

**Enseñanza de la Física basada en elaboración de modelos para la resolución de problemas. Caracterización de configuraciones didácticas y estilos de planificación de profesores de ciencias.**

Furci Victor

[vfurci@gmail.com](mailto:vfurci@gmail.com)

Aduriz Bravo Agustín

[adurizbravo@yahoo.com.ar](mailto:adurizbravo@yahoo.com.ar)

Trinidad Oscar

[oscar9.8trinidad@gmail.com](mailto:oscar9.8trinidad@gmail.com)

Peretti Luis

[luispperetti@gmail.com](mailto:luispperetti@gmail.com)

Línea temática: Didáctica de las Ciencias Naturales en la Educación Superior.

Modalidad: 6

### **Resumen**

El presente estudio, que se encuentra en estado inicial, se inscribe dentro de la línea de enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos (EBEM) y se focaliza en la enseñanza de la Física en el ámbito de formación docente en ciencias naturales. Se propone caracterizar y analizar la forma en que un grupo seleccionado de docentes de ciencias naturales en ejercicio, elabora secuencias didácticas que incluyen el planteo de problemas abiertos y complejos, que requieren para su resolución el diseño, elaboración y construcción de modelos análogos concretos para la enseñanza contextualizada de contenidos de Física. Se analizarán especialmente las configuraciones didácticas docentes, los estilos de planificación, y sus relaciones con las propuestas didácticas elaboradas. Se trata de un estudio cualitativo de casos sobre una muestra de 15 profesores de ciencias naturales de nivel secundario en ejercicio, que asisten a un curso de formación docente continua, de un semestre de duración en la Universidad Pedagógica Nacional de Argentina. Se espera que los resultados de la investigación puedan servir como aporte para el diseño de dispositivos de formación docente en Física.

### **Palabras clave**

Didáctica de la Física, Enseñanza Basada en la elaboración de Modelos, Formación docente, Configuraciones didácticas,

### **Objetivos**

- Aplicar los conceptos y metodologías del enfoque “enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos” (EBEM), al caso específico de profesores de Física en formación, y abordando contenidos y problemáticas propias de esta disciplina.
- 
- Estudiar las relaciones entre las configuraciones didácticas docentes y los estilos de planificación, en el desarrollo de propuestas didácticas centradas en la elaboración de modelos para la enseñanza de la Física.
-

- Caracterizar las relaciones entre disciplinas que emergen en el abordaje de problemas abiertos y la elaboración de modelos en la enseñanza de la Física en los docentes de la muestra.
- 
- Producir algunos insumos y recomendaciones para el diseño de dispositivos de formación docente situada, que permitan mejorar la aplicación didáctica del enfoque basado en la elaboración de modelos para la enseñanza de la Física.

## **Marco Teórico**

Este trabajo de tesis doctoral se enmarca en el ámbito de la formación docente para la enseñanza de la Física en Argentina. Se trata de producir algún conocimiento detallado sobre la forma en que los docentes en ejercicio planifican sus secuencias didácticas, que pueda ser utilizado en el diseño de dispositivos de formación inicial y continua.

Si se consideran algunas de las numerosas problemáticas o demandas que ocupan a los especialistas que trabajan en el ámbito de la formación docente en física, en referencia a los trabajos publicados en revistas especializadas, presentaciones e intercambios realizados en congresos de didáctica en los últimos años, resultan de principal interés para nuestra propuesta los siguientes:

- La necesidad del abordaje de problemas complejos para la enseñanza de las ciencias
- La importancia de atender a la diversidad de trayectorias formativas
- La necesidad de incorporar las Tecnologías Digitales a la enseñanza de las ciencias de una manera reflexiva, autónoma y crítica, como respuesta a las numerosas demandas que los proyectos o programas para la inclusión tecnológica se presentan en forma reiterada en los distintos niveles del sistema educativo y van desde las resoluciones federales de política educativa nacional que promueven la enseñanza obligatoria en todos los niveles de Programación, Robótica y Pensamiento computacional, hasta programas comerciales de diversa procedencia con orientación STEM (Peretti y otros, 2019)

Como una aporte al abordaje de estas problemáticas generales se propone la profundización en una de las líneas de trabajo con fuerte tradición en la didáctica específica de las ciencias naturales como es la enseñanza basada en la elaboración de modelos (EBEM) (Aduriz Bravo, 2009, 2010; Justí, 2006). Se aplicarán los conceptos y metodologías de esta línea de trabajo a secuencias didácticas para la enseñanza de la Física que incluyan propuestas de resolución de problemas abiertos que requieren diseño experimental, tomando como referencia trabajos previos en los que participó el autor de esta tesis. (Furci y otros 2018)

Consideramos que profundizar el estudio y desarrollo de esta línea de trabajo en el caso específico de la formación docente en física, describiendo y caracterizando configuraciones didácticas de la tarea de enseñanza (Litwin, 1997) y estilos de planificación (Zoppi, 2006; Camargo Uribe, 2013), reviste interés en la actualidad.

