
Ciencias naturales por indagación en primaria: Breves notas y dos propuestas prototípicas

Paula Tuzón

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, Facultat de Magisteri

Universitat de València, 46022 València, Spain

paula.tuzon@uv.es, www.uv.es/cueproject

Julio 2016



Ciència Universitat Escola
P R O J E C T

Índice

1 Ciencias por indagación en primaria: Qué y por qué	3
2 Qué son y cómo trabajar los procedimientos científicos	4
2.1 Lo primero: Qué concepto queremos aprender, qué fenómeno queremos estudiar	5
2.2 Observación	6
2.3 Hipótesis	7
2.4 Predicción	8
2.5 Investigación	8
2.6 Conclusiones	9
2.7 Comunicación	9
3 Dos propuestas didácticas prototípicas	9
3.1 Calor y temperatura (cursos superiores)	9
3.2 Calor y temperatura (cursos inferiores)	13
4 Comentarios finales	15
5 Referencias	16



1 Ciencias por indagación en primaria: Qué y por qué

Los estudios recientes (y los no tan recientes) en didáctica de las ciencias convergen en la idea de que en la educación primaria debe trabajarse la enseñanza de las ciencias naturales por indagación. Pero, ¿qué significa esto? ¿Hacer experimentos? ¿Darles a los alumnos libertad para que hagan una búsqueda bibliográfica sobre un tema que luego expondrán en clase? ¿Que aprendan por descubrimiento ante un reto que se les plantee? No exactamente...

Aprender ciencia por indagación es llegar a la comprensión de uno o varios conceptos del temario a través de la investigación (en el sentido científico) guiada, tal y como se haría en un grupo de trabajo de científicos en la vida real (entendamos por “real” la vida fuera del contexto académico).

En la escuela queremos reproducir ese proceso. ¿Y cuál es? ¿Cuál es la actividad científica? ¿Qué hacen los científicos a la hora de estudiar un fenómeno? Muchos especialistas en didáctica de las ciencias rechazan la palabra “método” por considerarla cerrada y lineal, como si siguiendo una serie de pasos equidistantes se consiguiera de manera infalible la respuesta deseada. Esto no representa la actividad científica real, y queremos remarcar que cuando en este documento nos referimos al “método científico”, hablamos de un proceso abierto mediante el cual obtenemos una respuesta (sea positiva, negativa o no concluyente) basada en pruebas fiables y siempre teniendo en cuenta las limitaciones de nuestro estudio. En ese proceso se dan una serie de etapas básicas:

Observación
Hipótesis
Predicciones
Investigación
Conclusiones
Comunicación

No vamos a entrar en la descripción sistemática de cada una de estas etapas, lo haremos en el siguiente apartado y bajo una perspectiva académica: ¿Qué son académicamente estas etapas y cómo las podemos trabajar en nuestras aulas? ¿Qué relación hay entre ellas? ¿Se



pueden trabajar todas de la misma manera en todos los cursos? ¿Cuánto tiempo nos lleva?
¿Se puede hacer?

Antes de entrar de lleno en el tema, queremos hacer una breve reflexión de por qué han de enseñarse las ciencias por indagación en educación primaria. Hay dos motivos principalmente: 1) Porque esta manera de enseñar las ciencias naturales es coherente con lo que son las ciencias naturales. Existe una tendencia a reducir la enseñanza de las ciencias a los resultados, las conclusiones, mientras que éstas son sólo una de las etapas del proceso de producción científica. Las ciencias no son un conjunto de verdades cerradas o preceptos que “hay que aprender”, la ciencia es una manera de llegar al conocimiento de un determinado fenómeno. Esa manera es el método científico. Si no lo enseñamos en nuestras aulas, no estaremos enseñando ciencia, estaremos enseñando otra cosa. 2) Porque aprender procedimientos científicos es clave en una etapa educativa como es la educación primaria, donde el aprendizaje procedimental o instrumental marca el desarrollo de los cursos. La inclusión de las ciencias naturales como un elemento puramente proveedor de contenidos es algo que intenta superarse desde hace tiempo. La ciencia es procedimental y que los niños aprendan procedimientos científicos es clave para su educación. El conocimiento basado en pruebas, la emisión de hipótesis basada en observaciones sistemáticas, la comprobación de ideas que inicialmente contradicen nuestro sentido común, el uso de herramientas de medida, la invención de experimentos que sean capaces de demostrar de manera fiable una hipótesis, etcétera, son habilidades que cualquier sociedad basada en el conocimiento y la ciencia debe trabajar en la escuela.

