

La construcción de material experimental para enseñar física: resultados de un taller en formación docente

The construction of experimental material to teach physics: results of a teacher training workshop

Ernesto Cyrulies¹

Universidad Nacional de General Sarmiento

Horacio Salomone²

Universidad Nacional de General Sarmiento

Cyrulies E. y Salomone H. (2023). La construcción de material experimental para enseñar física: resultados de un taller en formación docente. *Revista Nuevas Perspectivas* 2 (4) Pp. 1-15

Fecha de recepción: 08/03/2023

Fecha de aceptación: 04/10/2023

Resumen: Se presenta el desarrollo de un taller de capacitación dentro de la formación inicial de docentes de física de nivel medio de la provincia de Buenos Aires. El trabajo estuvo centrado en una serie de actividades experimentales y en la construcción de dispositivos sencillos para su utilización en la enseñanza. Las actividades que se describen se llevaron a cabo durante cuatro encuentros en el laboratorio del Instituto de Formación Docente n° 112 de la ciudad de San Miguel. Se muestran los resultados de la implementación de las actividades particularmente en términos de las discusiones didácticas que se generaron con el grupo de estudiantes.

Palabras Clave: Enseñanza en el laboratorio de física, Actividades experimentales, Construcción de material didáctico.

Abstract: The development of a training workshop for the initial training of high school physics teachers in the province of Buenos Aires is presented. The work was focused on a series of experimental activities and the construction of simple devices for use in teaching. The activities described were carried out during four meetings in the laboratory of the Teacher Training Institute n° 112 in the city of San Miguel. The results of the implementation of the activities particularly focused on the didactic discussions that were generated with the group of students are shown.

Keywords: Teaching in the physics laboratory, Experimental activities, Construction of didactic material.

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento. Contacto: ecyrulie@campus.ungs.edu.ar

² Universidad Nacional de General Sarmiento. Contacto: hsalomon@campus.ungs.edu.ar

Introducción

En la actual escuela secundaria se plantea que la enseñanza de la física presente los contenidos de dicho campo de conocimientos para una formación básica acorde a los fines de la alfabetización científica. Es deseable que la formación docente inicial brinde a sus estudiantes un panorama de la física actual, sus aplicaciones a campos diversos, y algunas de sus vinculaciones con la tecnología de uso cotidiano. Por otro lado, la enseñanza de esta materia debe articularse con los propósitos establecidos para la educación secundaria en relación con la formación para la ciudadanía, para el mundo laboral y para favorecer la continuidad en los estudios. Las clases deben estar diseñadas en función de crear ambientes propicios para el logro de los propósitos anteriores y en dichos ambientes los estudiantes deben ser sujetos activos construyendo conocimiento a partir de la comprensión de los fenómenos naturales y tecnológicos. Y, si además asumimos que las prácticas escolares deben reflejar metodologías científicas, debe plantearse la enseñanza de la física con estrategias específicas.

Según registros propios y también por lo que se desprende de la bibliografía (García Cañedo et al. 2019, Morales et al. (2015), suele encontrarse en ocasiones, dentro de la escuela secundaria, una presentación de esta ciencia algo atomizada, descontextualizada y distorsionada. Esto muchas veces conlleva un desinterés por parte del alumnado hacia los contenidos científicos. Suele ocurrir además que la imagen de ciencia se desvirtúa por una fuerte matematización en el tratamiento de los contenidos y por las escasas prácticas de índole científica (nulas en algunos casos). La operatoria algorítmica, de aplicación mecánica, hace que los contenidos muchas veces carezcan de significado para los estudiantes.

Considerando lo anterior, las actividades experimentales resultan sumamente importantes en el aprendizaje de la física. Puede decirse que, entre las actividades a disposición de los profesores para que los estudiantes aprendan ciencias, son particularmente complejas las que implican la experimentación. Por eso deben ser objeto de análisis entendiéndose que tienen un papel central en la formación de quienes tienen a cargo su enseñanza (Cyrulies, 2021).

Por otro lado, es un hecho bastante conocido la escasa disponibilidad de recursos en los laboratorios de las instituciones educativas, lo que condiciona fuertemente el aspecto procedimental de la enseñanza y el aprendizaje de la física. Esto amerita a concebir estrategias para revertir la situación; que no sean únicamente la disposición de presupuesto escolar. Es conveniente apoyar a los docentes para aumentar la posibilidad de contar con mayores recursos que no sean equipos comerciales. Una manera concreta es estimulando la construcción de material cuando ellos aún son estudiantes del profesorado. En buena medida eso es posible a través de materiales comunes o de fácil acceso. Vale agregar que actualmente la posibilidad de construcción en/para el laboratorio se ve claramente ampliada por la gran extensión del hardware y software libre que permite, de un modo sin precedentes, la medición y el control en el laboratorio a muy bajo costo. En un trabajo experimental que no está sostenido con dispositivos clásicos y comerciales para la enseñanza resulta muy estimulante la construcción de mecanismos y aparatos por parte de los docentes (Cyrulies, 2022). La elaboración de material para la enseñanza permite el desarrollo de actividades

experimentales aun en los casos en que las instituciones escolares no cuenten con materiales de laboratorio (Pérez Losada y Falcón, 2009). En ese sentido, Wurm et. al. (2019) remarcan la importancia de que los docentes tengan participación en el diseño de los dispositivos para la enseñanza, de modo que no necesiten adaptar sus clases a los equipos de laboratorios existentes. Este campo, que vincula las consideraciones técnicas-constructivas y didácticas en la construcción de material, aún resulta bastante poco desarrollado en la bibliografía.

