

# Reflexiones de un grupo de docentes universitarios de Física sobre la práctica docente en el laboratorio

Reflections of a group of university Physics teachers on the teaching practice in the laboratory

Miriam Scancich<sup>1\*</sup>, Marta Yanitelli<sup>1</sup> y Leandro Pala<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Avenida Pellegrini 250,- CP 2000, Santa Fe. Argentina.

\*E-mail: [scancich@fceia.unr.edu.ar](mailto:scancich@fceia.unr.edu.ar)

Recibido el 30 de septiembre de 2022 | Aceptado el 24 de octubre de 2022

## Resumen

Se presenta aquí el análisis de las producciones escritas de un grupo de docentes de Introducción a la Física, Física I, II y III de las carreras de Ingeniería de la FCEIA UNR, elaboradas en el marco de un seminario taller, a partir de un conjunto de consignas en las cuales se buscaba reconocer los fundamentos que sustentan sus decisiones al momento de seleccionar y abordar situaciones problemáticas de laboratorio. Se adoptó un enfoque cualitativo de carácter interpretativo atendiendo a que las situaciones que se dan en el laboratorio tienen sentido en términos de los significados que los docentes le otorgan. Los primeros resultados muestran que los elementos fundamentales de la actividad científica escolar están presentes, ya sea explícita o implícitamente, en las prácticas de los docentes en el laboratorio.

**Palabras clave:** Práctica docente en el laboratorio; Docentes universitarios; Física básica universitaria; Actividad científica escolar.

## Abstract

We present the analysis of the group of teachers' productions of Introduction to Physics, Physics I, II and III of the Engineering careers of the FCEIA UNR, which were elaborated in a Workshop Seminar, from a set of slogans in order to recognize the foundations of their decisions when selecting and addressing problematic laboratory situations. It was adopted a qualitative approach of an interpretive nature, taking into account that the situations that take place in the laboratory have sense in terms of the meanings given by the teachers. The first results show that the fundamental elements of school scientific activity are present in the teachers practices of laboratory, either explicitly or implicitly.

**Keywords:** Teaching practice in the laboratory; University teachers; Basic university physics; school scientific activity.

## I. INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo actual se observa una gran diversidad de estudiantes en las aulas universitarias, provenientes de diferentes contextos socio-económicos, con diversa formación previa, distintas motivaciones, intenciones, preferencias personales y habilidades. Esto demanda al docente, hacer frente a todas estas características que se encuentran en el aula, asumir una postura reflexiva sobre su propia práctica, innovar promoviendo la motivación y la autoformación (Hillier, 2005; Kane, Sandretto y Heath, 2002; Light, Calkins y Cox, 2009).

Así, acordando con los autores citados, los objetivos de las prácticas docentes y, en particular, las que se llevan a cabo en los laboratorios de Física deberían diversificarse dando lugar a diferentes tipos, útiles para el aprendizaje de procesos científicos. Esto implicaría el planteo de actividades experimentales contextualizadas que promuevan el

análisis y cuestionamiento de los procesos realizados, la reflexión sobre los resultados obtenidos, la creatividad de los estudiantes, entre otros aspectos (Rivarosa y Astudillo, 2013); así como también la modelización, la graficación de datos experimentales y el uso de diferentes recursos tecnológicos (Scancich, Pala y Yanitelli, 2020). De este modo, la práctica en el laboratorio deja de ser sólo una actividad experimental al integrar otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales (Carrascosa, Gil Pérez, Vilches Peña y Valdés Castro, 2006).

En este sentido, al delinear el plan de trabajo de nuestro proyecto de investigación “Gráficas cartesianas de datos experimentales y modelización. Un estudio con profesores universitarios de Física”, acreditado por la Universidad Nacional de Rosario con inicio en 2020, una de nuestras inquietudes era entender cómo se usan las gráficas cartesianas y los recursos tecnológicos para construir conocimiento, resignificar conceptos, comprender, explicar y modelizar diferentes fenómenos físicos en los laboratorios de los distintos cursos de Física para ingenieros de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Asimismo, como docentes de los mismos, veíamos la necesidad de articular las estrategias didácticas entre los laboratorios de esos cursos para favorecer la relación entre las prácticas vinculadas a la graficación y a la modelización.