2 Qué son y cómo trabajar los procedimientos científicos

Como hemos dicho en el apartado anterior, es importante que en las clases de ciencias se trabajen los contenidos a través de los procedimientos científicos, de manera que los niños no sólo aprendan sobre materia, energía, máquinas, medio ambiente, biodiversidad y salud, sino que además aprendan a observar, a emitir hipótesis, a hacer predicciones, a investigarlas, a extraer conclusiones y a utilizar las herramientas de comunicación formal en ciencias. Muchos



maestros creen que el problema principal para poder hacer esto es el currículum, cuando en realidad se refieren a los temarios (en ocasiones excesivamente extensos) que proponen las editoriales más comunes de los libros de texto. El currículum de primaria es lo suficientemente laxo como para dar cabida a la indagación. Hay otra serie de limitaciones que tendremos que analizar con cuidado, como la distribución y cantidad de horas destinadas a la materia.

A continuación presentamos unas orientaciones rápidas sobre cómo trabajar las distintas etapas de la indagación en nuestras aulas.

2.1 Lo primero: Qué concepto queremos aprender, qué fenómeno queremos estudiar

Es muy importante remarcar que la propuesta de aprendizaje por indagación se basa en un aprendizaje guiado. No se trata de que, si vamos a estudiar el sonido, dejemos “libres” a los alumnos para que hagan lo que quieran con los instrumentos musicales. La fase de manipulación libre es útil pero como una de las etapas que vamos a trabajar y siempre con un objetivo explícito y orientaciones al respecto. En este sentido, el aprendizaje de las ciencias por indagación se contrapone a la idea de que el conocimiento se produce espontáneamente a partir de un enfoque puramente empírico. Hay una metodología de trabajo donde el maestro tiene claro el concepto que se va a trabajar. De la misma manera que tiene claras las ideas previas de los niños respecto a este tema.

Por tanto, el primer paso a la hora de plantear una propuesta por indagación es saber concretamente qué vamos a trabajar, qué concepto queremos probar o qué fenómeno queremos estudiar. Por ejemplo: El equilibrio térmico entre dos tipos de materiales (líquidos, sólidos o gases), la electricidad estática, la flotación de los cuerpos, los eclipses, el fenómeno del día y la noche, el rozamiento, de qué se alimentan los animales, qué necesitan las plantas para crecer, las funciones vitales de las plantas, etcétera.

Es importante que tracemos un hilo argumental de lo que esperamos que suceda en clase, a dónde queremos llegar, con qué hipótesis nos podemos encontrar, qué ideas son difíciles para los niños, cuáles se pueden trabajar y cuáles no. Y en este punto, es muy importante que los maestros mismos comprendamos el fenómeno natural en su completitud.



2.2 Observación

La primera de las etapas es la de observar el fenómeno que vamos a estudiar. Para ello, hay algunas cosas que debemos hacer:

- Presentar claramente el fenómeno a observar y lo que tienen que hacer los alumnos: Es útil utilizar una planilla con las preguntas que queremos que respondan (observación guiada). Si son niños de primero o segundo, es recomendable utilizar el recurso oral y no tanto el escrito. Tendemos a lanzar preguntas al vuelo, a viva voz: “Tenéis este fenómeno, ¿qué está pasando? ¿Podrías clasificar las distintas sustancias que intervienen? Etc.”. Es mucho mejor si esto está escrito, primero, porque para los alumnos será más fácil saber qué tienen que hacer, y segundo porque controla los tiempos, deja claramente un espacio para observar.
- Trabajar la clasificación y la agrupación: “¿En qué se parece esto a lo otro? ¿Y en qué se diferencia? ¿Cuántas sustancias hay? ¿Qué fases crees que hay en el fenómeno, qué las caracteriza?”, etc.
- Trabajar la observación ampliada (ayudadles a ver más de lo que ven ellos): “¿En qué otras cosas se parecen o diferencian? Piensa en los sonidos que emite, el olor, la masa, el color”, etc. Dadles pistas de otras perspectivas/variables relevantes que de entrada no sean fáciles de considerar.
- Trabajar la toma de notas o registro (les ayuda a ordenar sus observaciones y luego les favorecerá la emisión de hipótesis): “Pedidle a alguien de vuestro grupo que vaya anotando lo que observáis y que haga un dibujo esquemático de lo que sucede”, “Elaborad una lista con todas las agrupaciones que habéis hecho”, etc.
- Poner en común las observaciones. Es bueno que el maestro o la maestra las recoja (priorice, agrupe las que son iguales entre los grupos, ordene..., en voz alta o apuntando en la pizarra, quizás los portavoces de los grupos pueden ir diciéndolas según la maestra vaya preguntando, etc.).