Reconociendo la importancia que tiene la didáctica específica en una carrera de profesorado, es pertinente construir, a lo largo de la formación de los estudiantes, una mirada que interpele a las prácticas de laboratorio como un campo específico de la enseñanza mediada por el material concreto. Introduciendo experiencias prácticas en la formación del profesorado, como modelo de trabajo, permiten la apropiación requerida para ser incorporadas en la práctica docente (Wilson, 2009). En este amplio marco, los dispositivos utilizados aportan (y hasta definen) en un alto grado la imagen de ciencia que las prácticas experimentales construyen, en todos sus formatos, en el laboratorio y en el aula. De alguna u otra forma, los dispositivos condicionan el aprendizaje de los saberes procedimentales.

Así, el trabajo diseñado con los estudiantes en el ISFD 112 abrió algunos interrogantes al iniciar el taller, los que sirvieron de guía para el desarrollo de las acciones. Nos planteamos los siguientes:

- ¿Qué problemas relacionados a las actividades experimentales en la enseñanza de la física se identifican en la formación docente?
- ¿Qué posibilidades se tienen, a partir de la disponibilidad de materiales comunes y elementos tecnológicos reutilizables, en la construcción de material para la enseñanza?

Propósitos del taller

- Promover prácticas que involucren metodologías propias de la física y que se constituyan en propuestas basadas en actividad experimental.
- Promover la construcción de dispositivos sencillos diseñados a partir de objetivos de enseñanza y aprendizaje.
- Contextualizar a la física, a través de la experimentación, en sucesos propios de la vida diaria y en los fenómenos involucrados en ingenios tecnológicos comunes.

Propuesta de trabajo

Para el diseño del taller y luego de una primera vinculación del equipo de investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento con el ISFD 112, se tuvieron reuniones con docentes del Instituto acordando que resultaría adecuado implementar el taller con estudiantes avanzados del profesorado. De esta forma, se ubicó como un espacio muy propicio a la materia *Física y su Enseñanza* del 4° año. Según la visión de los docentes, el estudiantado requería una profundización en prácticas experimentales en relación a electricidad, magnetismo y a termodinámica. De este modo se decidió, consensuando formalmente con el Instituto, desarrollar actividades modélicas de

experimentación apropiadas a los campos de la física mencionados. La propuesta se desarrolló en cuatro encuentros, en todos se enfocó un trabajo fuertemente experimental en el laboratorio con la participación activa de los estudiantes. El formato resultó innovador dado que se trató de una intervención externa y con participación del docente a cargo en una materia de la carrera.

Primer encuentro

Inicialmente se propuso responder preguntas de una encuesta (ver anexo 1) con las que se tuvo el objetivo de indagar las representaciones de los estudiantes sobre el tema a trabajar, las actividades experimentales, particularmente con dispositivos no comerciales. Algunos estudiantes las respondieron en papel y otros lo enviaron posteriormente por correo electrónico resultando un insumo para el desarrollo del acompañamiento.

Se realizó la presentación de un marco teórico sobre las actividades experimentales, haciendo un recorrido histórico de la enseñanza en el laboratorio, con los diferentes enfoques y paradigmas. Luego, se presentaron posibles clasificaciones de los propósitos de las experiencias de laboratorio.

Se mostraron diferentes dispositivos para inspirar la construcción, entre los que se tuvo equipos modulares para el armado de circuitos eléctricos para la enseñanza en la escuela, material construido para la ocasión. Se proyectaron imágenes para ejemplificar acciones de armado y componentes utilizados.

Segundo encuentro

En este encuentro se desarrollaron las siguientes actividades relacionadas con conceptos eléctricos:

- Circuitos eléctricos de diversos tipos en tableros caseros con módulos y fuente. Se realizaron diferentes montajes y se evaluaron situaciones para la enseñanza. Trabajo con ideas previas a partir del material.
- Uso de multímetro digital y precauciones, mediciones en circuitos con diferentes modelos.
- Utilización de un modelo analógico de la circulación electrónica con plano inclinado con clavos y bolitas. Discusión de las limitaciones del modelo, evaluación de diferentes posibilidades de armado.

Tercer encuentro

Aquí se abordaron temas relacionados con el magnetismo y electromagnetismo con las siguientes prácticas:

- Elaboración de electroimanes para la enseñanza, diseño básico de un solenoide. Dispositivos para la visualización de las líneas de campo magnético. Uso didáctico de brújulas (simples y amortiguadas)
- Determinación del valor del campo (Gauss) a cierta distancia de un imán valiéndose del campo magnético terrestre (componente en plano horizontal).
- Elaboración de dispositivos escolares demostrativos de la ley de Faraday y Lenz.
- Prácticas de soldadura con estaño en componentes eléctricos y electrónicos para el armado de material didáctico. Estañado de cables, uniones, etc.

