

Las prácticas experimentales sobre magnetismo en libros de texto de educación secundaria básica

Experimental practices on magnetism in textbooks of basic secondary education

Erica Gabriela Zorrilla^{1,2}, Carla Inés Maturano¹ y Carina Alejandra Rudolph¹

¹Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, Av. I. de La Roza 230 oeste, Capital, CP 5400, San Juan, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Godoy Cruz 2290, CP C1425FQB, CABA, Argentina.

*E-mail: ezorrilla@ffha.unsj.edu.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar las prácticas experimentales en libros de texto de educación secundaria básica de Argentina relacionadas con los fenómenos magnéticos y electromagnéticos. Examinamos, desde un abordaje cualitativo, su inserción en cada libro, el tratamiento de los contenidos disciplinares y las características intrínsecas relacionadas con su apertura. Los criterios de análisis construidos se centran en aspectos didácticos y disciplinares. Hemos encontrado diferencias significativas en las prácticas experimentales incluidas en los libros de la muestra que se relacionan con el lugar de inserción en el libro y de abordaje en relación con los contenidos teóricos, y con sus características de apertura, lo cual podría ayudar al docente en el proceso de selección de las prácticas experimentales.

Palabras clave: Prácticas experimentales; Libros de texto; Fenómenos magnéticos; Fenómenos electromagnéticos.

Abstract

The objective of this work is to analyze the experimental practices in secondary basic education textbooks of Argentina related to magnetic and electromagnetic phenomena. We examine, from a qualitative approach, their insertion in each book, the treatment of the disciplinary contents and the intrinsic characteristics in connection to their openness. The analysis criteria constructed focus on didactic and disciplinary aspects. We have found significant differences in the experimental practices included in the sample books that are related to the place of insertion in the book and the approach in relation to the theoretical contents, and to their openness characteristics, which could help the teacher in the selection process of the experimental practices.

Keywords: Experimental practices; Textbooks; Magnetic phenomena; Electromagnetic phenomena.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las características de la física como disciplina científica es la de ser una ciencia experimental. Por esta razón, la realización y análisis de experimentos resulta fundamental e imprescindible para la construcción del conocimiento escolar (Ruiz y Ramírez, 2015; Cardona, 2018).

En Argentina, los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) del Ciclo Básico de la Educación Secundaria proponen generar situaciones de enseñanza que promuevan en los estudiantes la realización de diseños y actividades experimentales adecuados a la edad y al contexto para cada uno de los ejes (Ministerio de Educación, 2011). Gran parte de las actividades de laboratorio propuestas para enseñar ciencias provienen de las hojas de trabajo de los equipos experimentales y de los libros de texto (Malik y otros, 2020), de ahí la importancia de analizar estos materiales puesto que

muchas veces tratan temas generales de la naturaleza sin considerar los factores contextuales de la escuela y se estructuran como recetas de cocina o verificación que solo entrenan y desarrollan habilidades de experimentación más que habilidades de pensamiento. Al mismo tiempo, aunque los experimentos propuestos en los libros de texto no son la única forma de acercar a los estudiantes a los fenómenos, la sustitución de la experimentación por el uso de recursos tecnológicos, como una filmación por ejemplo, haría perder posibilidades relacionadas con vivenciar y apreciar las características, dificultades y emociones que encierra el trabajo científico escolar (García, Martínez y Rivadulla, 2021), lo cual fundamenta la necesidad e importancia de incluir prácticas experimentales en el aula.

Ocelli y Valeiras (2013) sistematizaron los principales aportes de investigaciones sobre los libros de texto (LT) de ciencias examinando publicaciones en trece revistas científicas del área. A partir del análisis de las actividades propuestas en los LT, concluyeron que predominan los estudios sobre situaciones problemáticas. Más recientemente, Zang, Giacosa y Chrobak (2019) analizaron numerosas publicaciones periódicas que también tienen a los libros de texto de ciencias como objeto de estudio en ocho revistas de educación y enseñanza de las ciencias de acceso libre en el periodo de tiempo 2007-2018. Solo hallaron una investigación acerca de las prácticas experimentales en LT de física, centrada en la comparación de ediciones de diferentes épocas de LT escritos para la educación secundaria en Brasil, realizada por Reis y Martins (2016). La misma se focaliza en la cantidad de actividades experimentales, la evolución de dicha cantidad en las sucesivas ediciones y la distribución para diversos temas de física.

Considerando que la experimentación es una actividad muy importante en el aprendizaje de la física y que los libros de texto (LT) incluyen propuestas específicas para su desarrollo que no han sido estudiadas en detalle por los investigadores del área, el objetivo de este trabajo es analizar las prácticas experimentales (PE) propuestas en libros de texto de educación secundaria básica de Argentina, relacionadas con algunos temas de física del diseño curricular para su abordaje en este nivel educativo.

