



CATEGORIZACIÓN Y ESTUDIO DE LA PRACTICA DIDÁCTICA DE LOS PROFESORES DE FÍSICA EN FORMACIÓN INICIAL POR MEDIO DE UNA ISLA INTERDISCIPLINARIA DE RACIONALIDAD (IIR)

Autores. Carlos Mometti. Universidad de São Paulo, carlosmometti@usp.br

Tema. Eje temático 1.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo presentar categorías de análisis construidas bajo la perspectiva interdisciplinaria propuesta por Gérard Fourez. Así, dichas categorías se obtuvieron del análisis teórico-metodológico de una IIR entendido como metodología de enseñanza por proyectos y aplicado como contexto para la obtención de datos para el estudio de las trayectorias didácticas que tienen los docentes de física en formación inicial cuando están invitados a enseñar con una metodología innovadora. Los datos se recolectaron de las grabaciones de las clases, informes de pasantías y diarios de campo, y se realizaron análisis con las categorías construidas. Este análisis nos mostró que existe una dificultad para que los estudiantes de pregrado utilicen una metodología innovadora, además de resaltar aspectos de reproducción cultural en comparación con el marco teórico adoptado.

Palabras claves. Interdisciplinarietà, metodología de la enseñanza, enseñanza de la física, formación del profesorado.

Introducción

El área de formación de profesores de ciencias en Brasil ha ganado notoriedad en los últimos diez años. Básicamente, con el movimiento de reformulación de los currículos de la escuela secundaria brasileña, iniciado con la propuesta inicial de discusión y elaboración del documento de la denominada Base Nacional Común Curricular (Brasil, 2017), la cuestión de ampliar la mirada sobre la formación docente si fuera necesario y emergente. Este documento, a su vez, trae cambios significativos en cuanto al conjunto de contenidos que pueden orientar la formulación curricular de los Estados y municipios brasileños, no constituyéndose como un currículo nacional, sino sólo como una guía para su elaboración.

De esta manera, los procedimientos a través de los cuales los docentes de disciplinas científicas deben movilizarse para desarrollar el proceso de enseñanza toman un contexto central de discusión. Así, se evidencia, en este debate, el rescate de la necesidad de promover la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) que trajo la literatura científica del siglo XX. Además de esto, destaca la CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que, junto con la primera, tiene como objetivo desarrollar el debate sobre los significados que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad contemporánea, así como sus transformaciones y desarrollos.

En este sentido, una de las críticas a la enseñanza científica contemporánea se refiere al uso excesivo del lenguaje matemático para abordar conceptos básicos de la ciencia, además de requisitos de estandarización que priorizan la memorización de modelos preestablecidos en detrimento del aprendizaje de las habilidades. relacionados con el uso de la ciencia en la vida cotidiana (Mometti, 2018).

Una posibilidad de desarrollar la enseñanza científica para movilizar diferentes habilidades y conceptos, no solo dilucidar un área específica, se da a través de la llamada interdisciplinarietà. Así, a partir de la promoción del trabajo interdisciplinario, el docente podrá movilizar aspectos metodológicos que garanticen el aprendizaje y, en consecuencia, la eficiencia de su labor docente.

Además, asumiendo el escenario interdisciplinario como metodología para la enseñanza de las ciencias, se plantearon algunas preguntas que motivaron la investigación *Prácticas innovadoras en la enseñanza de la física: estudio de los cursos didácticos de estudiantes de pregrado* a través de islas interdisciplinarias de racionalidad, desarrolladas en la Universidad de São Paulo, Brasil. Tales preguntas fueron: ¿Cuáles son los aspectos metodológicos que caracterizan a una clase interdisciplinaria desde la perspectiva teórica de Fourez (1992, 1994, 2001)? Tomando una Isla de Racionalidad Interdisciplinaria (IIR) como metodología de enseñanza de las ciencias, ¿Cuáles son los caminos que utilizan dichos docentes en formación inicial para trabajar de manera interdisciplinaria? Así, buscamos con este artículo presentar un conjunto de categorías necesarias para el trabajo interdisciplinario, construido bajo el lente de la IIR propuesta por Fourez (1992, 1994, 2001) combinado con un aporte sociocultural de Sewell Jr. (2005). Además, presentamos un apartado de análisis desarrollado con dichas categorías, destacando las formas en las que el trabajo docente en ciencias puede entenderse, o no, como interdisciplinario.