Cuarto encuentro

En esta última ocasión se trabajaron dos experiencias centrales:

- Presentación de un aparato para el calentamiento de masa de aire confinada por medio de combustión y en forma eléctrica para la evaluación del comportamiento de un gas y columna de líquido. Desarrollado con dispositivos hogareños y elementos técnicos armados para la ocasión.
- Armado de dispositivo para evaluar el balance de energía en el calentamiento de agua en recipiente adiabático (termo). Cálculo de la energía por mediciones eléctricas y por calorimetría. Comparación e interpretación de resultados. Consideraciones sobre la seguridad del circuito con protecciones eléctricas adecuadas.

Por último, se incluyeron planteos técnicos en el armado de aparatos, se practicaron actividades de taller, entre las que se tuvieron operaciones de perforado y roscado en metal. Se dedicó un espacio a los sistemas de roscas y sus características (prácticamente desconsideradas en la enseñanza) desde el punto de vista de la física (irreversibilidad en función del μ_e , entre otras).

Se pidió un informe personal sobre el trabajo para enviar al equipo capacitador (anexo 3). El docente de la materia además lo utilizó en la evaluación del cuatrimestre de su materia.

Cabe aclarar que a partir de la buena predisposición del profesor de la materia que continuaba en el horario siguiente, se extendieron las actividades en los cuatro encuentros completando aproximadamente 3 horas cada uno. El docente mencionado participó también (lo que no estaba previsto) con visible entusiasmo por la propuesta.

Los elementos para el armado de las experiencias fueron provistos por el grupo capacitador (componentes eléctricos y electrónicos de baja tensión, fuentes de alimentación, termómetros, imanes, alambre para bobinados, etc.). Se incluyeron además materiales simples (envases, cables, listones, bases de madera, soportes universales, nueces, morsetas, tornillería, varillas roscadas, etc.) y diversas herramientas para el armado (soldador de estaño, pinzas, alicates, destornilladores, machos de roscar, etc.). Se muestran en la figura 1 algunos equipos y componentes construidos por el grupo de capacitación como modelos posibles de elaborar por los estudiantes.



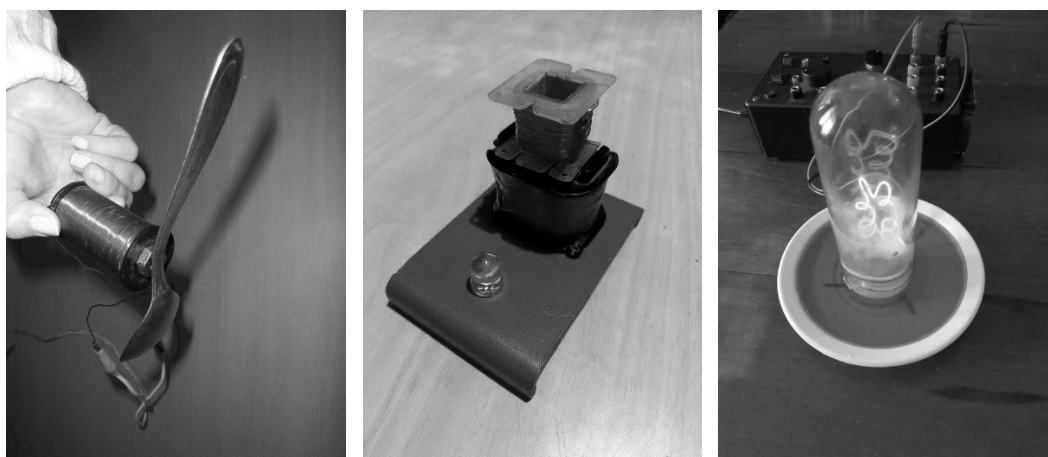


Figura 1. Algunos elementos de construcción sencilla, de diseño propio, utilizados en el taller con los estudiantes (módulos eléctricos, visualizador de líneas de campo magnético, electroimán, dispositivo Faraday y calefactor de aire)

Consideraciones metodológicas

Se consideró en el trabajo una metodología cualitativa y exploratoria. Según lo sostienen algunos autores (Taylor y Bogdan, 1996; Denzin y Lincoln, 2000), este método se basa en los datos dentro de una investigación abierta en relación a lo que se espera en los resultados. Esto, además, establece no considerar hipótesis a ser confirmadas. Se tomaron datos a partir de las producciones individuales de estudiantes del 4° año del profesorado de física (respondieron 8). Éstas consistieron en una encuesta al iniciar el trabajo y un informe al concluirlo. Por otra parte, se tomaron registros de las intervenciones estudiantiles durante los encuentros. En esto se tuvo la colaboración del docente del curso.