Este trabajo se enmarca en uno de los programas de investigación que se desarrollan en el Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHyD), bajo dirección del Dr. Agustín Aduriz-Bravo y se denomina “Enseñanza de la ciencia por medio de la elaboración de modelos” (EBEM). Esta línea de investigación parte de un estudio epistemológico sobre el desarrollo del concepto de modelo científico (Aduriz Bravo e Izquierdo, 2009).

El estudio, muy brevemente resumido aquí, parte de considerar el termino modelo en sus dos acepciones habituales : como “ejemplo a imitar” y como “representación simplificada del

objeto". Por otro lado ubica al modelo como un elemento que relaciona el campo de las teorías o explicaciones con el de los fenómenos o sistemas del mundo. Poniendo en juego estos elementos conceptuales, se estudia especialmente la relación entre modelos y teoría a lo largo de la historia de la epistemología y de qué manera la idea de modelo fue derivando, desde formas de ejemplificar teorías altamente formales, hacia la de un sistema de tal interés que la teoría intenta explicar en forma prioritaria, pasando por una etapa híbrida.

En este sentido, y considerando sus implicancias didácticas, se propone adoptar un concepto de modelo científico, que podemos denominar semántico, en el que las diversas formas de representación (imagen analógica, análogo concreto, ecuaciones, texto, etc.) sean igualmente válidas para la construcción de conocimiento científico escolar, en la medida que permitan: describir, explicar, predecir e intervenir sobre el mundo natural (en sistemas o procesos). También es importante considerar y analizar, en este punto, la posibilidad de transferir ese conocimiento a otros contextos similares. Esta deriva epistemológica propuesta en relación al concepto de modelo científico permitiría quitar supremacía al tratamiento matemático exhaustivo y priorizado de los modelos físicos (que revelan la influencia de la concepción heredada), y abrir un espacio de gran riqueza para el desarrollo de la didáctica específica y la enseñanza de la física en el ámbito escolar, en la línea de la denominada Actividad Científica Escolar (ACE). (Izquierdo, 2014).

Es muy importante recordar y enfatizar, en este punto, cuales son los objetivos que se persiguen con la enseñanza de las ciencias naturales, y de la Física en particular, en el ámbito escolar, para distinguirlo especialmente de los objetivos propios de los ámbitos especializados de formación profesional en Ciencias (Izquierdo, 2014).

Otro aspecto de interés para profundizar con respecto a la EBEM es el estudio de los distintos tipos de modelos, sus características y los diversos criterios de tipificación. Respecto a los ámbitos de aplicación se suelen considerar los modelos de la ciencia erudita, los del sentido común, y en particular los que se construyen en el aula con un sentido didáctico que denominaremos modelo didáctico analógico. También interesa considerar una tipificación de modelos que considere los distintos tipos de representación usuales en las clases de ciencias: representaciones científicas, representaciones concretas, análogos concretos, y finalmente el modelo didáctico analógico. (Galagovsky y Aduriz Bravo, 2001)

También interesa analizar la dinámica en que se inscribe el trabajo con modelos en la propuesta didáctica. La EBEM sugiere que los estudiantes pongan en diálogo las primeras ideas en relación a un fenómeno o proceso, enriquecidas posteriormente por información más cercana al lenguaje de la ciencia erudita, y luego recuperadas y reformuladas en un proceso constructivo de metacognición, que supone una condición de reversibilidad. En particular se adopta una dinámica para la construcción de modelos en las clases de ciencias, referida a cuatro etapas bien definidas, que parten de la selección de aspectos relevantes de la porción de realidad que se desea modelizar, el diseño de la forma de representación, la comprobación del modelo propuesto y por último su socialización. (Justi, 2006)

Otro aspecto importante del trabajo con la elaboración de modelos en el aula, es su vínculo con los aspectos narrativos y creativos del pensamiento científico, vinculados a ciertas habilidades cognitivas de orden superior, que no siempre son focalizadas en las clases de ciencias. En particular resulta de interés el estudio de las analogías, los símiles y las metáforas y su análisis discursivo, atendiendo a sus funciones, ventajas y riesgos (Linares, 2006).