II. MARCO TEÓRICO

Pueden considerarse como PE todas aquellas actividades experimentales diseñadas para ser realizadas por los estudiantes con un grado variable de participación tanto en su diseño como en su ejecución, que buscan promover la comprensión de un sistema explicativo sobre un hecho o fenómeno (Fernández y Amórtegui, 2017; Zorrilla, 2019). También son llamadas trabajos prácticos de laboratorio (TPL) o prácticas de laboratorio. Desde la perspectiva de la Lingüística Sistémico-Funcional (Martin y Rose, 2008), los textos que se leen y escriben en ciencias responden a diferentes géneros (configuraciones de significado con un propósito social). Las PE se asocian al género "*Procedimiento de experimento*" cuya función es posibilitar que se lleve a cabo un experimento mediante la enunciación del objetivo, la lista de materiales y equipamiento, y una serie de pasos.

A las PE se les atribuyen múltiples beneficios, presentándolas como método motivador para favorecer el aprendizaje de contenidos no solamente conceptuales y procedimentales sino también actitudinales, relacionados con la creación de hábitos de trabajo y como un factor asociado a la construcción de la confianza en los estudiantes en la capacidad para resolver problemas, entre otras contribuciones (Merino y Herrero, 2007; Walz, Weisz y Albarenque, 2013). El momento del proceso de aprendizaje en que se incluyen las PE y su diseño pueden asociarse a diferentes modelos didácticos. Desde una perspectiva más tradicional de la enseñanza de las ciencias, las actividades propuestas en los LT tienen por objeto ilustrar o comprobar la teoría previamente explicada por lo que ocupan una posición eminentemente terminal (Martínez y García, 2003) y en la realidad áulica suelen diseñarse como un procedimiento tipo receta de cocina donde su desarrollo está completamente estructurado y se le otorga poca importancia a la interpretación de los resultados (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006; Flores, Caballero y Moreira, 2009). Sin embargo, desde una perspectiva constructivista se considera que la realización de actividades se da en las distintas fases de la secuencia didáctica con distintas finalidades (Martínez y García, 2003) y con un diseño similar al de prácticas de investigación científica (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006).

Debido a la variedad de características que pueden presentar las PE, se vuelve necesario contar con criterios que permitan clasificarlas. Para esto, resulta útil considerar la apertura de las PE como la proporción en la que se facilitan los problemas, las maneras y medios para afrontar esos problemas y la respuesta a los mismos (Schwab, 1962). Algunos autores consideran este criterio para analizar las PE (Priestley, 1997; Petrucci, Ure y Salomone, 2006; Zorrilla, 2019), ya que se constituye como una dimensión de análisis que permite clasificarlas según el grado de participación de los estudiantes no solo durante la realización, sino también en el diseño de las mismas. Cabe destacar que el análisis de la apertura de las prácticas se constituye como una dimensión continua, donde una PE puede situarse en algún punto entre dos extremos. De manera general, en un extremo encontramos las PE que poseen menor apertura, en los cuales la participación de los estudiantes será reducida, ya que tendrán explicitados previamente los objetivos de logro, los materiales necesarios y una serie de procedimientos para alcanzar una conclusión predeterminada. En el

otro extremo, están aquellas PE con mayor apertura, que logran aumentar la participación de los estudiantes al permitirles tomar decisiones acerca de los procedimientos a seguir y los materiales a usar para dar respuestas, a través de la experimentación, a situaciones problemáticas de su interés.

III.METODOLOGÍA

Esta es una investigación de carácter cualitativo en la que analizamos PE referidas a un tema específico de física incluidas en LT de la educación secundaria argentina. Si bien, las PE no se reducen a la manipulación de elementos, materiales de un laboratorio u objetos de uso cotidiano, en este estudio consideraremos solamente aquellas que involucran su utilización. Dichas prácticas se presentan para su realización por parte del estudiante en el laboratorio, en el aula o en el hogar. La muestra no incluye propuestas cuya realización implique el uso exclusivo de simulaciones, aunque las mismas se hubieran presentado como actividades de laboratorio virtual.

Los temas específicos de física seleccionados se centran en contenidos referidos a Magnetismo y Electromagnetismo. Los mismos se relacionan con los siguientes saberes mencionados en los NAP que proponen abordar: “*la introducción a la noción de campo de fuerzas como una zona del espacio donde se manifiestan interacciones de diferente naturaleza, utilizando ejemplos gravitatorios, eléctricos y magnéticos*” y “*el análisis de experiencias donde aparecen interrelaciones eléctricas y magnéticas, por ejemplo con un electroimán*” (Ministerio de Educación, 2011, p. 17).