Partiendo de lo mencionado, se presenta aquí el análisis de las producciones escritas de un grupo de docentes universitarios de Física, elaboradas en el marco de un Seminario taller, a partir de la propuesta de un conjunto de consignas de trabajo y de las discusiones que se sucedieron en plenario; a fin de reconocer aspectos que influyen en las acciones que orientan su práctica docente y poner de manifiesto algunas concepciones sobre la actividad científica escolar. El análisis efectuado es parte de un estudio más amplio destinado a elaborar un documento que incluirá un conjunto de herramientas prácticas con la intención de articular las estrategias didácticas que se desarrollan en los distintos laboratorios de Física.

## II. REFERENTES TEÓRICOS

Según Adúriz-Bravo (2001) la actividad científica escolar requiere de conectar firmemente los hechos del mundo con los modelos apropiados para explicarlos y con los lenguajes que permiten comunicar las relaciones entre unos y otros. Vincular hechos y modelos es para los estudiantes un procedimiento desconocido aun cuando se trate de reconstruir modelos científicos ya consensuados para dilucidar problemas que se les presentan o que pongan en juego los modelos que han aprendido para dar sentido a determinadas situaciones que les resultan de interés (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009). En esta línea Izquierdo- Aymerich (2000) habla de la construcción del hecho científico, en la cual los modelos teóricos escolares han de permitir que los estudiantes actúen con la máxima autonomía posible frente a las prácticas experimentales que se les proponen.

Así, en el diseño de la actividad científica escolar se ha de tener en cuenta cuáles son los hechos que pueden tener sentido para los estudiantes, a fin de transformarlos, a partir del conocimiento teórico, en hechos que funcionarán a modo de modelos teóricos escolares (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003, 2005).

Según Izquierdo-Aymerich (2005, citado en Paz, Márquez y Adúriz-Bravo, 2008), la actividad científica escolar posee cuatro elementos fundamentales:

1. *lo que pasa en el mundo o lo que provocamos que pase al intervenir (los hechos y la experiencia);*
2. *lo que se piensa sobre eso que pasa y sobre lo que hacemos (el conocimiento: la teoría y los modelos);*
3. *las finalidades que perseguimos con nuestras actuaciones (los objetivos y las metas);*
4. *el lenguaje adecuado para dar sentido y comunicar a otros nuestra intervención cargada de teoría (la comunicación con los sistemas de símbolos). En este sistema de ideas, pensamos con modelos que dibujan determinadas “reglas de juego” para intervenir y determinados lenguajes para comunicar, cargados de finalidades y valores socialmente relevantes.* (Paz, Márquez, Adúriz-Bravo, 2008, p. 14)

El uso de diferentes recursos tecnológicos es otro aspecto a tener en cuenta ya que brinda nuevas posibilidades para las prácticas de laboratorio que resultan beneficiosas para la formación de competencias tecnológicas (Zorrilla, Quiroga, Morales, Mazzitelli y Maturano, 2020). Así como también, promover actividades orientadas a la toma de conciencia acerca de “El papel de la tecnología, la tentatividad del conocimiento, la pluralidad metodológica, la carga teórica de la observación y la ciencia como una empresa histórica y socialmente situada, que evoluciona en el tiempo” (Adúriz-Bravo, Izquierdo-Aymerich y Stany, 2002, p. 467). Tales actividades pueden constituirse en auténticas actividades científicas escolares.

## III. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para canalizar las inquietudes consignadas anteriormente en el apartado Introducción se implementó un curso de formación al que se convocaron docentes del Departamento de Física y Química de la Escuela de Formación Básica de

la FCEIA UNR, teniendo en cuenta en la conformación del grupo diversidad en edades, formación de grado y posgrado, experiencia en docencia e investigación, cargos y cátedras.

El curso, denominado “Prácticas docentes en el contexto del laboratorio de Física”, tuvo como fundamento la experiencia de cada docente y la reflexión sobre su práctica en el laboratorio. Es así que se trabajó con un formato de Seminario-taller, en tres encuentros, complementados con producciones individuales y grupales previas y posteriores a los mismos (Pala, Yanitelli y Scancich, 2022).

