrasta sus ideas iniciales. La situación ideal es que los conocimientos del alumnado sobre el fenómeno a investigar aumenten a medida que avance la actividad de indagación. Por tanto, a diferencia de la fase de exploración, al finalizar la actividad debería tener mayor capacidad para fundamentar la aceptación de ciertas hipótesis y el rechazo de otras.

Promover oportunidades para que el alumnado sea quien enfrente sus ideas previas con sus resultados favorece que éste entienda que sus afirmaciones pueden estar en mayor o menor medida apoyadas por las pruebas, y por ello tener mayor o menor validez. En este sentido se busca que deje atrás afirmaciones como “Pues yo creo que las vacunas son peligrosas” para pasar a cuestionar las pruebas existentes.

Fase 6: Comunicación/Presentación

En esta fase tiene lugar la comunicación de los resultados de la investigación realizada al resto de miembros de la comunidad (nos podemos referir al resto de integrantes del aula de ciencias, al centro educativo o fuera de éste).

Es importante familiarizar al alumnado con la parte divulgativa de la investigación, de modo que entienda que los resultados obtenidos sirven para responder a un problema concreto y pueden derivar en mejoras y beneficios para la comunidad. Para ello, hay que plantearse la forma adecuada de presentar los resultados y conclusiones considerando que otras personas pueden no estar familiarizadas con el proceso que se ha seguido durante la investigación o con los conocimientos científicos que hay detrás.

Como docentes, lo primero que cabe preguntarse es cómo proporcionar una guía adecuada para ayudar a que el alumnado presente los resultados de su investigación. En primer lugar, se puede estudiar cuál es el mejor formato (oral o escrito) para realizar la comunicación de los resultados. Podría ser una presentación de diapositivas, un vídeo, un póster o una asamblea. Las posibilidades son muy diversas, por lo que conviene que el alumnado reflexione sobre las ventajas e inconvenientes que ofrece cada formato antes de decidirse.

Si buscamos ir un paso más allá, y compartir los resultados de las investigaciones con el resto de la comunidad educativa, se puede utilizar un formato de “Feria de la Ciencia” en el que los y las estudiantes disponen de un *stand* con todo el material que necesiten para explicar cómo su diseño contribuye a solucionar el problema a investigar, así como los resultados obtenidos tras ponerlo en práctica. Este formato permite un intercambio cercano que se puede ver beneficiado por el reconocimiento del resto de la comunidad educativa y el *feedback* de otros compañeros y profesores. Otra forma podría ser la participación en un congreso (dentro del centro o fuera de éste) en el que las propuestas se presentan en formato comunicación oral o póster, y se plantea un turno de preguntas para las aclaraciones o dudas sobre la investigación realizada. Esto contribuye a ampliar el alcance de las actividades de indagación del aula de ciencias.

Fase 7: Profundización/Ampliación

La fase de profundización o ampliación persigue dos objetivos principales. El primero es que el alumnado pueda reflexionar sobre los conocimientos adquiridos mediante la actividad de indagación. Estos conocimientos pueden situarse en cada uno de los cuatro dominios de conocimiento relacionados con el ECBI (conceptual, procedimental, epistémico y social). En este caso no se consideraría el dominio pedagógico, ya que este solo está relacionado con el profesorado.

La recomendación para que los docentes puedan guiar la reflexión de los estudiantes sería la utilización de preguntas específicas para cada dominio. A continuación, se presentan una serie de preguntas junto con el dominio de conocimiento que favorecen.

- “¿Qué ideas no conocías sobre el tema que te ha ayudado a aprender la actividad realizada?” favorece la reflexión sobre el dominio conceptual.
- “¿Por qué debemos registrar los datos durante la investigación?” favorece la reflexión sobre el dominio procedimental.
- “¿En qué nos ayuda compartir nuestros diseños con otros grupos?” favorece la reflexión sobre el dominio social.
- “¿En qué se parece nuestra forma de trabajar a la de los científicos?” favorece la reflexión sobre el dominio epistémico.