En la fase de observación puede haber manipulación/experimentación libre. Recordad que lo que diferencia la manipulación/experimentación en esta fase de la de la fase de investigación, es que aquí el diseño experimental no está hecho por los alumnos para probar alguna hipótesis, sino para elaborar esa hipótesis.

Es importante no adelantarnos a dar respuestas correctas. Las hipótesis no tienen por qué ser correctas y no debemos mostrar predilección por las ideas que se muestran más cercanas a la explicación aceptada. Esto no quiere decir que cualquier hipótesis emitida por los niños tiene que ser aceptada, lo que debemos exigir es que esté correlacionada con las observaciones. Preguntar “¿en qué te basas, por qué piensas eso?”, es importante para que el propio niño filtre entre las ideas que surgen por otros motivos y las que surgen porque están en relación con lo que se acaba de observar.

2.3 Hipótesis

Trabajar la emisión de hipótesis a partir de dos tipos de preguntas: 1) ¿Por qué crees que sucede tal fenómeno? 2) ¿De qué variables/factores crees que depende? ¿Cuáles son los factores más relevantes que hacen que eso suceda y de qué manera influyen?

- Trabajar la toma de notas o registro: “Pedidle a un compañero que anote vuestras ideas...”. No recomendado para los cursos inferiores.
- Poner en común las hipótesis: Es importante que haya una discusión a nivel de clase. Recordad que no queremos llegar a las respuestas, pero sí podemos aprovechar para refinar las hipótesis. La maestra debe ir anotando las aportaciones y decirlas en voz alta, debe hacer un ejercicio de agrupación y jerarquización (las que son parecidas, relacionarlas, las que son contrarias, llamar la atención sobre ellas). Insisto, no se trata de adelantarse a sacar conclusiones o quedarse con las correctas, sino a ayudarles a situarse sobre ellas.

Es importante, tanto a la hora de hacerles preguntas para que emitan hipótesis como a la hora de ordenarlas con toda la clase, insistir en que deben estar correlacionadas con las observaciones que han hecho previamente. Este es el ejercicio fundamental. No se trata de



dar hipótesis o razones en base a lo que a cada alumno se le ocurra aleatoriamente. Aquí la tarea de la maestra es clave, si sale alguna hipótesis que no tiene relación aparente con las observaciones hay que someterla a crítica, “¿en qué te basas para decir esto? ¿Por qué crees que depende de esta variable? ¿Qué has observado que te invita a pensar eso?”.

2.4 Predicción

La predicción es una concreción de las hipótesis (“yo creo que el aire caliente ocupa más espacio que el frío; entonces, si inflo un globo y luego caliente el aire que tiene dentro, éste se hará más grande”). La predicción se puede trabajar junto con las hipótesis o como una etapa previa a la investigación, en cualquier caso, hay que invitarles a que las hagan: “Pon un ejemplo de caso concreto que pasará si tus hipótesis fueran ciertas...”. “¿Qué pasará si...?”.

2.5 Investigación

- Trabajar la planificación (sólo en cursos superiores): Invitar a los alumnos a que ordenen los pasos que tienen que dar para comprobar sus hipótesis. Después de esto, repartir tareas: quién toma nota de los resultados, quién hace el montaje, quién supervisa, etc.
- Trabajar el diseño de experimentos: “¿Qué podrías hacer para demostrar que...? ¿Cómo podrías ver que...? Con estos materiales, ¿cómo podrías demostrar que...?”. Este paso es clave para diferenciar y debatir lo que es una prueba fiable de lo que no lo es. Es imprescindible debatir cómo se a hacer la comprobación y acordar cuál es la mejor manera de hacerla.
- Trabajar el uso de herramientas o aparatos de medición: “¿Cómo podrías medir que...? ¿Qué tendrías que usar para comprobar que...?”. Las herramientas específicas deben estar al alcance.