Previo al primer Seminario-Taller (realizado forzosamente de manera virtual) se implementó un cuestionario con el que, con un objetivo amplio, se buscaba indagar acerca de los fundamentos que sustentan las decisiones de los docentes al abordar las situaciones problemáticas de laboratorio, sus diferentes concepciones sobre la enseñanza y las interacciones que establecen con los estudiantes. También, se analizaron las respuestas a las siguientes preguntas del cuestionario:

- Teniendo en cuenta los “trabajos prácticos” de laboratorio que habitualmente desarrolla en su actividad curricular, ¿cuáles considera que son los principales aspectos de la práctica profesional de un ingeniero que se ponen en juego en los mismos?
- ¿Considera que esos trabajos prácticos pueden caracterizarse como auténtica actividad científica escolar?, ¿por qué?

Los extractos que se refieren a continuación fueron puestos a disposición de los participantes a través de un texto de elaboración propia propuesto como guía para el debate antes del encuentro virtual sincrónico. Un análisis más detallado de los aspectos epistemológicos del mencionado cuestionario puede encontrarse en Yanitelli, Scancich y Pala (2021).

Entre las respuestas afirmativas a la segunda pregunta se menciona que los trabajos prácticos (TP) pueden considerarse una actividad científica escolar porque *“se realizan hipótesis, experiencia, discusión, comparación y conclusión”; “se amplían conocimientos, se explican fenómenos, se desarrollan teorías y se establecen principios, se reformulan planteamientos y refutan resultados”; “ponen en juego hipótesis falsables, cumpliendo el criterio de Popper”*. Otras/os piensan que los TP de laboratorio podrían considerarse *“un acercamiento a la actividad científica”; “una primera aproximación, donde aprenden una forma de trabajo y comienzan a utilizar algunas herramientas que les servirán en el futuro”; o “como una simulación de una investigación científica”*. En otra respuesta se observa que *“En general, se presentan los laboratorios como experiencias armadas para obtener un determinado resultado demostrativo de lo visto en la teoría”*. Y que *“La actividad científica requiere de pasos que ya han sido realizados previamente por los/as docentes/investigadores que armaron los laboratorios”*.

Alguien reflexionó que *“toda actividad que estimule de alguna manera el pensar crítico en una persona es una manera de realizar una actividad científica”*. Aunque sugirió que *“habría que definir lo que sería una auténtica actividad científica”*. Esta última intervención dio lugar para hacer referencia en el texto guía para el debate a las ideas desarrolladas desde hace dos décadas por Izquierdo-Aymerich, Sanmartí, Espinet, Adúriz-Bravo y colaboradores, y se sugirió la lectura de un artículo en el que se sintetiza el concepto de actividad científica escolar (Paz, Márquez y Adúriz-Bravo, 2008).

Con relación a la primera pregunta sobre “los principales aspectos de la práctica profesional de un ingeniero que se ponen en juego” en los TP de laboratorio, nos interesó particularmente rescatar las menciones a términos como “modelo teórico”, “modelizar”, “modelos físicos” porque eran conceptos que preveíamos trabajar en el marco del curso; y que además están estrechamente vinculados con el enfoque de la segunda pregunta. Para profundizar en el concepto de modelo sugerimos la lectura del artículo “Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales” (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009).

Como se mencionó en un trabajo anterior, con estas preguntas “se pretendió generar la reflexión acerca del sentido de las actividades que habitualmente se desarrollan en el laboratorio, y poner de manifiesto algunas concepciones sobre la actividad científica” (Yanitelli *et al.*, 2021). Por otro lado, las lecturas previas tuvieron la intencionalidad de ubicar una referencia teórica que pueda ser utilizada por los docentes participantes como disparador para el debate propuesto en el primer encuentro.