El segundo objetivo está relacionado con la ampliación sobre el tema abordado, algo se puede llevar a cabo de múltiples formas. Una de ellas es que el alumnado se plantee nuevas cuestiones a investigar a partir de los resultados obtenidos. Esto puede hacerse a través de un debate en el aula en el que se consideren los aspectos de la cuestión que han quedado sin responder. Después, se podrían plantear nuevas hipótesis, dando lugar a un nuevo ciclo de indagación, tal y como mencionan Van Uum et al. (2016).

¿Cómo saber si mi Actividad de Indagación está bien planteada?

Para finalizar este capítulo, se presenta una lista de cotejo para que el profesorado pueda autoevaluar la actividad diseñada u otras encontradas en diferentes fuentes de información (figura 2). Cada elemento de la lista se asocia con las siete fases de la indagación guiada consideradas en este capítulo.

Es importante destacar que las actividades de indagación no siempre hacen hincapié en todos los aspectos considerados en la lista de cotejo. Algunas actividades otorgan más peso a la parte de diseño, mientras que otras promueven una fase de exploración más detallada. A lo largo de este libro nos encontraremos actividades de indagación diseñadas por maestras. Estas actividades de indagación guiada se han diseñado considerando los aspectos que se han presentado en este capítulo.

LISTA DE COTEJO PARA ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN	
FASE	La actividad de indagación diseñada...
1. Introducción	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Plantea una pregunta relacionada con un fenómeno o hecho científico <input type="checkbox"/> Presenta un fenómeno objeto de estudio contextualizado y que tiene en cuenta la realidad del alumnado <input type="checkbox"/> Comienza con una pregunta investigable: abierta, concreta, que se puede comprobar y cuya comprobación es realista
2. Exploración	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Considera las ideas previas del alumnado sobre la cuestión a investigar <input type="checkbox"/> Propone estrategias para mejorar la comprensión del alumnado sobre los contenidos científicos relacionados con el tema <input type="checkbox"/> Favorece que se planteen las hipótesis y/o predicciones apoyadas por el conocimiento científico
3. Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Proporciona una guía para que el alumnado seleccione la técnica y el instrumento adecuado para llevar a cabo la investigación <input type="checkbox"/> Promueve que el alumnado clarifique los pasos a seguir y los materiales a utilizar <input type="checkbox"/> Favorece que el alumnado considere la necesidad de incluir controles y réplicas
4. Conducción	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Proporciona una guía para que el alumnado seleccione un instrumento para la recogida de datos acorde con su planificación <input type="checkbox"/> Proporciona materiales adaptados que sirvan de apoyo para la interpretación de los resultados de la investigación
5. Conclusión	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Promueve que el alumnado utilice pruebas para apoyar las conclusiones derivadas de la investigación <input type="checkbox"/> Favorece que el alumnado relacione sus conclusiones con el conocimiento científico adquirido para aceptar y rechazar las hipótesis
6. Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Suministra una guía para que el alumnado reflexione sobre como comunicar los resultados de la investigación <input type="checkbox"/> Promueve que el alumnado escoja un formato de forma justificada para comunicar los resultados
7. Ampliación	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Favorece que el alumnado reflexione sobre cómo la indagación influye en la mejora del conocimiento conceptual, procedimental, social y epistémico <input type="checkbox"/> Incorpora estrategias que permiten al alumnado ampliar sus conocimientos sobre el tema propuesto

Figura 2. Lista de cotejo para el diseño de actividades de indagación. Herramienta disponible en: [Lista de cotejo Actividades de Indagación](#)

Referencias

- Aguada-Berteá, M. R., Pipitone-Vela, C., y Marbá-Tallada, A. (2023). Aprender a formular preguntas investigables en la formación inicial del profesorado de educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 260101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2601
- Furió, C., Solbes, J., y Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: Tres décadas de investigación. *Alambique*, 48, 64-77.

- Tena, È., y Couso, D. (2023). El diseño de preguntas investigables en el ciclo superior de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 101-123. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5573>
- Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., y Peeters, M. (2016). Inquiry-Based Science Education: Towards a Pedagogical Framework for Primary School Teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660>