Resultados

La asistencia resultó algo intermitente en algunos estudiantes de un total de 10 que integraban la comisión; de éstos 8 respondieron lo solicitado. El trabajo permitió hacer una evaluación de la situación formativa en relación a los contenidos abordados. Se encontraron algunas dificultades con la interpretación de los fenómenos desde la teoría y modelos físicos; según surge de las expresiones del alumnado y del diálogo con el docente del curso se han tenido, en relación a ciertas materias, aprendizajes afectados en parte por la cursada en pandemia en los dos años previos. Se sostuvo que esto generó que se tengan pocas oportunidades de trabajo con material concreto en prácticas de laboratorio. Afortunadamente aun en este panorama se vieron muy entusiasmados y participativos en los encuentros. Se sugirieron ciertas lecturas seleccionadas que pueden auxiliar para superar en parte la situación.

Todas las actividades se desarrollaron en el laboratorio del Instituto; en la figura 2 se muestran distintas situaciones de trabajo con los materiales.

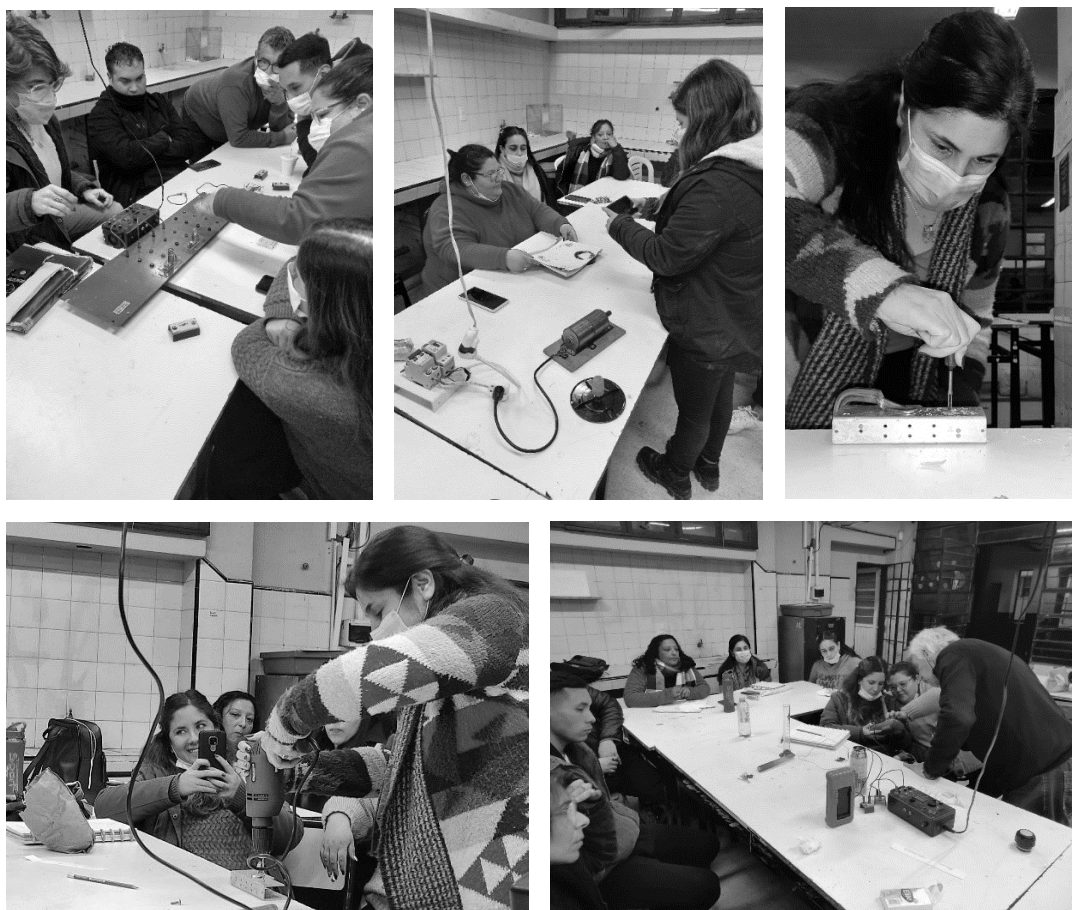


Figura 2. Algunas escenas de trabajo con los estudiantes en el laboratorio (armado de circuitos y operaciones de roscado, entre otras)

En relación a la encuesta inicial, una primera observación que surge de las entregas es que resultaron bastante escuetas, salvo alguna excepción, aun en los casos en que se entregaron luego de la clase. Se procesaron las respuestas dando por resultado las cinco tablas que se muestran a continuación. En algunas se encuentra un número mayor de conceptos que el de estudiantes, simplemente porque algunas respuestas incluían más de uno.