Es importante destacar que, así como en el cuestionario previo no se interrogó explícitamente por cuestiones como el proceso de modelización o el uso de modelos, en las actividades planificadas para el primer Seminario-taller no se hacía mención de manera deliberada a las gráficas cartesianas de datos experimentales ni al uso de recursos tecnológicos que facilitan su construcción y tratamiento. De esta manera, se evitaba direccionar la mirada hacia estos aspectos, los cuáles se esperaba que surgieran en el mismo desarrollo del curso.

Respecto al desarrollo del primer Seminario-taller, este comenzó con una introducción en la que se mencionaron los aspectos generales del curso. A continuación, se expresaron las consignas de trabajo y se brindó un tiempo para la discusión en grupos con la asistencia de los coordinadores. Finalmente se destinó un momento para la reflexión e intercambio en plenario. Por cuestiones de tiempo, la síntesis de lo trabajado en el encuentro fue realizada posteriormente y por escrito; esto constituyó uno de los insumos para el segundo Seminario-taller.

#### IV. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Se adoptó un enfoque cualitativo de carácter interpretativo atendiendo a que las situaciones de enseñanza y de aprendizaje que se dan tanto en el aula como en el laboratorio constituyen hechos sociales a los que se intenta encontrar sentido en términos de los significados que las personas le otorguen. De esta manera se hace referencia a formas concretas de percibir y abordar la realidad, lo cual lleva a compartir posturas que coinciden en concebir la realidad como multirreferencial, cambiante, cuyas explicaciones son un producto social y humano (Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista Lucio, 2006).

Se trabajó con diez docentes; dos de ellos se desempeñan en la actividad curricular Introducción a la Física; tres en Física I; dos en Física II y los tres restantes en Física III. Estas actividades curriculares corresponden al Bloque Ciencias Básicas de las carreras de Ingeniería, siendo la primera encuadrada en un formato taller, el cual excluye el dictado de clases magistrales y adopta un proceso de evaluación de carácter formativo y continuo; mientras que las otras tres actividades curriculares de física se desarrollan en un formato de asignatura más tradicional.

Se conformaron cuatro grupos de acuerdo a la actividad curricular en la que los docentes se desempeñan. Atendiendo a la perspectiva interpretativa de los estudios de caso (Hernández Sampieri *et al.*, 2006), cada grupo se constituyó en un caso de estudio. El caso en sí mismo se considera importante por lo que puede revelar acerca del fenómeno a investigar, ya sea, dando lugar al descubrimiento de nuevos significados, ampliando la experiencia del investigador o confirmando lo que ya conoce.

Las producciones escritas realizadas por cada grupo, actuaron como protocolos para la recolección de información. Las consignas de trabajo que se plantearon fueron las siguientes: (1) Seleccionar un TP de aquellos que se realizan durante el cursado que refleje lo que se hace en el Laboratorio; (2) Argumentar por escrito cuáles son los motivos de dicha selección y (3) Explicitar las características del TP seleccionado.

Los TP seleccionados de acuerdo a la actividad curricular correspondiente fueron:

- Introducción a la Física. TP “Péndulo”;
- Física I. TP “Análisis de fuerzas y movimientos utilizando una pista de aire”;
- Física II. TP “Estudio de las oscilaciones libres de un sistema masa-resorte”;
- Física III. TP “Mapeo de superficies equipotenciales y líneas de campo eléctrico”;

El análisis de las respuestas a las consignas se efectuó siguiendo una técnica de análisis interpretativo textual (Bernárdez, 1995). Dicho análisis se basó en la identificación de expresiones, en el documento escrito por los grupos, las cuales se constituyeron en indicadores asociables a las representaciones que ponen en juego los docentes al reflexionar sobre los motivos y características del TP seleccionado como representativo de lo que se hace en el laboratorio en cada actividad curricular. Luego de un acuerdo previo de criterios de análisis entre los investigadores, se procedió a la triangulación de la información contenida en los protocolos.

En particular, las características del TP se relacionaron con los cuatro elementos fundamentales de la actividad científica escolar mencionados en los referentes teóricos: 1. los hechos y la experiencia; 2. el conocimiento: la teoría y los modelos; 3. los objetivos y las metas; 4. la comunicación con los sistemas de símbolos. Cabe aclarar que estos elementos estaban incluidos en la guía para el debate a la que los participantes tuvieron acceso previo al Seminario-taller.