La muestra está constituida por veintiuna PE incluidas en cinco LT de Ciencias Naturales de Educación Secundaria Básica de circulación actual editados en Argentina, correspondientes a las editoriales más recomendadas por los docentes del área (Maturano, 2018). Presentamos un detalle de los mismos en la tabla I, incluyendo las referencias bibliográficas de los LT y los códigos utilizados en la sección IV para identificar las prácticas analizadas.

TABLA I. Muestra de LT analizados en esta investigación.

Código	Libro de texto	Prácticas Experimentales (página del LT)
LT-A	Serafini, G., Perini, L., López Arriazu, F, Díaz, F. y Deprati, A. M. (2017). <i>Hacer y aprender en Física y Química 2</i> . Buenos Aires: Santillana.	A1 (96), A2 (96), A3 (97), A4 (98), A5 (100), A6 (102), A7 (103), A8 (105), A9 (107), A10 (113), A11 (117)
LT-B	Edelstein, V., Risaro, M. y Marzán, M. (2016). <i>Fisicoquímica 2</i> . Buenos Aires: Mandioca.	B1 (126), B2 (138)
LT-C	Onna, A., Bosack, A., Deprati, A. M, Martino, L., López, A. y Rojas, E. (2014). <i>Física y Química. Serie Nodos</i> . Buenos Aires: sm.	C1 (196-197)
LT-D	Espósito, M. G. y Zandanel, A. E. (2014). <i>Fisicoquímica 2. Materia, electricidad y magnetismo. Fuerzas y campos</i> . Buenos Aires: Maipue.	D1 (159), D2 (159), D3 (163), D4 (173), D5 (176)
LT-E	Calderón, S., Marino, D., Bulwik, M., Bazo, R. y Ipucha, C. (2019). <i>Física y Química: la naturaleza corpuscular de la materia, las mezclas y las sustancias, la electricidad y el magnetismo, las fuerzas y los campos, las reacciones químicas</i> . Buenos Aires: Kapelusz.	E1 (76), E2 (94)

La caracterización de las PE que realizamos en este estudio se relaciona con la apertura pero no pretende asociarles un grado o nivel sino tener en cuenta algunas de las características vinculadas con este criterio ya enunciadas en la sección II. Así, los criterios de análisis que hemos construido para examinar las prácticas experimentales de los LT de la muestra se centran en aspectos didácticos y disciplinares, y se relacionan con:

- A. Inserción de las PE sobre Magnetismo en cada LT
 - A.1. Inserción del tema en cada LT: cómo se agrupan los contenidos relacionados con los fenómenos magnéticos.
 - A.2. Inserción de las PE en cada LT: dónde se insertan las PE dentro de cada capítulo.
- B. Abordaje de los contenidos disciplinares en las PE
 - B.1. Temas abordados: cuál es la relación de la PE con los saberes incluidos en los NAP para este nivel.
 - B.2. Inserción de las PE con respecto a la teoría que explica el fenómeno en estudio: en qué orden se presenta la PE en relación con la teoría.
- C. Características intrínsecas de la PE
 - C.1. Objetivo: menciona o no explícitamente el propósito de realización de la PE.
 - C.2. Materiales: cuál es la forma en que se presentan los materiales a utilizar, su accesibilidad/disponibilidad fuera del laboratorio y las posibilidades de reemplazo explicitadas en la PE.
 - C.3. Método: cuáles son las actividades propuestas dentro del diseño experimental.
 - C.4. Solución: se anticipan o no los resultados esperados.
 - C.5. Realización: se propone para ser ejecutada por alumnos, docentes o ambos.

IV. RESULTADOS

Para cada uno de los aspectos analizados encontramos los resultados que detallamos en esta sección. Cuando los datos muestran diferencias en el abordaje, hacemos alusión a cada libro de texto por separado. De lo contrario, cuando hallamos similitudes agrupamos los comentarios correspondientes.

A. Inserción de las PE sobre Magnetismo en cada LT

A.1. Inserción del tema en cada LT: en primer lugar examinamos cómo se agrupan los contenidos del eje en cada LT. Algunos se organizan en bloques y otros en secciones, los cuales a su vez incluyen capítulos para cada tema específico, mientras que uno de los LT se subdivide directamente en capítulos. Los temas seleccionados se desarrollan en los bloques, secciones y capítulos que indicamos en la tabla II. Si bien en todos los casos estos temas se corresponden con los ejes propuestos en los NAP, detectamos diversidad en el orden y en la forma de agrupar los contenidos para su abordaje. Esto implica diversidad en relación con los saberes previos esperados en cada caso.