| 1- Son relevantes las prácticas en la enseñanza de la Física? ¿Por qué? ¿Identificás objetivos importantes en las mismas? ¿Cuales? | | | |
|--|-------|------------------------------------|---|
| Si: 8 | No: 0 | | |
| <i>Conceptos presentes en las respuestas</i> | | | |
| Generan mayor comprensión | 1 | Incentivan la creatividad | 1 |
| Permiten que sea más accesible la física | 2 | Desarrollan la observación | 2 |
| Establecen relación con lo cotidiano | 2 | Permiten demostraciones | 2 |
| Problematizan situaciones | 1 | Admiten planteos de hipótesis | 1 |
| Despiertan interés por las ciencias | 1 | Mejoran la atención de estudiantes | 1 |
| Mayor intercambio entre estudiantes | 1 | Realización de informes | 1 |
| Permiten teorizar sobre la experiencia | 1 | | |

Tabla 1: Respuestas a la pregunta 5

| 2- Se conoce que en diversos ámbitos escolares suele haber muy poca actividad experimental en la enseñanza de la física. ¿Por qué te parece que ocurre? | | | |
|---|---|--|---|
| Identifica la causa en los docentes | | Identifica la causa en el contexto escolar | |
| Desconocimiento por parte de los docentes | 2 | Demanda mucho tiempo preparar el laboratorio | 1 |
| Temor de los docentes en abordarlas | 1 | Grupos de alumnos muy numerosos | 2 |
| Poca formación para las prácticas | 3 | Requieren mayor esfuerzo | 1 |
| Inexistencia de laboratorios | 1 | Muy pocos materiales en escuelas | 5 |

Tabla 2: Respuestas a la pregunta 2

| 3- Considerando que es posible la construcción personal de material didáctico para desarrollar actividades experimentales, imaginá que te lo proponés con elementos accesibles o económicos. ¿Qué ejemplos de dispositivos a construir podrías dar? Intentá describirlos. | | | |
|---|---|---|---|
| a) Barco a vapor casero (lancha "pop pop") | 1 | e) Sistema con poleas y plano inclinado | 1 |
| b) Pista con plano inclinado para cinemática | 1 | f) Dispositivo con imán y polvo de hierro | 1 |
| c) Hidrocohete (cohete de agua) | 1 | g) Péndulo con bola de pool, bolita y manguera con fluido (velocidad límite), panel para circuitos eléctricos | 1 |
| d) Rampa con ángulo variable con bolita y cuerpos que deslizan | 1 | h) Tablero con componentes eléctricos | 1 |

Tabla 3: Respuestas a la pregunta 3. Se mencionan los dispositivos descriptos por los 8 estudiantes (cada uno indicado por una letra)

| 4- Describí muy brevemente una secuencia de enseñanza donde se identifique el modo de uso de uno de esos dispositivos construidos. | |
|---|--|
| a) Se enseñan conceptos termodinámicos y luego arman barquitos en grupo con guía del docente. Observación de cambios/ planteo de hipótesis sobre aspectos del funcionamiento. Carrera de barquitos. | e) No se le ocurre en el momento |
| b) Se explican las ecuaciones de movimiento, se ejemplifica, luego se realizan experiencias con el plano y se hacen cálculos. | f) Indagación sobre saberes sobre "campo", explicación del fenómeno y finalmente práctica con el dispositivo magnético. |
| c) Trabajaría la 3° ley de Newton (no aclara cómo) | g) Planteo una práctica pautada, aunque clásica, para la determinación de "g". Propone cálculos para determinar E_p y E_c en puntos clave de la trayectoria del péndulo. |
| d) Se trabaja con distintas superficies para calcular valores de fuerzas (rozamiento, normal). | h) Se reparten tableros para el armado en grupos de circuitos. Trabajan en paralelo con las explicaciones del docente. |

Tabla 4: Respuestas a la pregunta 4. Las letras se corresponden con las de la tabla 3. Se describe de modo sintético lo escrito por los estudiantes.

| | |
|---|--|
| 5- ¿Qué dificultades considerarás que tendrías para la elaboración del material? En cuanto al diseño, a la construcción, a la elección de elementos, etc. | |
| a) Que los alumnos no traigan el material. Riesgo en las operaciones de corte y doblado. Imprecisiones en el armado que afectarían al funcionamiento. | e) No identifica dificultades |
| b) Hace observaciones básicas sobre el posible uso inadecuado de la rampa. | f) No responde |
| c) Imagina tener dificultades por el poco conocimiento sobre actividades experimentales en general. | g) Admite que se encontraría con dificultades pero no las precisa. |
| d) Expresa dificultades asociadas al armado (ensamblado) de elementos para la construcción, aun siendo de fácil adquisición. | h) Complicaciones en atender el armado de los diferentes grupos y resolver los problemas que surjan. |

Tabla 5: Respuestas a la pregunta 5. Las letras se corresponden con las de las tablas 3 y 4