#### V. ANÁLISIS Y REFLEXIONES

El análisis de las producciones, respecto a la consigna sobre los motivos de la selección del TP que refleja lo que se hace en el Laboratorio, permitió evidenciar que todos los grupos explicitaron que uno de los motivos es que hace posible pensar, discutir, dialogar y comunicar en términos de modelos. Específicamente, el grupo de docentes de Física II, en adelante identificado como GFII, indicó “*No se trata de una actividad en la que se pretenda demostrar la validez o no de un determinado modelo teórico sino, por el contrario, los pone en discusión permanentemente*”. Por su parte el grupo de Física I, nombrado como GFI, consignó “*En las discusiones sobre la fuerza de rozamiento, inclinación de la pista, tamaño y geometría del deslizador, polea, toma de mediciones de velocidades medias que consideramos instantánea, entre otros aspectos de la experiencia... se abre la posibilidad de discutir y pensar las aproximaciones y modelos utilizados*”.

El grupo de Física III, denominado como GFIII, como otro motivo de selección del TP explicitó “*Elegimos el TP por ser uno de los que mejor logra el proceso de descubrimiento y discusión del fenómeno estudiado*”. Esta aseveración estaría dando cuenta de una concepción del conocimiento científico como el fruto de un proceso inductivo a partir de la “observación de los hechos”, mientras que hoy la concepción mayoritariamente consensuada, reconoce la imposibilidad de una observación despojada de un marco teórico (explícito o implícito) que permita atribuir significados a la

información recibida (Hodson, 1986). Este tema se trató en el encuentro siguiente durante la devolución de nuestra parte sobre las producciones de los grupos, lo cual dio lugar a reflexiones interesantes sobre las prácticas docentes que se desarrollan en el laboratorio.

En tanto, el grupo de Introducción a la Física, identificado como GIF, consideró como otro motivo “*Esta actividad [...] lo acerca [al estudiante] a la idea de que a partir de: 1. los hechos y la experiencia -o el péndulo en sí y su construcción y mediciones -. Elaboramos: 2. lo que se piensa sobre eso que pasa y sobre lo que hacemos -construimos un modelo que consta de un esquema, y diversas tablas de valores para llegar a funciones y representaciones matemáticas. Pensando en 3. las finalidades que perseguimos con nuestras actuaciones - En este caso, responder la pregunta ¿De qué depende el período? Construyendo en todo momento con 4. el lenguaje adecuado para dar sentido y comunicar a otros nuestra intervención cargada de teoría*”. Se destaca la relación establecida entre el TP seleccionado y los cuatro elementos fundamentales de la actividad científica escolar propuestos por Izquierdo-Aymerich (2005), aportando un posible itinerario en el proceso de construcción de modelos que culminaría en aprendizaje de las relaciones pendulares.

Respecto de la consigna que hace referencia a las características del TP seleccionado, el análisis se efectuó considerando los cuatro elementos que posee la actividad científica escolar. Se destaca que solo el grupo GIF hizo mención explícita a la relación entre tales elementos fundamentales y las características del TP seleccionado.

En el análisis efectuado a continuación se buscaron segmentos de texto representativos que dieran cuenta de la presencia de tales elementos en las producciones del resto de los grupos.

**TABLA I.** Segmentos de texto representativos del elemento 1. los hechos y la experiencia

Grupo	Elemento 1. Los hechos y la experiencia
GIF	<i>"el péndulo en sí y su construcción y mediciones"</i>
GFI	<i>"Un deslizador situado sobre una pista de aire se conecta ... a una masa que cuelga... Un dispositivo detector puede determinar la velocidad angular instantánea de la polea en cada momento; la información es enviada a una computadora"...</i>
GFI	<i>... "se arma el dispositivo suspendiendo un resorte en forma vertical de un soporte ... se carga el resorte con una masa y se mide el estiramiento estático que sufre el resorte"</i>
GFI	<i>... "se vierte agua en la bandeja ... se colocan electrodos de diversas formas conectados a una fuente de tensión. ... con un voltímetro, se miden las tensiones en distintos puntos de la superficie del agua"</i>

De la tabla I se puede inferir que los grupos GFI y GFII otorgan relevancia a las acciones/manipulaciones asociadas a los procedimientos/técnicas (observar, medir, etc.) inherentes al TP. Es decir, a la “*manera de mirar y de actuar propia de las ciencias, que ven en el mundo un tipo de hechos que interesan y sobre los que se puede intervenir activamente*” (Paz, Márquez, Adúriz-Bravo, 2008).