2.6 Conclusiones

Trabajar la interpretación de los resultados y la discusión y trabajar la elaboración de conclusiones a la luz de los resultados. Recapitular la evolución de las ideas. Enlazar con otras ideas relacionadas que se hayan discutido en otros temas. Abrir nuevas perspectivas, ¿quedan preguntas por responder? ¿Nos asaltan dudas sobre las propias conclusiones?

2.7 Comunicación

Trabajar herramienta de comunicación formal: Gráfica, tabla, esquema, pequeño informe, pequeña presentación, póster... Hay que aprovechar para trabajar la comunicación formal de manera pausada e ir más allá de aquello de “decidle al resto de vuestros compañeros cuáles han sido vuestras conclusiones”. Hay que concretar qué herramienta de comunicación vamos a usar y dar consignas para realizarla (si es un informe, qué estructura y extensión debe tener, si es una breve presentación, cómo elaborarla, si es una gráfica, comparar las distintas gráficas y ver si presentar errores de formato, etc.).

3 Dos propuestas didácticas prototípicas

A continuación se presentan dos propuestas tipo sobre conceptos que se dan en el currículum de primaria, adaptadas a cursos superiores y a cursos inferiores. Conviene recordar que se presenta el esqueleto de la propuesta, el hilo argumental, que puede completarse con actividades de contexto y motivación. En cursiva se dan los comentarios para el maestro. Sin cursiva lo que se presenta a los alumnos.

3.1 Calor y temperatura (cursos superiores)

Concepto a trabajar: La transferencia de calor entre los cuerpos, temperatura de equilibrio. Los alumnos trabajan en grupos de 4 ó 5.

Actividad 1: Tenéis varios objetos o materiales encima de la mesa (cada grupo se agrupa alrededor de la misma mesa): un hielo, un tenedor, un trozo de madera, un vaso de agua



caliente. ¿Qué pasa si mantenéis estos objetos en vuestras manos un tiempo? ¿Vuestras manos cambian su temperatura? ¿Y los objetos? Rellenad la siguiente tabla atendiendo a lo que sucede:

Objeto	¿Qué le ha pasado a mi mano?	¿Qué le ha pasado al objeto?
Hielo pequeño		
Hielo grande		
Tenedor		
Madera		
Vaso de agua a temperatura ambiente		
Vaso de agua caliente		

Clasificad los objetos según han cambiado más la temperatura de mi mano.

Actividad 2: Escoged ahora dos objetos o materiales más que se encuentren en el aula, y completad la tabla de actividad anterior.

Actividad 3: Después de vuestras observaciones, ¿de qué creéis que depende que un



objeto se enfríe o se caliente? ¿Qué influye?

En esta discusión es importante que aparezca una razón encima de la mesa, que es la de que para que un objeto cambie su temperatura necesita estar en contacto con otro (otro material). No es este el objetivo de la investigación, pero sí un punto de partida que, si no aparece, debemos motivar que aparezca. A partir de ahí, prosiguen las preguntas para elaborar hipótesis.

¿De qué otros factores creéis que depende que un objeto se enfríe o se caliente? ¿Cómo influyen esos factores? Haced una lista con los factores que pueden influir para que un objeto se enfríe o se caliente y cuáles influyen más o menos y de qué manera.

En esta actividad se pretende que cada grupo elabore una pequeña de lista de los factores que intervienen en el proceso de transferencia de calor: diferencia de temperatura entre los objetos, tamaño del objeto, temperatura inicial, tiempo de contacto y otros que puedan aparecer. Al poner en común las hipótesis, es importante hacer un ejercicio de concreción y priorizar qué vamos a investigar primero. Hipótesis 1. Un cuerpo variará de temperatura si se pone en contacto con otro que está a diferente temperatura. ¿Pero hasta cuándo variará? ¿O a qué temperatura llegará? De aquí pueden salir nuevas ideas: "Hasta que se igualen en temperatura" o "se alcanzará una temperatura intermedia". Hipótesis 2. Si el objeto más grande es el más frío, éste se calentará menos que si fuera más pequeño. Es decir, el tamaño relativo entre los objetos o materiales también influye.

Cuando hay varias hipótesis encima de la mesa, si los niños están poco habituados a la investigación o son muy pequeños, es importante que sólo se investigue una. Si la clase está habituada a indagar, se pueden investigar todas a la vez, distribuyéndolas por grupos, por ejemplo.