A.2. Inserción de las PE analizadas en cada LT: en segundo lugar, analizamos cómo se insertan las PE de la muestra dentro de cada capítulo. Indicamos el lugar que ocupa en el capítulo (al inicio, alternado o al final) en relación con el abordaje teórico de los contenidos, el lugar que ocupan las PE en el LT y el subtítulo bajo el cual se presentan las mismas. Mostramos los resultados en la tabla II.

TABLA II. Inserción de las PE analizadas en los LT de la muestra.

LT	Inserción de los temas en el LT	Título del capítulo	Lugar en el capítulo	Lugar en el LT	Subtítulo
LT-A	Sección III (Materia y magnetismo)	---	alternado	en cada capítulo	Observar, describir, experimentar
LT-B	Bloque IV (El magnetismo y la materia), Capítulos 8 y 9	Imanes naturales y artificiales El magnetismo y sus aplicaciones	al final	en cada capítulo	Experiencia en acción y...
LT-C	Bloque III (Magnetismo y materia), Capítulos 6 y 7	El magnetismo El magnetismo y la vida cotidiana	al final	al final del libro	Trabajos prácticos
LT-D	Capítulos 7 y 8	Magnetismo y materia Magnetismo y aplicaciones	alternado	en cada capítulo	¿Vamos al laboratorio?
LT-E	Capítulos 4 y 5	Las fuerzas y los campos gravitatorios, eléctricos y magnéticos Circuitos eléctricos y fenómenos electromagnéticos	alternado	en cada capítulo	Ventana a un modo de conocer

Los resultados obtenidos nos permiten inferir características de la importancia que se le asigna a la actividad experimental. Si analizamos el número de PE correspondientes al tema seleccionado (tabla 1) notamos que hay una amplia variedad de PE posibles pero cada propuesta editorial incluye diferente cantidad: muchas (LT-A), varias (LT-D) o pocas (LT-B, LT-C y LT-E). Si analizamos el lugar asignado en el LT a la actividad experimental también detectamos diversidad. Mientras que en algunos casos la misma se alterna con el abordaje teórico de los contenidos (LT-A, LT-D y LT-E), en otro caso se trabaja al final del capítulo (LT-B) o al final del LT como parte de una sección especial separada destinada a los trabajos prácticos (LT-C). Esto nos permite deducir si se concibe la actividad experimental como parte integrada y sustancial del aprendizaje de las ciencias que debe trabajarse simultáneamente con otras tareas o como una actividad separada de comprobación final de lo ya aprendido.

B. Abordaje de los contenidos disciplinares en las PE

B.1. Temas abordados: las PE de la muestra se asocian a diferentes saberes del eje referido a los fenómenos del mundo físico. Identificamos aquellas relacionadas con la noción de campo de fuerzas utilizando ejemplos magnéticos y las que se asocian al análisis de experimentos donde aparecen interacciones eléctricas y magnéticas. En los LT analizados se incluyen PE relacionadas con temas asociados a Magnetismo (M) y a Electromagnetismo (EM) (ver tabla III).

De este análisis se desprende que se propone mayor cantidad de PE para imanes y campo magnético, ya sea de un imán o de la Tierra, que para Electromagnetismo. Sobre este último tema, que se recomienda trabajar experimentalmente en los NAP, se presentan PE con menos diversidad temática. Profundizando sobre esto, detectamos que las interacciones eléctricas y magnéticas se trabajan en algunos casos mediante simulaciones y no a través de PE.

TABLA III. Temas asociados al campo magnético (M) y al electromagnetismo (EM) abordados en las PE.

Temas abordados		LT-A	LT-B	LT-C	LT-D	LT-E
M	Imanes	1,3,4,6,7,8	1	1	1	1
	Campo magnético de la Tierra	4,10			3	1
	Campos magnéticos	2,5,9	1	1	1,2	1
	Fuerza magnética sobre un conductor portador de corriente				5	
EM	Campo magnético de un alambre largo recto	11				
	Campos magnéticos de espiras de corriente y solenoides		2		4	1,2

B.2. Inserción de las PE con respecto a la teoría que explica el fenómeno en estudio: en LT-B, LT-C, LT-D y LT-E, las PE se relacionan con abordajes teóricos que se presentan por separado. Generalmente, las mismas se vinculan con teoría abordada previamente, aunque en casos excepcionales se relacionan con teoría que luego se trabajará en los próximos temas (por ejemplo, en D5 se propone armar una “hamaca” magnética cuyo funcionamiento se relaciona en forma directa con los contenidos acerca de los motores que se presentan en la página siguiente). En LT-A no se presenta una separación clara entre teoría y práctica como ocurre en los libros restantes. El mismo está organizado en torno a diferentes actividades, algunas de las cuales son PE, por lo que la inclusión del abordaje teórico quedaría librado a la decisión del docente o a la indagación por parte del estudiante en otras fuentes de información para poder responder a las demandas de las actividades que forman parte de las PE.