El grupo GFI hizo referencia al uso de un dispositivo detector actuando como instrumento de medición que envía información a una computadora, aclarando posteriormente que el sistema de detección infrarroja utilizado aleja al alumno del proceso de medición, porque se diluye el concepto de que hay distancias y tiempos involucrados. Esta afirmación se aleja de lo que sostiene Burkhardt (2006) sobre que existe una necesidad de usar la tecnología para la modelación pues proporciona un apoyo invaluable al establecimiento de estructuras de análisis, a la variación producida por diferentes tipos de datos y a la disposición de múltiples rutas de comprobación de los resultados.

Atendiendo a la tabla II, los grupos GIF y GFI consignaron como características relacionadas con el elemento 2 -el conocimiento: la teoría y los modelos-, la *construcción* de modelos a través del pensamiento y la *discusión* acerca del modelo aplicado al fenómeno en estudio. En tanto el grupo GFII expresó como características, la posibilidad de *predecir* el comportamiento del sistema en estudio, *predecir* lo que pasará y comprobarlo y *deducir* el tipo de movimiento.

**TABLA II.** Segmentos de texto representativos del elemento 2. el conocimiento: la teoría y los modelos.

Grupo	Elemento 2. El conocimiento: la teoría y los modelos
GIF	<i>... "construimos un modelo que consta de un esquema, y diversas tablas de valores para llegar a funciones y representaciones matemáticas"</i>
GFI	<i>"En las discusiones sobre... se abre la posibilidad de discutir y pensar las aproximaciones y modelos utilizados"</i>
GFII	<i>... "midiendo ese estiramiento es posible predecir la frecuencia propia a la que oscilará el sistema – considerado como ideal - cuando se lo perturbe. Se observa que las amplitudes decaen en el tiempo y por lo tanto los estudiantes deducen que el sistema se mueve en el régimen subamortiguado"</i>
GFIII	<i>... "logran visualizar en forma global al campo eléctrico que resulta de la geometría del problema... se utilizan los contenidos teóricos relativos a las distribuciones de cargas eléctricas en conductores y aislantes, y la relación entre superficies equipotenciales y líneas de campo"</i>

Otra característica mencionada por el grupo GFIII fue la visualización, proceso que no se restringe a simplemente mirar y captar información, sino que debe articular lo que se ve y se sabe (Acuña, 2012).

**TABLA III.** Segmentos de texto representativos del elemento 3. los objetivos y las metas.

Grupo	Elemento 3. Los objetivos y las metas
GIF	<i>"En este caso, responder la pregunta ¿De qué depende el período?"</i>
GFI	<i>... "se pueden determinar las aceleraciones esperadas para las distintas combinaciones de masas"</i>
GFII	<i>"No se trata de una actividad en la que se pretenda demostrar la validez o no de un determinado modelo teórico sino, por el contrario, los pone en discusión permanentemente"</i>
GFIII	<i>"Este TP se realiza en el primer bloque de la materia donde se estudia el tema de electrostática. Es un modelo simple que se utiliza para poder visualizar líneas de campo eléctrico"...</i>

En la tabla III se observa que el grupo GIF promueve, a partir de la pregunta *"¿De qué depende el período?"*, que el estudiante vaya estableciendo las hipótesis teóricas que dan lugar a que las relaciones pendulares puedan formalizarse, permitiendo predecir cuantitativamente lo que va a pasar. En tanto el grupo GFII promueve poner en discusión permanentemente a los modelos teóricos como una manera de aprender ciencias. Las ciencias no son simplemente *"verdades sobre el mundo"* descubiertas por una experimentación objetiva, sino el resultado de un proyecto con una finalidad concreta, guiado y evaluado según criterios compartidos que se revisan y transforman a lo largo del tiempo (Izquierdo-Aymerich, 2007).