Referente teórico

Aporte sociocultural

Para dar respuesta a las preguntas motivadoras de la investigación mencionada, en un primer momento, se propone como camino teórico las referencias culturales y sociológicas, que nos orientaron a una elección metodológica para realizar un estudio sobre las prácticas didácticas de un grupo de estudiantes de Licenciatura en Física de la Universidad de São Paulo, con respecto al uso de enfoques innovadores durante su periodo de pasantía obligatoria. A partir de este estudio investigativo y de la metodología IIR, fue posible establecer categorías de análisis sobre la práctica interdisciplinaria del profesor que enseña Física.

Inicialmente, asumimos por prácticas didácticas de la Física como el conjunto de procedimientos dispuestos por el docente y, asociados a un subsistema social cuyo motor es la búsqueda del aprendizaje de conceptos, leyes, principios y técnicas de la Física por parte de los estudiantes. Además, caracterizamos estas prácticas en forma de una díada que integra esquemas de acción y recursos que los docentes utilizan durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Sewell Jr., 2005; Mometti, 2018).

Cabe señalar, sin embargo, que el foco inicial de la investigación se centra en las formas de actuación de los estudiantes de Licenciatura en Física, es decir, en sus procedimientos didáctico-pedagógicos durante la realización de la pasantía curricular obligatoria. De esta manera, el contexto de la clase se convierte en un lugar privilegiado de estudio porque es un espacio en el que conviven estudiantes y profesores, un lugar para la producción de cultura que llamamos *cultura didáctica*. Además, desde la perspectiva de Sewell Jr. (2005), en contextos sociales observamos la superposición de culturas que permean todos los esquemas de acción involucrados, así como los recursos asociados a ellos.

Para una mejor caracterización de lo que entendemos por esquemas de acción y recursos, adoptaremos las definiciones propuestas por Sewell Jr. (2005). Este autor, además, parte de una reformulación de la teoría estructural inicialmente formulada por Giddens (2013) en su obra *La constitución de la sociedad*. En este trabajo, Giddens (2013) nos entrega una teoría de la estructura social, definiéndola, sobre todo, como un conjunto de reglas y recursos que se interrelacionan. La estructura, en este sentido, sólo se define en presencia de tales reglas, establecidas por el cuerpo social, y recursos, medios por los cuales las reglas se materializan, en esta perspectiva, entendidas como formas de poder. Así, Sewell Jr. (2005) nos orienta a que en este enfoque teórico la estructura se convierte en un concepto virtual, que solo existe en el imaginario social de los individuos.

Así, partiendo de la problemática propuesta de investigación y considerando la escuela como un entorno naturalizado para la producción y reproducción de patrones culturales específicos, entendemos los esquemas de acción como el conjunto de prácticas intencionales que utilizan los profesores para desarrollar su práctica, considerando todos y cualquier tipo de estrategia didáctica que hayan aprendido, que hayan traído de su formación académica o de cualquier otro contexto cultural. En cuanto a los recursos los entendemos como lo que tiene el docente para poner en práctica sus esquemas, sean humanos o no humanos. De esta forma, podemos caracterizar a la *agencia pedagógica* como el operador necesario para que los esquemas se materialicen en una práctica del profesor.