C. Características intrínsecas de la PE

C.1. Objetivo: no hay un criterio unificado en el modo de formular los objetivos o las preguntas que guían cada PE. En LT-A encontramos diversidad de modos para expresar este aspecto: como pregunta retórica realizada al inicio de la PE (A3, A5, A9, A10, A11), por ejemplo “¿Cómo y dónde se manifiestan las fuerzas magnéticas producidas por un imán?” (A9), o como una oración en la introducción o en el enunciado de alguna actividad (A1), por ejemplo “*investigá en tu entorno cuáles materiales son ferromagnéticos y cuáles no*” (A1). Detectamos en una ocasión que se le pide al estudiante formular el objetivo (A6) indicando “¿Cuál será el propósito de esta experiencia?”. En otras de las PE no está explícito el objetivo ni se solicita al estudiante que lo indique (A2, A7, A8) y en la PE restante se parte del planteo de un problema “*Suponé que querés identificar los polos de varios imanes en los que no están señalados*” (A4). En LT-B los objetivos de cada PE se explicitan en la introducción indicando en un caso “*En esta práctica obtendremos..., desmagnetizaremos... y haremos...*” (B1), y en el otro caso enumerando los propósitos “*Esta experiencia tiene varios propósitos: verificar..., comprobar..., construir... y comprobar...*” (B2). En LT-C se formulan varios objetivos en la introducción de las PE, afirmando “*En este práctico van a utilizar... y también van a demostrar que...*” (C1) para luego mencionar otros objetivos más específicos referidos a las actividades a desarrollar. En LT-D en algunos casos (D3, D4) se indica en el título un anticipo del objetivo de cada PE, por ejemplo “*Construyendo electroimanes*” (D4) y en las restantes PE (D1, D2, D5) se especifica en el párrafo introductorio. En LT-E el objetivo es explícito en cada caso y se formula inicialmente debajo del título en cada PE, por ejemplo “*En esta experiencia, les proponemos comprobar...*” (E1).

C.2. Materiales: la forma en que se presentan los materiales es variada. En algunos LT se enumeran bajo un subtítulo específico “*Materiales*” (LT-B y LT-E) o “*Materiales necesarios*” (LT-C) y se incluye el listado de los mismos. En LT-A hay variedad de formas: en algunas PE (A3, A4, A5, A6, A9, A10 y A11) se mencionan en una oración del párrafo introductorio, en otras (A1, A8) los materiales deben ser escogidos libremente por los estudiantes y en otras se explicitan mediante una imagen (A2, A7) acompañada de una consigna que indica reiterar el experimento “*con elementos similares a los de la foto*”. En LT-D se van indicando los materiales en forma entrelazada a medida que se detalla el procedimiento a seguir (D1, D3, D4), se incluyen en una oración luego de la formulación de hipótesis (D2) o se explicitan mediante etiquetas de una imagen (D5).

La disponibilidad de los materiales a veces se podría ver limitada cuando se especifican muchas características, por ejemplo al solicitar “*un trozo de hilo de barrilete*” (A3) para suspender un imán que podría colgarse del soporte con hilo de otro material o “*un clavo de hierro de entre 5 cm y 10 cm*” (B2) para construir un electroimán que podría usar un núcleo más corto o largo que las medidas indicadas o “*1 bulón de hierro de aproximadamente 6 cm de longitud y 5 mm de diámetro*” (E1). En otras ocasiones, se incluyen aclaraciones acerca de los materiales que podrían optimizar la búsqueda o el desarrollo del experimento, indicando por ejemplo “*clips de acero*” (E1) para mostrar la atracción del imán o “*un imán (pueden conseguirlo en una casa de reparación de parlantes o de un parlante que tengan para descartar)*” (D3) para imantar de manera eficiente una aguja. En algunos casos las posibilidades de reemplazo son explícitas, por ejemplo, se solicita realizar el experimento “*en un lugar donde se pueda colgar libremente el imán (si disponen de un soporte universal, pueden usarlo)*” (A3), se pide “*imán (en forma de barra o herradura)*” (B1), se indica “*limaduras de hierro (si no consiguen pueden usar virutas de esponja de acero o virulana deshecha)*” (C1) o se presentan alternativas posibles como “*tachuelas (u otros elementos de fijación)*” (D2) o “*alicate o tijera*” (E2).