Se puede observar de la tabla IV que el grupo GFI hace referencia a *"...gráficas de posición, velocidad y aceleración de los cuerpos en función del tiempo"* aclarando posteriormente que las mismas son presentadas en la pantalla de una computadora. Queda implícita la tarea que el docente tiene que desarrollar que refiere a lograr la correcta articulación de los elementos semióticos que la componen, favorecer el tránsito desde un registro gráfico hacia el analítico, lograr la adecuada interpretación. En tanto, el grupo GIF consigna explícitamente *"Finalmente se grafica el período en función de las variables antes mencionadas, y se buscan relaciones matemáticas que nos permitan ver la dependencia o no de las mismas"* promoviendo el proceso de conversión (Duval, 2006) de un sistema de representación en otro expresado en un sistema semiótico diferente. El grupo GFII otorga importancia al diálogo y a la discusión sobre las intervenciones efectuadas como un modo de construir el hecho científico y apropiarse de él.

**TABLA IV.** Segmentos de texto representativos del elemento 4. la comunicación con los sistemas de símbolos.

Grupo	Elemento 4. La comunicación con los sistemas de símbolos
GIF	<i>"Construyendo en todo momento con" [4. el lenguaje adecuado para dar sentido y comunicar a otros nuestra intervención cargada de teoría]</i>
GFI	<i>"Los datos son presentados entonces en forma tanto de tablas como de gráficas de posición, velocidad y aceleración de los cuerpos en función del tiempo"</i>
GFII	<i>"Fomenta la discusión y argumentación de los resultados medidos, haciendo foco en que esas mediciones representan las características del comportamiento del sistema bajo estudio"</i>
GFIII	<i>... "se anotan los valores en un croquis que representa a la configuración, realizando un mapeo de curvas de nivel (equipotenciales)"</i>

## VI. CONSIDERACIONES FINALES

Si bien solo el grupo GIF, conformado por docentes de Introducción a la Física, relacionó explícitamente las características del TP seleccionado con los cuatro elementos fundamentales que posee la actividad científica escolar propuestos por Izquierdo-Aymerich (2005), el análisis de las producciones del resto de los grupos GFI, GFII y GFIII integrados por docentes de Física I, II y III respectivamente, mostró que estos elementos están presentes aunque de forma implícita.

Solo los grupos GIF y GFI seleccionaron un TP en el que se recurre al uso de gráficas cartesianas de datos experimentales. Sin embargo, se observa que el grupo GIF promueve explícitamente acciones orientadas a la comunicación, utilizando convergentemente distintos sistemas semióticos, y a la atribución de significados. De acuerdo con Molina-Toro, Villa-Ochoa, Suárez Téllez (2018), frente a la necesidad de explicar el fenómeno en estudio, la gráfica se constituye en elemento primordial dado que puede ser usada como argumento mientras ocurre en el proceso de modelación que explica el fenómeno.

En cuanto al uso de los recursos tecnológicos, solo en el TP elegido por el grupo GFI se recurre a estos. No obstante, el grupo no había tomado en cuenta aún que la tecnología no es una herramienta de apoyo para la actividad de experimentación, más allá de ello, la tecnología se considera como un aspecto constitutivo; es decir, una experimentación sin tecnología no tiene sentido. Este tipo de cimientos epistemológicos sugieren una visión amplia de tecnologías que

no se agota en la presencia de dispositivos, sino que incluye sus usos y mediaciones (Molina-Toro, Villa-Ochoa, Suárez Téllez, 2018).

Debe recordarse que en las actividades planificadas para el primer Seminario-taller no se hizo mención, intencionalmente, al uso de las gráficas cartesianas de datos experimentales ni al de los recursos tecnológicos de manera de no direccionar la elección del TP.

Los aspectos mencionados se constituyeron en insumos relevantes para el desarrollo del segundo Seminario-taller. El espacio de reflexión compartida, en el que también aparecieron algunas de las ideas presentadas sobre nuestras investigaciones, permitió comenzar a tratar aspectos asociados a cómo abordamos realmente las gráficas con los estudiantes, de qué manera se articulan modelización y graficación y cuál sería el rol de la tecnología en la dupla modelización-graficación.

