Prácticas de laboratorio en secundaria: qué dice la investigación

Una revisión de 39 estudios sobre cómo sacarles partido

Título original	A systematic review of research on laboratory work in secondary school (en español: «Revisión sistemática de la investigación sobre el trabajo de laboratorio en secundaria»; traducción propia)
Autoría	Niklas Gericke (Univ. de Karlstad), Per Högström (Univ. de Halmstad) y Johan Wallin (Instituto Sueco de Investigación Educativa)
Año y revista	2023, *Studies in Science Education*, vol. 59, n.º 2, pp. 245–285 (publicado en línea en junio de 2022). Acceso abierto, licencia CC BY 4.0
País o países	Autoría sueca. Los estudios revisados proceden de Asia, Europa, Norteamérica y Oceanía (10 de los 39, de EE. UU.)
Tipo de estudio	Revisión sistemática de métodos mixtos (reúne estudios cuantitativos y cualitativos)
Muestra	39 estudios publicados entre 1996 y 2019, seleccionados entre 11.771; alumnado de unos 12 a 19 años; biología, física y química a partes parecidas
DOI	10.1080/03057267.2022.2090125



Portada del número que incluye el artículo: *Studies in Science Education*, vol. 59, n.º 2 (sept. 2023). © Routledge, Taylor & Francis

1 La idea en pocas líneas

Casi todo el profesorado de ciencias hace prácticas de laboratorio, pero no siempre sabe qué tipo de práctica funciona mejor ni cuánta ayuda necesita el alumnado. Esta revisión recoge lo que la investigación de los últimos 25 años puede decir al respecto, a partir de las preguntas que plantearon docentes y equipos directivos suecos. Su respuesta es matizada: no hay una fórmula única, la **indagación guiada** suele ser la mejor opción y lo decisivo es que el alumnado **conecte los datos que recoge con los conceptos que se quieren aprender**.

2 Qué se hizo

11.771	39	1996–2019
trabajos revisados	estudios incluidos en el análisis	años de publicación de los estudios

Los autores empezaron reuniendo a unos cien docentes y directivos en grupos de discusión para decidir qué querían saber. Después buscaron en siete bases de datos, en diciembre de 2018 y febrero de 2019, y revisaron 11.771 trabajos. Se quedaron con 39 que cumplían condiciones estrictas: prácticas en las que el alumnado manipula u observa material real y recoge sus propios datos, en horario lectivo y con su docente habitual. Dejaron fuera las simulaciones puras, las actividades extraescolares y los estudios centrados solo en la motivación, y exigieron que los estudios que medían efectos compararan al menos dos grupos.

Para ordenar lo encontrado usaron tres criterios. El primero distingue si la práctica busca aprender ciencia, es decir, conceptos, o aprender a hacer ciencia, es decir, destrezas de indagación. El segundo reparte el trabajo científico en cuatro fases: preguntar y planificar, recoger datos, analizar e interpretar, y argumentar y comunicar. El tercero atiende al nivel de indagación, según quién decida la pregunta, el método y la conclusión: en la

indagación **confirmatoria** lo decide todo el docente y el resultado se conoce de antemano, en la **guiada** el docente aporta la pregunta y el alumnado diseña la investigación y explica los resultados, y en la **abierta** decide todo el alumnado.

Quién decide qué: tres niveles de indagación

	Pregunta	Método	Conclusión
Confirmatoria	Docente	Docente	Docente
Guiada	Docente	Alumnado	Alumnado
Abierta	Alumnado	Alumnado	Alumnado

Elaboración propia a partir de Banchi y Bell (2008), según lo recoge la revisión.

3 Qué se encontró

Guiada mejor que confirmatoria
Para aprender conceptos, la indagación guiada ofrece mejores oportunidades, si se aplica como se diseñó.

Abierta, la más exigente
Requiere preparación y tiempo. Con poco tiempo, una confirmatoria bien planteada es razonable.

Escribir durante la práctica
Integrar la escritura y trabajar en grupo ayuda a unir los datos con los conceptos.