La tabla 1 muestra una variedad de razones que, en opinión de los estudiantes, dan valor a la experimentación. Todos, sin excepción, la consideraron relevante, aun con poca experiencia en trabajos prácticos de laboratorio según afirmaron durante el taller. Con esta situación, y recordando que la encuesta se implementó previamente al mismo, cabe destacar que tenían construido una representación que valoriza aquellos trabajos. Según algunos autores, se tienen inconsistencias en la formación de profesorado entre lo que se enuncia y lo que se realiza en la práctica (Zorrilla y Mazzitelli, 2021; Guirado, 2013). Por otro lado, aunque se destaque la importancia de las prácticas, fueron mínimas las justificaciones de las afirmaciones realizadas. Podemos encontrar en la tabla una mayoría de respuestas relacionadas más con los propósitos vinculados a la implementación (ej: *permiten demostraciones*) que a los aspectos relacionados al aprendizaje (ej: *generan mayor comprensión*). También cabe señalar que no se identifica una relevancia situada en aspectos epistemológicos; se aprecia más una concepción más empirista de la actividad de laboratorio. Se encuentra también alguna respuesta solo ligada a alguna actividad propia de los trabajos prácticos de laboratorio (*realización de informes*). Un aspecto ausente, aunque quizá se pueda considerar implícito, es considerar un rol esencialmente activo de los estudiantes en los trabajos de laboratorio.

Con respecto a la tabla 2, ya en la misma pregunta se afirma que existe poca actividad experimental. Esto no fue objetado en ninguna respuesta y atribuyeron causas. Éstas permitieron ser agrupadas en dos categorías: por aspectos relacionados a la formación docente y por situaciones condicionantes propias del ámbito escolar. Considerando esto, resultó dicotómico; cada estudiante lo atribuyó sólo a una de ambas categorías. Resulta interesante tener en cuenta trabajos previos de indagación de esta cuestión. Es el caso de Del Carmen (2000) y Carrascosa et al. (2006); allí los profesores suelen atribuirlo casi exclusivamente a factores externos como la falta de instalaciones o materiales, excesivo número de alumnos y carácter enciclopédico del currículo. Como puede verse en nuestros resultados, 5 de 8 estudiantes sostienen que es causado por falta de materiales. Otros análisis, como el de Mordeglija et al. (2014), suman limitaciones de origen personal por parte de los docentes y también posible desvalorización social de la mirada científica. Una posible hipótesis sobre nuestro caso es que, siendo estudiantes, aunque avanzados, aun no sienten responsabilidad personal en el escenario mencionado en la pregunta 2.

El tipo de dispositivos propuestos en la pregunta 3 (tabla 3) en su mayoría serían de utilidad para la enseñanza de temas de mecánica (50 % de los casos). Curiosamente no se abordó en el taller esta posibilidad como pudo concluirse más arriba. Sin embargo, el caso daría cuenta de que los estudiantes conciben el armado de material variado con diferentes fines didácticos. Probablemente hayan influido algunas prácticas de su formación que se tomaron como ejemplos para la transferencia de lo trabajado. También deberíamos considerar que el caso particular de la enseñanza del movimiento y de las fuerzas, puede encontrar mayores posibilidades de construcción con elementos comunes que no requieren componentes tecnológicos (como los necesarios en circuitos eléctricos o sistemas de calentamiento, por ejemplo).

Un detalle observado es que las actividades experimentales descritas (sintetizadas en la tabla 4) son concebidas mayormente como comprobación de la teoría. Esto coincide con una programación de la enseñanza bastante tradicional tal como lo sostienen diversos autores (Tenreiro Vieira y Marques Vieira, 2006; Caamaño, 2004; López Rua y Tamayo Alzate, 2012). También puede afirmarse que no existe un planteo claro de los objetivos de aprendizaje. Es probable que el pedido de síntesis de la consigna haya influido, pero se tiene coincidencia con trabajos anteriores donde los objetivos de las actividades de laboratorio suelen resultar difusos (López Rua y Tamayo Alzate, 2012). No se encontraron propuestas de problematización con el dispositivo. Además de escasas, es posible que se haya instalado algún tipo de prácticas en la formación docente que no la contemplan particularmente.

Por otro lado, del análisis de la escritura final de informes se desprende que todas las opiniones de los estudiantes fueron muy favorables en relación a la experiencia. Como puede verse en el anexo 2, se ofreció una guía, pero evitando condicionar respuestas cerradas. Esto funcionó según lo esperado por lo que los informes han tenido un formato abierto, pero como consecuencia de esto no favorece cierta operacionalización precisa de respuestas. No obstante, y en sintonía con nuestro enfoque metodológico, con un análisis de contenido se identificaron aspectos en común que permiten interpretar resultados del taller. En adelante, se muestran algunas transcripciones (sólo con la inicial de sus nombres).

Es unánime la opinión de la importancia de las actividades experimentales, reafirmando lo expresado en la tabla 1, particularmente con elementos comunes. A continuación, un ejemplo de esto.

“Es sumamente relevante la utilización e implementación del material didáctico en las escuelas, mejor aún si son materiales reciclados o que los alumnos pueda encontrar o traer de sus hogares, de este modo, incentivamos más sus ganas de aprender y de continuar ese aprendizaje, siempre relacionándolo con la vida cotidiana” (L.)

En 5 de los 8 informes se explicita cierto descubrimiento en relación a la disponibilidad hasta el momento desconocida de elementos útiles para los propósitos planteados. Como ejemplo se transcriben tres respuestas.