Nos interesa especialmente vincular la enseñanza de la Física por medio de la elaboración de modelos, al trabajo con problemas abiertos (Couso y otros, 2008) que requieren, para su solución, del diseño e implementación de dispositivos experimentales y, en particular, aquellos que posibilitan o requieren el uso de tecnologías digitales. Es importante enfatizar que el

establecimiento de las condiciones y requisitos de validez de la “solución” al problema planteado es parte del proceso didáctico de enseñanza y construcción de conocimientos de los estudiantes. El proceso debe asegurar una respuesta genuina, autónoma y con alto grado de justificación y argumentación por parte de los estudiantes y permite, además, establecer articulaciones genuinas con otras disciplinas, que también serán objeto de análisis.

## **Metodología**

En relación al planteo metodológico, se propone un estudio cualitativo de casos, a lo largo de un semestre de actividad. La muestra que se propone estudiar, en principio, es de tipo intencional, y consiste en un grupo de 15 docentes de nivel secundario, del área de ciencias naturales, en ejercicio, que asistirán a un curso de perfeccionamiento docente en la Universidad Pedagógica Nacional de Argentina, durante el año 2020. El curso establece 8 encuentros presenciales de tres horas de duración, y la elaboración de propuestas didácticas con las características señaladas en la presente tesis: enseñanza de la física por medio del planteo de problemas abiertos que requieren solución experimental y la elaboración de modelos. El curso se desarrollará en una serie de etapas, ya utilizadas en dispositivos previos: 1) Presentación de la propuesta. 2) Desarrollo de una secuencia modelo. 3) Elaboración de una secuencia original. 4) Presentaciones en plenario e intercambios en coloquio. 5) Ajustes de la propuesta elaborada. 6) Presentaciones final en plenario e intercambios en coloquio.

Para la recolección y análisis de los datos que permitan estudiar las configuraciones didácticas y los estilos de planificación, se utilizarán técnicas de análisis del discurso (De Longhi, 2012). También se utilizarán algunos instrumentos de organización y análisis de datos elaborados y utilizados por otros autores en estudios similares (Cuellar, 2010).

En relación a las dimensiones, variables y categorías de análisis, se tomarán como referencia algunas dimensiones previstas con anterioridad (configuración didáctica, estilos de planificación, tipo de problema, tipo de modelo, tipo de articulación disciplinar, integración de tecnologías digitales, etc.), pero previendo un espacio para la emergencia de otras dimensiones de interés, como resultado del trabajo de campo, de acuerdo a la técnica de “análisis del contenido” adoptado por Bardín (1996).

## **Resultados**

Dado el estado inicial de este trabajo, se presentan resultados prospectivos vinculados a trabajos anteriores realizados en la misma línea de investigación, pero focalizadas especialmente en estudiantes de la formación inicial en ciencias naturales. Consignamos tres ejemplos: En uno de dichos trabajos se propuso a los estudiantes, en el marco de una secuencia didáctica para la enseñanza de los procesos de intercambio térmico, el diseño, construcción de prototipos y evaluación de modelos de refugios fabricados con materiales de descarte, que evitaran las pérdidas de calor (Furci y otros, 2019). En otro caso, en el marco de una secuencia didáctica para la enseñanza de contenidos de electricidad, se propuso el diseño de modelos análogos concretos de animales eléctricos. También se analizaron casos donde la propuesta era que los estudiantes diseñaran y construyeran dispositivos experimentales con materiales sencillos, para la enseñanza de contenidos de física. Estas investigaciones nos permiten señalar que la elaboración de modelos análogos concretos y dispositivos experimentales para la resolución de problemas abiertos ha presentado gran potencialidad y riqueza didáctica, que podemos resumir en los siguientes aspectos:

- Riqueza didáctica del proceso de diseño, desarrollo y mejora desde los modelos iniciales a los prototipos finales, en la profundización de contenidos y argumentaciones, especialmente por la emergencia de problemáticas de diverso tipo durante este proceso.
- La importancia y riqueza de las interacciones discursivas en sus dimensiones formales, retóricas y semánticas. Estas interacciones, adecuadamente orientadas por las intervenciones docentes, permiten desarrollar la potencialidad didáctica de los modelos en cuestión, superando la centralidad habitual de los formalismos matemáticos, sin desatender la capacidad del modelo para elaborar descripciones, explicaciones, predicciones e intervenciones sobre el mundo natural, vinculadas a los contenidos propios de la Física.
- El distinto nivel de importancia o modalidades de uso que cada grupo da a los distintos soportes o formatos de representación (imagen, análogo concreto, texto, ecuación). Por ejemplo algunos estudiantes pueden generar modelos tridimensionales muy complejos y detallados, aunque los textos escritos, representaciones matemáticas o digitales resultan limitadas, mientras que otros grupos hacen lo contrario.
- Los distintos aspectos priorizados por los grupos para dar respuesta a los problemas planteados, muestra una diversidad interesante. En el caso de los refugios, algunos grupos se focalizan en aspectos arquitectónicos del diseño, otros en las leyes formales del intercambio térmico, otros en las propiedades de los materiales, otros en sus experiencias personales, etc. De modo similar en el caso de los análogos de animales eléctricos, algunos grupos centraron la atención en aspectos estructurales, materiales, funcionales, físicos o biológicos. Esta diversidad podría vincularse a las configuraciones didácticas y a los estilos de planificación, que se propone profundizar, y analizar con mayor detalle en este estudio.
- También resulta de interés la diversidad de formas que adoptan los estudiantes para la integración curricular de tecnologías digitales, con distinto nivel de aporte al proceso y resultados de cada grupo.
- Finalmente, se hace evidente la necesidad, por parte del profesor, de definir y acordar claramente los objetivos de las actividades propuestas, los contenidos y procedimientos a priorizar en el planteo de problemas abiertos que suelen presentar soluciones y respuestas divergentes por parte de los estudiantes, y la elaboración de requisitos o condiciones didácticas para asegurar la construcción de los saberes propuestos.

## **Conclusiones**

Si bien el presente trabajo se encuentra en una fase inicial al momento de enviar esta comunicación, los resultados obtenidos en trabajos previos con enfoque similar, que abordan situaciones didácticas de resolución de problemas abiertos que requieren resolución experimental, con la integración de tecnologías digitales, han presentado gran riqueza y potencialidad didáctica. Sin embargo en esos trabajos no se adoptaron elementos conceptuales y metodológicos propios de la Enseñanza Basada en la Elaboración de Modelos (EBEM), ni se focalizaron en grupos de docentes en procesos de formación continua. Consideramos que la adopción de estos elementos para profundizar y enriquecer el análisis de estas situaciones didácticas, en el caso específico de la formación docente en Física, abordando contenidos y problemáticas propias de esta disciplina, describiendo y caracterizando configuraciones didácticas de la tarea de enseñanza y estilos de planificación puede generar elementos y herramientas didácticas que permitan enriquecer los dispositivos de formación docente.

## **Bibliografía**

- Adúriz-Bravo, A. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 4(3), 40-49.
- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido* (Vol. 89). Ediciones Akal.

- Camargo Uribe, A. (2013). Conferencistas versus conversadores. Estilos de enseñanza de profesores de ciencias y su relación con el estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, (64), 273-307.
- Couso, D., Izquierdo, M., & Rubilar, C. M. (2008). La resolución de problemas. *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 37.
- Cuellar Fernández, L., Quintanilla Gatica, M., & Blancafort, A. M. (2010). La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16(2), 277-291.
- De Longhi, A. et al. (2012). *La interacción discursiva en el aula de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos*. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*. 9(2), 198-195
- Furci, V., Trinidad, O., Dicosmo, C., Peretti, L., & Ferrari, R. (2018). Actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino™ como propuesta de formación docente en Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30, 83-89.
- Galagovsky, L. R., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Ens.de las Cs*, 19(2), 231-242
- Izquierdo A, M.(2014). Los modelos teóricos en la "enseñanza de ciencias para todos"(ESO, nivel secundario). *Bio-grafía*, 7(13), 69-85.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-184.
- Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas: una nueva agenda para la enseñanza superior* (No. 378.17). Paidós,.
- Peretti; L., Furci, V., Trinidad, O.(2019). Algunas reflexiones filosófico-didácticas en torno a propuestas STEM como contexto de enseñanza de las ciencias naturales y su inclusión en los currículos. *Latin American Journal of Science Education. LASERA*. Guanajuato: Mexico. 2019
- Zoppi, A. M. (2006). El planeamiento como portavoz de los ideales de la educación. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy*, (30), 155-174.