En cuanto al aprendizaje de conceptos, **la práctica puede ayudar, pero no es automático.** Con frecuencia el alumnado se centra en manejar el material y **no percibe para qué se hace la práctica** ni con qué contenido se relaciona, y las prácticas más habituales son de tipo confirmatorio. **La indagación guiada ofrece mejores oportunidades de aprendizaje que la confirmatoria,** sobre todo cuando el docente responde a las dudas con contrapreguntas que devuelven al alumnado al contenido. **Eso sí, solo si se aplica como se diseñó:** un estudio con unos 1.700 estudiantes observó que, cuando no se seguía bien la estrategia, los resultados podían ser peores que con la confirmatoria.

La indagación abierta resulta más difícil cuando el objetivo es aprender contenidos, porque puede sobrecargar al alumnado, repartir mal el trabajo en el grupo y, en un estudio, favoreció más a los chicos que a las chicas. Si hay poco tiempo o el contenido es acotado, **una práctica confirmatoria bien planteada puede ser perfectamente adecuada.** También ayuda **escribir durante la práctica, y no solo en el informe final:** herramientas como el *Science Writing Heuristic* o la *Argument-Driven Inquiry* mejoraron los resultados porque obligan a unir los datos propios con el conocimiento establecido. Y **trabajar en parejas o en grupo, con tutoría entre iguales, funcionó mejor que hacerlo en solitario.**

En cuanto a aprender a hacer ciencia, cada fase tiene sus dificultades. **Formular preguntas investigables cuesta,** y ayuda enseñar tipos de preguntas (comparativas, explicativas, descriptivas, predictivas) y practicar de forma repetida; lo mismo ocurre con el **control de variables**, y quien lo entiende planifica y ejecuta mejor. A la hora de recoger datos, **pasar de la teoría al manejo real del material no es sencillo:** las instrucciones que integran texto e imágenes ayudan, los sensores pueden mejorar la medición siempre que la atención no se desvíe al aparato, y un exceso de énfasis en la seguridad puede tapar el resto de objetivos.

Al interpretar los datos, el alumnado **tiende a ver lo que esperaba ver**, lo que se conoce como sesgo de confirmación, y a ignorar los datos que no encajan. Interpreta mejor las relaciones sencillas y positivas, así que conviene introducir poco a poco datos más complejos o inesperados, y sin apoyo del docente a menudo se

queda en describir. Por último, pasar de hablar a escribir en lenguaje científico resulta difícil, y comunicar los resultados a alguien distinto del docente puede mejorar la calidad de las conclusiones.

Los autores proponen además ver los niveles de indagación como **una *matriz* y no como una escalera:** no hace falta pasar por todos los escalones, y se puede abrir solo una parte de la práctica, por ejemplo que el alumnado plantee la pregunta y planifique mientras el resto sigue guiado. Las prácticas más abiertas requieren muchas sesiones y preparación previa, y parecen funcionar mejor en los cursos superiores.

4 Conexión con la realidad educativa española

La revisión no analiza el sistema español y, por su criterio de selección (inglés y lenguas escandinavas), no incluye estudios en español. Aun así, su marco encaja muy bien con el currículo asturiano. En ESO, el Decreto 59/2022 dedica a Biología y Geología una competencia específica a planificar y desarrollar proyectos de investigación (la 3), cuyos criterios piden plantear preguntas e hipótesis, diseñar la experimentación y la toma de datos, realizar experimentos, interpretar resultados y cooperar: son, casi punto por punto, las fases que usa la revisión. En Física y Química, la competencia específica 2 pide expresar las observaciones en forma de preguntas, formular hipótesis y comprobarlas mediante experimentación, indagación y búsqueda de evidencias, y la 3 incluye el uso seguro del laboratorio.

En Bachillerato, el Decreto 60/2022 recoge en Física y Química una competencia específica similar (la 2, centrada en formular preguntas e hipótesis y validarlas) y, en las orientaciones de la materia, indica que las situaciones de aprendizaje pueden plantearse en el laboratorio concebidas como investigaciones, por sencillas que sean. Conviene recordar que el currículo señala *qué* competencias trabajar, no *cómo*: no fija el nivel de indagación de cada práctica, y ahí es donde la revisión puede ayudar a tomar decisiones.

El contexto es en parte comparable, con aulas ordinarias, horario lectivo y docentes que no son personal investigador. Pero hay diferencias que el artículo no resuelve y que conviene tener presentes: las ratios de alumnado, la disponibilidad de laboratorio y de desdobles, las horas semanales de ciencias (en 3.º de ESO, por ejemplo, Física y Química y Biología y Geología tienen dos sesiones semanales cada una según el horario del decreto) y el peso de la PAU en 2.º de Bachillerato, que puede empujar hacia prácticas más cerradas y rápidas. Son justamente las condiciones que, según la revisión, determinan qué nivel de indagación es viable.