C.3. Método: en primer lugar, analizamos si la PE está organizada en forma pautada a través de pasos rígidos a seguir (A1, A3, A5, A9, A10, A11, B1, B2, C1, D3, D5, E1, E2), no está pautada (A4), o está pautada parcialmente ya que incluyen consignas (A2, A6, A7, A8) o preguntas (D1, D2) que dejan algunas decisiones a cargo del estudiante. En segundo lugar, examinamos en detalle las restantes actividades que se intercalan en la realización de la PE a modo de complemento. Las mismas se centran en contenidos conceptuales y procedimentales y apuntan a: observar (A1, A2, A3, A5, A9, A10, A11, B1, C1, D3, E1), por ejemplo “*Observen cómo se disponen las limaduras sobre la hoja*” (C1); registrar en tablas, listados, fotos, dibujos o describir lo observado (A1, A3, A8, A9, C1, D1, D3, D4, E1, E2), por ejemplo “*...al cambiar de a una las variables del ensayo, ir registrando los resultados obtenidos...*” (D4); hipotetizar (A2, A4, A6, A7, A8, D2, D4, D5, E2), por ejemplo “*Si disponés de una brújula, ¿cómo podrías hacer para determinar los polos de ese conjunto de imanes utilizándola? Escribí tu hipótesis explicando su justificación*” (A4); comprobar hipótesis (A2, A6, A7, D5, E2), por ejemplo “*¿Qué pensás que ocurrirá? ¿Qué ideas podrían justificar tu hipótesis? Reuní los materiales y poné a prueba tu hipótesis*” (A6); explicar resultados experimentales (A3, A9, D1, D4), por ejemplo “*Describan lo observado ¿Por qué sucede?*” (D1); comparar resultados (A8, A9, D3), por ejemplo “*¿Qué similitudes y qué diferencias presentan los imanes que hallaste?* (A8); diseñar un experimento (A4, E2), por ejemplo “*Describan los pasos que deberían seguir para poner a prueba sus respuestas del paso anterior, empleando la brújula solicitada en los materiales. Luego, realícenlos*” (E2); y relacionar con la teoría (E1) “*Intenten dibujar las líneas de fuerza del campo magnético. Recuerden que la aguja magnética se orienta en dirección tangente a las líneas de fuerza*” (E1). Finalmente, analizamos las actividades finales o de cierre en cada PE, las cuales involucran contenidos conceptuales y procedimentales y apuntan a: interpretar los resultados a la luz de los contenidos teóricos (A2, A3, A6, A7, A8, A9, A10, B1, C1), por ejemplo “*¿Por qué se imantó la aguja? ¿Cómo se clasifica el imán obtenido?*” (B1); escribir conclusiones (A1, A4, A5, A6, A10, A11, B1, B2, C1, D4, D5, E1, E2), por ejemplo “*¿Qué conclusiones se pueden obtener de esta actividad?*” (A5); realizar un experimento ya sea un experimento diferente al propuesto en la PE o cambiar alguna condición en lo ya realizado (A3, A5, A10, A11, E1), por ejemplo “*Vuelvan a conectar el cable a la batería pero invirtiendo los bornes...*” (A11); hipotetizar a partir de algún cambio en el procedimiento o en los materiales (A5, B2, E1, E2), por ejemplo “*¿Qué sucedió cuando acercaron los alfileres? ¿Creen que esto pasaría con cualquier material?*” (B2); sugerir un procedimiento para otro experimento diferente (A3, B2, D3), por ejemplo “*Utilizando un procedimiento análogo, determinen los polos de los otros imanes que consiguieron*” (A3). Solo en casos aislados las actividades finales apuntan a: evaluar relaciones con alguna etapa del procedimiento (A1); explicar y argumentar ante una situación dada distinta del experimento (A10); buscar información (D1); socializar resultados con los pares (D1) y escribir un informe de la actividad experimental (E2). Cabe destacar que en una de las PE analizadas no se proponen actividades finales (D2).

C.4. Solución: algunas PE no anticipan la solución (A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, D2, D3, D5, E1). En las restantes, la anticipación está en el texto o en una imagen. Cuando la anticipación está en el texto, se incluye de modo parcial (A3), al preguntar “*¿La atracción magnética que ejerce un imán es la misma en toda su estructura o se percibe con más intensidad en alguna zona en particular?*” o de modo completo (B1) al afirmar “*Acerquen la aguja a las virutas y comprueben que sí las atrae*”. Cuando la anticipación se da en la imagen, se incluye de modo parcial (A1, C1, D1, D4, E2) o completo (A2, B2). Presentamos algunos ejemplos de esta situación en la Figura 1.