“[...] pude observar que los materiales que pueden utilizarse para experiencias de laboratorio son mucho más accesibles de lo que creía” (R.)

“Luego de los cuatro encuentros, personalmente, cambió en mí la concepción sobre la importancia en la incorporación de la parte experimental en el desarrollo de los contenidos a enseñar. Creo que construir materiales didácticos, que permitan desarrollar actividades experimentales no es tan difícil como parecía” (T.)

“Reconozco que me sorprendí al escuchar los dispositivos que podría armar con las cosas que tenía en mi casa en desuso, como por ejemplo los imanes que se encuentran detrás de los parlantes que ya no funcionan” (M.)

También se encontraron expresiones alentadoras que señalarían un aumento de la confianza en el armado de dispositivos.

“Sinceramente, me costaba mucho imaginar actividades experimentales que no sean las que la mayoría conocemos, debido a que cuesta mucho conseguir los materiales necesarios, los cuales corren por cuenta del docente y no son baratos. Pero los encuentros me permitieron animarme a poder construir mis propios proyectos y reunir materiales como los maletines del profesor, en donde yo puedo tener todo lo necesario para trabajar con mis estudiantes” (H.)

“Sin dudas, la implementación de mis propias valijas o maletines didácticos, en la cual yo puedo disponer de materiales hechos por mí, o simplemente piezas a las cuales las puedo explotar en las prácticas que decida trabajar con mis alumnos” (Mónica)

Se hallaron posiciones que recuperan algunas ideas volcadas en la encuesta inicial en relación a decisiones docentes en su práctica:

“Creo que esta experiencia en cuanto curso me dejó en claro que no hay excusa para no realizar experiencias en el aula. Todo depende del docente y las ganas que tenga para llevarlo a cabo.” (R.)

En un par de informes se lee la intención de transferir el trabajo de armado con sus estudiantes en las escuelas, lo que es particularmente atendible en virtud de otorgarles mayor participación:

“Es una buena forma de que el alumno aprenda a identificar materiales y a soldar y desoldar; y al mismo tiempo a utilizar destornilladores, pinzas, que muchas veces los alumnos nunca utilizan” (P.)

Nos resultó interesante también una distinción que apareció en relación a la perspectiva de género en el escrito de una estudiante:

“En mi caso, nunca había usado un taladro, o un macho para hacer una rosca. Desconocía también qué era una “rosca”. Objetos que por lo general utilizan y saben realizar sólo los varones (sic). Sin embargo, lo pude hacer y es importante poder transmitir a nuestros estudiantes que todos pueden acercarse al conocimiento mediante

las actividades experimentales y perder el temor de que ciertas “cosas” son sólo para algunos.” (N.)

Finalmente, extrajimos un fragmento de una devolución del docente del curso, quien también abona la propuesta de diseño y construcción de material para la enseñanza:

“Quizás parte de la negativa en su implementación esté en que seguimos esperando que las escuelas dispongan de un laboratorio específico, que dispongan de kits de instrumentos y dispositivos ya armados para poder usarlos con los estudiantes. Y es por eso que esta propuesta de acompañamiento me resultó tan interesante: porque las prácticas y experiencias mostradas se valieron de dispositivos contruidos de manera casera, con materiales, o bien reciclados o de fácil adquisición en comercios locales y sin una inversión exorbitante. Dispositivos o materiales que, lo pude comprobar in situ, llamaron la atención tanto de los estudiantes como de los profesores que participamos de estos cuatro encuentros” (profesor)

Conclusiones

Las actividades se planificaron del modo en que aquí se detalló, se desarrollaron según lo esperado y permitieron la reflexión y discusión sobre los trabajos experimentales propuestos resultando una valoración positiva de la propuesta. Consideramos que fue facilitador la poca cantidad de estudiantes que integraba la comisión, lo que permitió un trabajo bastante personalizado. Asumiendo que no es habitual la construcción personal de aparatos en la enseñanza de la física, hubo acuerdo en que resulta muy conveniente abordarla, en particular porque es un hecho bien conocido el escaso material con el que se cuenta en las instituciones escolares. Debe considerarse, además, la posibilidad de dispositivos bien particulares, ajustados a los propósitos del docente, para los que en ocasiones los equipos comercializados pueden no ser adecuados (evitando, como ya se dijo, ajustar la experiencia a las posibilidades de estos últimos). La potencialidad que abre incursionar en dichos desarrollos, aun sencillos, generó entusiasmo en los futuros docentes. Entendemos que puede enriquecer aspectos procedimentales con el material concreto en la enseñanza de la física, generando mayor interés en el alumnado de secundaria.