5 Implicaciones prácticas

Hay cosas que se pueden aplicar de inmediato en el aula. Conviene decir al alumnado, al empezar y al terminar, **para qué** se hace la práctica y qué concepto o destreza trabaja; responder con contrapreguntas («¿qué esperabas?», «¿cómo lo explica lo que vimos en clase?») en lugar de dar la respuesta; preparar antes de la sesión tanto el contenido como la técnica que se va a usar, y repasarlo al terminar; e integrar la escritura durante la práctica, con registro de datos y formulación de afirmaciones con su evidencia, en vez de dejarla solo para el informe. También ayuda trabajar en parejas o grupos con roles que rotan, incluir resultados imperfectos o que no encajan y comentarlos abiertamente, usar instrucciones con texto y esquemas, y elegir qué parte de la práctica se abre (la pregunta, el diseño o la interpretación) manteniendo guiado el resto.

Otras medidas requieren coordinación del centro o apoyo de la administración. Lo más importante es acordar en el departamento y en la CCP una **progresión** a lo largo de los cursos para formular preguntas y controlar variables, porque la revisión muestra que el alumnado transfiere con dificultad lo aprendido de una práctica a otra. Las indagaciones guiadas y abiertas son más lentas, así que necesitan tiempo y organización, como desdobles o sesiones dobles. Hace falta además formación del profesorado para guiar sin dar la respuesta, algo que la literatura señala como difícil, y criterios para evaluar las prácticas más allá del informe final, un problema que los autores reconocen abierto y para el que sus estudios no aportan soluciones. Por último, el equipamiento, como sensores o recursos digitales, solo aporta si se usa con un propósito didáctico claro.

6 Cautelas y límites

Esta revisión no es un metaanálisis: no calcula tamaños de efecto ni dice cuánto mejora cada enfoque, y los autores no graduaron un nivel de confianza global. Los 39 estudios son muy distintos entre sí; muchos son cualitativos o con muestras pequeñas, de decenas de estudiantes, y pocos son experimentos aleatorizados. Solo cinco comparan directamente niveles de indagación, de modo que la conclusión sobre la indagación guiada descansa en pocos trabajos, reforzados por la literatura previa.

Tampoco permite afirmar que el laboratorio sea mejor que otras estrategias: algunos estudios hallaron resultados parecidos con alternativas como mapas conceptuales o tareas de lápiz y papel. Se excluyeron simulaciones, actividades fuera del aula, alumnado con necesidades especiales y estudiantes de segunda lengua, por lo que las conclusiones no se pueden extender a esos casos. Los propios autores señalan el riesgo de sesgo de publicación, porque los resultados negativos se publican menos, y reconocen que construyeron sus conclusiones mediante una interpretación del conjunto de estudios. Muchas de las recomendaciones prácticas son, por tanto, interpretaciones razonables de los autores y no resultados medidos de forma directa.

Para profundizar

CONCEPTOS CLAVE

Indagación confirmatoria, guiada y abierta: tres niveles según quién decida la pregunta, el método y la conclusión (Banchi y Bell, 2008). **Prácticas científicas:** las acciones propias del trabajo científico, como preguntar, planificar, interpretar datos y argumentar (National Research Council, 2012). **Control de variables:** cambiar un solo factor cada vez para que la comparación sea válida. **Sesgo de confirmación:** tendencia a ver y recordar lo que encaja con lo que ya creíamos. **Science Writing Heuristic** y **Argument-Driven Inquiry:** dos propuestas que integran la escritura en la práctica.

LECTURAS RELACIONADAS

El artículo cita otras revisiones: Furtak et al. (2012), Lazonder y Harmsen (2016), Akuma y Callaghan (2019) y Hofstein y Lunetta (2004). También remite a una versión para docentes en sueco: Skolforskningsinstitutet (2020), *Laborationer i naturvetenskapsundervisningen*.

Artículo completo en acceso abierto

El artículo está publicado en acceso abierto con licencia CC BY 4.0, de modo que puedes leerlo y descargarlo gratis en https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125

REFERENCIA

Gericke, N., Högström, P. y Wallin, J. (2023). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education, 59*(2), 245–285. https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125