Actividad 4: Si la hipótesis 1 fuera cierta, pensad en una situación real donde ésta se tenga que cumplir.



Es importante que los niños concreten las hipótesis en predicciones. Constituyen además una antesala a la etapa de investigación. “Si la hipótesis 1 es cierta, entonces, al poner mezclar agua a diferente temperatura, la mezcla llegará a una temperatura intermedia, la más fría se calentará y la más caliente se enfriará”. Pueden surgir otras.

Actividad 5: Con estos ingredientes (vasos de plástico, agua caliente y agua fría, regla, termómetro, rotuladores, metro), ¿cómo podríais comprobar que dos cuerpos que están a diferente temperatura, al ponerse en contacto o mezclarse, llegan a una temperatura intermedia?

En la fase de investigación tiene que haber un debate previo por parte de los grupos sobre cuál va a ser el plan de trabajo, qué pasos van a seguir para investigar. Luego se tiene que poner en común con toda la clase y decidir cuál es la mejor manera. Por ejemplo, seguro que la primera idea es juntar los dos líquidos en un vaso. Pero hay algunas cuestiones a considerar que, si no las consideran los alumnos, el maestro las debe poner encima de la mesa: ¿Debemos poner la misma cantidad de agua caliente y fría o saldrá la misma temperatura intermedia independientemente de las cantidades? Como no estamos midiendo la influencia del tamaño o cantidad, en principio deberíamos tener cuidado con poner exactamente la misma cantidad. ¿Cómo influye el tiempo? ¿Cuánto tiempo he de esperar para averiguar la temperatura “intermedia”? Los alumnos deben decidir a partir de cuándo consideran que el sistema es estable; de la misma manera, deben decidir cómo van a medir las cantidades de agua y las temperaturas, quién lo va a anotar, si van a repetir el proceso varias veces o probar distintas cantidades de agua, es decir, que siempre haya la misma cantidad de fría que de caliente pero medir la temperatura intermedia con de litro una vez y otra con litro. Etcétera. Una vez decidido, se procede a la investigación.

Actividad 6: A la luz de los resultados, ¿llegan los cuerpos a una temperatura intermedia? ¿Es la misma siempre? ¿Cuál era la temperatura inicial de los cuerpos? ¿Dónde queda



esta temperatura intermedia?

Actividad 7: Elaborad una gráfica donde se represente la evolución de la temperatura de la mezcla de las dos aguas hasta llegar a la temperatura de equilibrio.

Posibles extensiones:

- En este caso, es relativamente fácil y conveniente probar la hipótesis 2, es decir, probar cómo varían las temperaturas intermedias en el caso de que haya distinta cantidad de agua fría que de agua caliente. Es fácil ver cómo influye la cantidad si se cogen diferencias de cantidades sencillas, por ejemplo: el doble de caliente que de fría, etc.
- Distintos tipos de líquidos, no agua con agua, sino agua con fanta o agua con café, a distintas temperaturas. Mismas cantidades. Aquí se pone encima de la mesa la distinta capacidad que tienen los cuerpos de absorber o emitir calor (capacidad calorífica). Si siempre se usa el agua como referente, se puede medir la capacidad calorífica que tienen las sustancias frente al agua (se puede elaborar una escala).
- Se puede hacer lo mismo pero con sólidos. La ventaja de los sólidos es que como no hay mezcla, se puede ir midiendo la temperatura individual de cada uno, se ve cómo el caliente se enfría y el frío se calienta.

3.2 Calor y temperatura (cursos inferiores)

Concepto a trabajar: Calor y temperatura. Transferencia de calor. Cambios de estado.

Los alumnos trabajan en grupos de 4 ó 5.

En el centro de la clase hay un iceberg construido a base de poliestireno (de empaquetar materiales como televisores u otras cosas). La clase se encuentra oscura y a baja temperatura. Hay cubitos de hielo en las ranuras del iceberg, es decir, entre el poliestireno, medio escondidos. Se les da a los grupos de niños cubitos de hielo (otros diferentes de los del



iceberg) en recipientes y se les pide que los exploren.

Actividad 1: Describid vuestros cubitos de hielo. Observad qué les pasa si los cogéis y los ponéis en distintos sitios o los tocáis.

Se deben poner en común las observaciones. ¿Estaba frío? ¿Estaba mojado? ¿Se derretía? ¿Era resbaladizo?