Consideramos conveniente la incorporación de mayores prácticas que contemplen el armado de dispositivos en la formación docente inicial del profesorado y esto tuvo su confirmación en la propuesta. Pero adecuando además instrucciones sobre operaciones básicas en los aspectos técnicos necesarios y uso seguro de herramientas. También puede resultar atractivo explorar posibles usos de dispositivos tecnológicos sencillos que no han sido diseñados para la enseñanza, es decir concebidos para otros fines. Con estas alternativas, además es importante acudir a la problematización: por ejemplo, a través de consignas más o menos abiertas, que requieran el uso de los dispositivos y que puedan responderse con la manipulación de los mismos (Cyrulies et al, 2021). Con todo esto, puede impactarse positivamente en las representaciones docentes en relación a la

imposibilidad de plantear actividades experimentales cuando se carece de material institucional, lo cual suele producir desánimo.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades del ISFD 112 por abrirnos las puertas para este trabajo con los estudiantes y particularmente al profesor Antonio Barrozo por brindarnos su espacio y colaborar con el proyecto.

Referencias bibliográficas

- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: Una clasificación útil de los trabajos prácticos. *Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, pp. 8-19.
- Carrascosa, J.; Gil Pérez, D.; Vilches, A. y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), pp. 157-181.
- Cyrulies, E. (2021). Experiencias de laboratorio sobre el calor con un artefacto hogareño en la formación del profesorado de física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 18, nº 2.
- Cyrulies, E.; Salomone, H. y Olivieri, N. (2021). Actividades experimentales para la enseñanza de ondas estacionarias a través de dispositivos construidos con materiales de fácil acceso. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 33, nº 2.
- Cyrulies, E. (2022). Experiencias de electromagnetismo con un interesante y sencillo motor eléctrico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 19, nº 3.
- Denzin, N. y Lincoln, Y. (2000). The discipline and practice of qualitative research. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (eds.). *Handbook of Qualitative Research* (1-28). Second Edition. California: Sage Publications.
- Del Carmen, L. (2000). Los Trabajos Prácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (dir.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil, cap. 11 pp. 267-287.
- García Cañedo, R.; Rodríguez Llerena, A., Llovera González, J., y Perdomo Leyva, C. (2019). Propiciando el pensamiento teórico por medio de los laboratorios de física. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol 13, No.4, Dec.
- López Rua, A.; Tamayo Alzate, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. vol. 8, núm. 1. pp. 145-166.
- Morales, L.; Mazzitelli, A. y Oliver, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiante, *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 11-19.

- Mordeglia, C. y Mengascini, A. (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2), pp. 71-89.
- Pérez Losada, E. y Falcón, N. (2009). Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 6, nº 3, pp. 452- 465.
- Tenreiro Vieira, C. y Marques Vieira, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), pp. 452-466.
- Wilson, S. (2009). Teacher quality: Education policy white paper. Washington, DC: National Academy of Education.
- Wurm, G.; Marinelli, M.; Fontana, L.; Salomón, S. y Ríos, R. (2019). Desarrollo de instrumental de laboratorio controlado por sistemas embebidos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(Extra), 741-747.
- Zorrilla, E. y Mazzitelli, C. (2021). Aproximación multimetodológica en el estudio de las representaciones sobre Trabajos Prácticos de Laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 18(2), 2601.
- doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2601

ANEXO 1

Encuesta inicial

- 1- Para vos, ¿son relevantes las prácticas experimentales en la enseñanza de la Física? ¿Por qué? ¿Identificás objetivos importantes en las mismas? ¿Cuáles?
- 2- Se conoce que en diversos ámbitos escolares suele haber muy poca actividad experimental en la enseñanza de la física. ¿Por qué te parece que ocurre?
- 3- Considerando que es posible la construcción personal de material didáctico para desarrollar actividades experimentales, imaginá que te lo proponés con elementos accesibles o económicos. ¿Qué ejemplos de dispositivos a construir podrías dar? Intentá describirlos.
- 4- Describí muy brevemente una secuencia de enseñanza donde se identifique el modo de uso de uno de esos dispositivos construidos.
- 5- ¿Qué dificultades considerarás que tendrías para la elaboración del material? En cuanto al diseño, a la construcción, a la elección de elementos, etc.

ANEXO 2

Escritura de informe

En el informe se te pide un trabajo de opinión, a partir del trayecto formativo de cuatro encuentros llevado a cabo dentro de la materia Física y su enseñanza, considerando también que ya tenés transitada una formación docente. En el mismo deben desarrollarse, en un formato de texto explicativo, los aspectos que consideres más importantes en relación a lo trabajado.

No es un informe donde se evalúan saberes o conocimientos que hayas alcanzados. Se trata de un ejercicio de escritura donde quede expresada tu posición personal frente al tema luego de los cuatro encuentros. Para esto, revisá tus bitácoras, instrumento que se encargó para la ocasión.

Algunos aspectos que pueden guiar tu reflexión pueden ser los siguientes (no tienen que ser abordados dando una respuesta a cada uno ni son exhaustivos, sólo son una guía):

Algún cambio en tu visión sobre la actividad experimental en la enseñanza de la física.

Posible nueva mirada que tengas sobre los materiales didácticos en cuanto a su relevancia, su utilización en la escuela, etc.

Evaluación, luego de los encuentros, sobre tus posibilidades de construir materiales para la enseñanza.

Qué tan familiares te resultaron los materiales utilizados.

Elementos cotidianos que podrías utilizar para la enseñanza de algún contenido específico.