C.5. Realización: la mayoría de las PE están planteadas para ser realizadas por los estudiantes. En algunas de LT-A se dirigen a ellos en plural a través de comandos directos que indican que deben hacerse “*en grupo*” (A3, A5, A8, A9, A10, A11) y en las restantes se usa singular lo que implica la posibilidad de su realización en forma individual. En LT-B, LT-C, LT-D y LT-E usan plural, aunque no indican explícitamente la constitución de grupos de trabajo. El docente no se menciona en forma directa en ninguna de las PE analizadas.

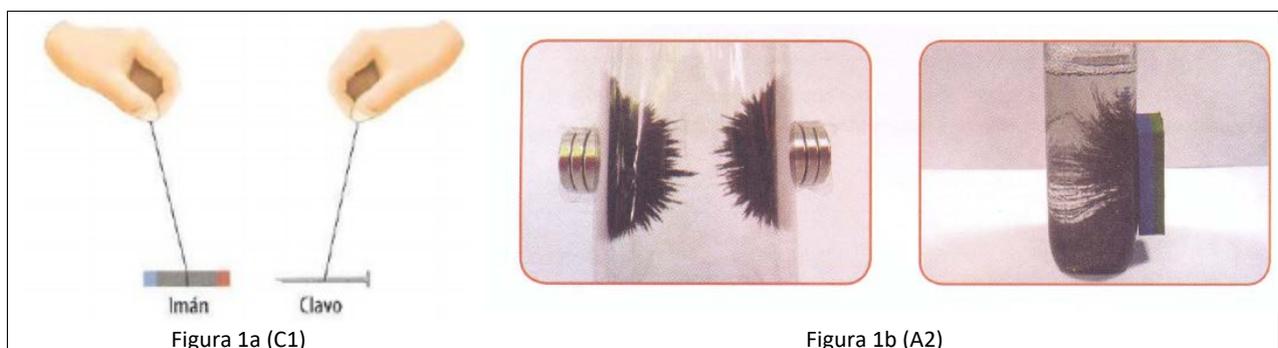


FIGURA 1. Anticipación de la solución en las imágenes en forma parcial (1a) o completa (1b).

V. CONCLUSIONES

En primer lugar, si comparamos los resultados obtenidos con los correspondientes a investigaciones anteriores (Malik y otros, 2020) encontramos que solo hay intentos de adaptación de las PE de los libros de texto a factores contextuales de la escuela en lo que se refiere a la utilización de materiales accesibles o sugerencias de reemplazo. Otra de las críticas ya reportada por estos autores, que hemos podido comprobar también para las PE analizadas, se relaciona con su estructura rígida tendiente a la verificación de la teoría abordada previamente a través de una serie de pasos tipo receta que el estudiante debe seguir. Encontramos además en algunas PE una dificultad previamente señalada (Merino y Herrero, 2007; Walz, Weisz y Albarenque, 2013) puesto que las actividades no trascienden el abordaje de contenidos conceptuales y procedimentales limitándose a estos en la mayoría de los casos, sin trabajar de manera explícita las actitudes y emociones relacionadas con el trabajo experimental.

En segundo lugar, teniendo en cuenta los aspectos didácticos y disciplinares en los que focalizamos nuestra investigación, encontramos en relación con los temas un predominio de PE vinculadas con fenómenos magnéticos sencillos y pocas referidas a fenómenos electromagnéticos. En cuanto a la inserción hallamos que, en dos de los libros de la muestra, las PE se proponen al final del capítulo o del LT, lo cual puede asociarse a un modelo tradicional de enseñanza. En LT-A, LT-D y LT-E, las PE se intercalan con el abordaje de los contenidos, detectándose además solo en LT-A que no hay marcada división teoría-práctica, lo que evidenciaría una perspectiva didáctica más contemporánea.