En cuanto a las perspectivas futuras prevemos, a partir del análisis y procesamiento de la vasta información recabada a lo largo del desarrollo de los tres Seminarios-taller, la elaboración de un documento que incluirá un conjunto de herramientas prácticas y criterios de gestión de los laboratorios. Este documento se pondrá a consideración de los docentes participantes del curso a fin de lograr consenso sobre su contenido. Una vez consensuado será compartido con todos los docentes de Física del departamento con la expectativa de que sea llevado a la práctica.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación activa de las y los docentes del Departamento de Física y Química de la Escuela de Formación Básica de la FCEIA UNR en las actividades propuestas en el marco del curso "Prácticas docentes en el contexto del laboratorio de Física".

## REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral. Bellaterra: UAB. [En línea].

Adúriz-Bravo, A., Izquierdo-Aymerich, M. y Stany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-476.

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación y Educación en Ciencias*, Año 4 número especial 1, 40-49.

Acuña, C. (2012). *La visualización como forma de ver en matemáticas; un acercamiento a la investigación*. España: Gedisa.

Bernárdez, E. (1995). *El papel del léxico en la organización textual*. Publicación de la Universidad Complutense de Madrid.

Burkhardt, H. (2006). Modelling in Mathematics Classrooms: reflections on past developments and the future. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 178–195.

<https://doi.org/10.1007/BF02655888>

Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches Peña, A. y Valdés Castro, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La gaceta de la RSME*, 9(1), 143-168.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, P. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (1a. ed.). México: Mc Graw Hill.

Hillier, Y. (2005). *Reflective teaching in further and adult education*. Londres: Continuum International Publication Group.

Hodson, D. (1986). Philosophy of science and science education. *Journal of Philosophy of Education*, 20(2).

Izquierdo-Aymerich, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En: Perales, F.J. y Canal, P. (Comps.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 35-64. Alcoy: Marfil.

Izquierdo-Aymerich, M. (2005). *Nuevos contenidos para una nueva época: Aportaciones de la didáctica de las ciencias al diseño de las nuevas ciencias para la ciudadanía*. Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. En línea.

Izquierdo-Aymerich, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125-138.

Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar: Un ejemplo de química. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII Congreso. [En línea].

Kane, R., Sandretto, S. y Heath, C. (2002). Telling half the story: A critical review of research on the teaching beliefs and practices of university academics. *Review of Educational Research*, 72, 177-228.

Light, G., Calkins, S. and Cox, R. (2009). *Learning and teaching in higher education: The reflective professional*. Londres: Sage.

Molina-Toro, J., Villa-Ochoa, J., Suárez Téllez, L. (2018). La modelación en el aula como un ambiente de experimentación-con-graficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 87-115.

Paz, V., Márquez, C. y Adúriz-Bravo, A. (2008). Análisis de una actividad científica escolar diseñada para enseñar qué hacen los científicos y la función de nutrición en el modelo de ser vivo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4(2), 11-27.

Rivarosa, A. y Astudillo, C. (2013). Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. *Revista CTS*, 8(23), 45-66.

Scancich, M., Pala, L. y Yanitelli, M. (2020). Prácticas de laboratorio: hacia un estudio de perfiles docentes. *Revista Enseñanza de la Física*, 32 Número Extra, 329-334.

Yanitelli, M., Scancich, M. y Pala, L. (2021). Hacia una caracterización de las prácticas de laboratorio: un estudio con profesores universitarios. *Revista Enseñanza de la Física*, 33 Número Extra, 665 - 671.

Pala, L., Yanitelli, M. y Scancich, M. (2022). *Un curso de formación de docentes universitarios de física: hacia la articulación de las actividades de laboratorio*. Trabajo aceptado para ser presentado en las VIII Jornadas Nacionales y IV Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas (Octubre 2022).

Zorrilla, E., Quiroga, D., Morales, L., Mazzitelli, C. y Maturano, C. (2020). Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(60), 263-285.