Actividad 2: Fijaos que algunos de vuestros cubitos han empezado a derretirse rápidamente, pero los que están en el iceberg no, ¿de qué depende que un cubito de hielo se derrita antes o después?

Pueden surgir varias ideas, como que los cubitos del iceberg están en contacto entre sí. Algún niño puede decir que el poliestireno los aísla, pero es muy raro y lo normal es que el resto no lo entienda. Es normal que los niños empiecen a debatir sobre distintos efectos que pueden hacer que el hielo se derrita más lentamente, como la temperatura del aire, o el material sobre el que se pone.

Actividad 3: ¿Cómo podríamos comprobar dónde se derrite más lentamente el hielo?

Aquí debe haber un debate sobre cómo hacer una prueba fiable. La idea es poner los cubitos de hielo en distintos lugares de la clase, pero para comparar cuánto tardan en derretirse todos han de tener un tamaño parecido y estar el mismo tiempo de exposición. Es importante que los niños lleguen a esto.

Es bueno dejar a los grupos que se desplacen por la clase en busca de los mejores sitios. También hay que dar ingredientes a los niños, platos de plásticos, toallas o plástico para envolver, que les sugieran ideas para poner el hielo de una manera o de otra. Después de un primer "tiempo de exposición" hay que debatir los resultados y si se han usado diferentes



materiales (toalla y plato de plástico, por ejemplo) para reposar los cubitos, han que analizar la influencia de esta variable (el material sobre el que el hielo reposa). De la misma manera, si hay quien ha envuelto el hielo, lo mismo. Se repite de nuevo el tiempo de exposición comprobando el efecto de los materiales y el de tenerlos envueltos o simplemente reposando sobre el material (toalla).

Actividad 4: A la luz de los resultados, ¿qué hace que un cubito se derrita antes o después?

La idea de contacto con otro material y de aislamiento debe haberse comprobado.

Actividad 5: Haced un pequeño informe oral resumiendo lo que pensabais al principio, los resultados y las conclusiones finales.

4 Comentarios finales

Este documento no pretende ser una guía completa sobre cómo elaborar propuestas didácticas en ciencias basadas en la indagación para educación primaria, sino unas breves notas que resumen las indicaciones de muchos estudios en didáctica.

Las dos propuestas prototípicas muestran un esquema inicial de lo que sería una propuesta didáctica; pero para estar completas, deberían contar con textos de apoyo u otro tipo de material complementario y actividades de contextualización y motivación. En estas propuestas prototípicas se puede observar el hilo argumental que avanza por las distintas etapas del método científico.

La enseñanza de las ciencias por indagación tiene como elemento clave que los niños son los que deben sugerir el experimento o la prueba que, de manera fiable, va a contrastar sus propias hipótesis; por contraposición a otro tipo de recursos que a menudo se utilizan en las aulas como la mera ejecución de una serie de pasos para reproducir un experimento



que muestra parte del contenido previamente aprendido. En la indagación el “contenido aprendido” se discute después de las pruebas. De la misma manera, es importante alejarse de una visión puramente empirista, siempre partimos de un conocimiento previo y hay que establecer una constante relación con los distintos puntos del currículum a nivel de conceptos, el hilo argumental debe estar claro.

Es importante no identificar la fase de indagación o investigación con la búsqueda de información en Internet u otras fuentes. La búsqueda bibliográfica es un recurso necesario pero no es a lo que se refiere la investigación científica en el contexto académico.

Lo que diferencia las propuestas didácticas de distintos niveles de educación primaria son los contenidos, las ideas de los niños en las distintas edades y qué procedimientos científicos y de qué manera se pueden trabajar en cada edad. Típicamente, en cursos superiores, los alumnos son capaces de planificar una investigación hasta el final; mientras que en cursos inferiores, es prioritario trabajar la observación y la emisión de hipótesis, con propuestas de investigación más guiadas por el maestro. Para una revisión más profunda a este respecto se recomienda consultar el libro *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias* (Harlen W., 1998).

5 Referencias

Harlen, W., Qualter, A. (2009). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London: David Fulton.

Minner, D. D., Levy, A. J., Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.



Harlen, W. (1998). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Madrid: MEC/Morata.

Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985). Children's Ideas in Science. McGraw-Hill Education. Buckingham: Open University Press.

Pérez, D. G. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 1(1), 26–33.

SPACE (Science Processes and Concepts Exploration) Research Reports (1990-1992), Liverpool: Liverpool University Press.