En cuanto a la estructura del género caracterizada por Martin y Rose (2008), encontramos que las PE de la muestra responden al género "*Procedimiento de experimento*" y se estructuran de manera prototípica en la gran mayoría de los casos (enunciación del objetivo, lista de materiales y equipamiento, y pasos). Generalmente el objetivo está fijado, lo cual no ayudaría a que el estudiante pueda identificar problemas para resolver en forma experimental y diseñar modos de hacerlo; solo hallamos una excepción que deja la enunciación del objetivo y el diseño de pasos al estudiante en LT-A. En varias PE detectamos la ausencia de un listado de materiales, los cuales se incluyen de otros modos (imágenes o entremezclado con el procedimiento) o se deja al estudiante la tarea de elegirlos de su entorno lo que lo prepararía para un trabajo más independiente y permitiría la adaptación de las PE a diferentes contextos (laboratorio, aula, hogar). En cuanto a los pasos, no siempre son planteados como instrucciones para ser llevadas a cabo en forma individual o grupal, sino que en algunas PE se plantean como preguntas para guiar las actividades, lo que contribuiría a que los estudiantes puedan ser motivados, desafiados e involucrados de manera más activa. Además, también en relación con la apertura, hemos detectado un marcado predominio de PE pautadas en las que el LT organiza casi totalmente la actividad a desarrollar. Encontramos algunas PE menos pautadas en LT-D y con mayor apertura en LT-A, sin llegar en ningún caso a que los estudiantes planteen un problema de su interés y gestionen su solución en forma experimental. Las actividades que se intercalan con la realización de los experimentos involucran la observación, el registro, la formulación de hipótesis, su comprobación experimental, y la explicación de resultados, entre otras. La interpretación de los resultados se da generalmente en las actividades finales presentes en casi la totalidad de las PE de la muestra que instan a los estudiantes a revisar lo hallado a la luz de la teoría, escribir conclusiones, realizar nuevos experimentos, entre otras. En casi la mitad de las PE hay anticipación total o parcial de la solución ya sea en forma verbal o visual, lo cual podría incidir en la motivación y curiosidad de los estudiantes a la hora de llevar a cabo los experimentos.

El análisis realizado en esta investigación le otorgaría al docente herramientas para examinar las PE en los LT en función del modelo didáctico, de los objetivos curriculares, de la modalidad de trabajo, de las características del grupo de estudiantes y del contexto en que se pretenda desarrollar una PE. Cada docente podría encontrar aquí una guía para evaluar la conveniencia de trabajar las PE tal como se presentan en los LT o para detectar aspectos susceptibles de cambio que puedan ser adaptados para su aplicación en el aula. Así, el docente podrá determinar en qué medida le parece oportuno plantear las actividades en un formato más tradicional pautando los materiales y los procedimientos o anticipando las soluciones, o de manera desafiante dejando lineamientos abiertos para que el estudiante vaya asumiendo gradualmente un rol protagónico en el proceso de aprendizaje.

REFERENCIAS

Cardona, M. E. (2018). La actividad experimental apoyada en el uso de sistemas de adquisición de datos: una propuesta teórico metodológica para favorecer la conceptualización en Física. Tesis de Maestría. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Fernández, N. y Amórtégui, E. F. (2017). Trabajos de campo y de laboratorio: dos escenarios en la enseñanza de la biología y la formación docente. *Bio-grafía*, 10(19), 1541-1547.

Flores, J., Caballero, M. C. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111.

García, S., Martínez, C. y Rivadulla, J. (2021). Actividades de textos escolares. Su contribución al desarrollo de la competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 39(1), 219-238.

Jiménez, G., Llobera, R. y Llitjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 24(1), 59-70.

Malik, A., Aliah, H., Susanti, S., Ubaidillah, M. y Sururie, R. W. (2020). Science laboratory activities: A profile of the implementation and constraints of Junior High School Natural Science teachers. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 9(1), 96-108.

Martin, J. R. y Rose, D. (2008). *Genre relations: Mapping culture*. London: Equinox.

Martínez, C. y García, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares: ¿qué objetivo persiguen?, ¿qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 21(2), 243-264.

Maturano, C. (2018). El manual escolar en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Merino, J. M. y Herrero F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 630-648.

Ministerio de Educación. (2011). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación.

Ocelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 31(2), 133-152.

Petrucci, D., Ure, J. y Salomone, H. D. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, 19(1), 7-19.

Priestley, W. J. (1997). *The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: Seeking a more effective role for the laboratory in science instruction*. USA: Temple University.

Reis, W. y Martins, M. (2016). Estudio comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendados nas edições 2012 e 2015 do PNLD. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33, 462-476.

Ruiz, J. y Ramírez, M. (2015). Vínculo de la teoría con la práctica para la comprensión de la Óptica Geométrica en el Nivel Superior en las escuelas de Ingeniería de la UANL a partir del Modelo por Competencias. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(2), 498-516.

Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. En J.J. Schwab y P.F Brandwein (eds.), *The teaching of Science* (pp. 3-103). Cambridge: Harvard University Press.

Walz, M. V., Weisz, R. M. y Albarenque, R. L. (2013). El trabajo experimental en Física como estrategia de motivación. Un trabajo de años. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 8, 169-182.

Zang, C. M., Giacosa, N. y Chrobak, R. (2019). El contenido científico en libros de textos: una revisión en revistas de acceso libre. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(3), 3305, 1-23.

Zorrilla, E. (2019). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.