De esta forma, Sewell Jr. (2005) define la cultura como una estructura formada por esquemas de acción y recursos, que se reproducen al mismo tiempo que se transforman dentro de un espacio de relaciones sociales. En cuanto a la transformación y reproducción de las culturas, se entiende que estas ocurren a través de otras múltiples estructuras y que ciertos eventos de este sistema social apuntan a momentos en los que dichas estructuras son puestas a prueba, obligándolas a sufrir un proceso de remodelación y transformación. Así, la presente investigación ha asumido la cultura como una pluralidad de estructuras, que influyen y dan forma a las formas de pensar, los motivos, las intenciones y las decisiones humanas, mientras son reproducidas y también transformadas por la agencia de los individuos (Giddens, 2013; Mometti, 2018).

Definición de una Isla Interdisciplinaria de Racionalidad (IIR)

Como uno de los criterios establecidos por Fourez (1992, 1994, 2001), el desarrollo de modelos interdisciplinarios es uno de los recursos necesarios para la promoción de la ACT. Transponiendo esta noción a la clase, podríamos decir que tales modelos permiten enseñar ciencia para que se logren los objetivos de la ACT.

Además, vale la pena enfatizar lo que asumimos como interdiscipliniedad en este estudio. Así, este concepto evoca el uso de diferentes disciplinas para construir una representación de una situación, la cual se estructura y organiza según proyectos o un problema común a resolver (Fourez, 2001). Una vez definido lo que entendemos en esta investigación por interdiscipliniedad, pasamos a los aspectos referentes a una Isla Interdisciplinaria de Racionalidad (IIR). Esto, según Fourez (1992), es una metáfora que alude a un conjunto de conocimientos organizados en forma de isla, sobre un *océano de ignorancia*. En este sentido, todo el conocimiento utilizado para el desarrollo de esta isla se caracteriza por ser un componente esencial para el estudio de una determinada problemática. Por tanto, una IIR puede entenderse como una metodología de enseñanza basada en proyectos. El proyecto, en este caso, es propuesto por el mediador del conocimiento (el profesor) y debe ser pensado inicialmente como un problema a resolver.

El término racionalidad, por otro lado, indica la flexibilidad, junto con la inestabilidad, del conocimiento humano. Esto también significa que, a medida que se desarrolla el proyecto y se desarrollan las discusiones, el conocimiento invocado se va relacionando, dando lugar a la aparición de dudas a lo largo del proceso. Tales dudas son fundamentales para la formación de la IIR, lo que Fourez (1992) denomina *cajas negras*.

Además, la efectividad y el valor de la IIR dependerán de su capacidad para construir representaciones que ayuden y contribuyan a la solución del problema propuesto. Por lo tanto, la situación problema a desarrollar se vuelve importante para este enfoque. Este último debe incluir: el contexto, el objetivo del proyecto, el público objetivo y el tipo de producto solicitado (Fourez, 1992; Schmitz y Alves Filho, 2004).

En resumen, para el desarrollo de una IIR es necesario seguir los siguientes pasos, resaltados por Fourez (1992, 1994, 2001): (1) Tormenta de ideas, (2) Panorama espontáneo, (3) Consulta con especialistas, (4) Puesta en práctica, (5) Apertura en profundidad de las cajas negras, (6) Diseño general del proyecto, (vii) Apertura de las cajas negras sin especialistas y, finalmente, (7) Síntesis de la isla. Además, dichos pasos se pueden distribuir en los momentos de planificación, implementación y análisis, momentos que son fundamentales para la práctica pedagógica materializada en forma de clase (Mometti, 2018).

Metodología

Como fuentes de información para este estudio, asumimos las clases desarrolladas por los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Física de la Universidad de São Paulo durante un semestre, al completar su pasantía curricular obligatoria. Dichas clases fueron grabadas de acuerdo con las disposiciones de la normativa ética brasileña, así como la obtención de los respectivos audios y transcripciones. Como segunda fuente de información, se utilizaron los pasos necesarios para la construcción de una IIR según la perspectiva de Fourez (1992, 1994, 2001). Finalmente, el diario de campo del investigador se configuró como una tercera fuente de información.

Así, la investigación se llevó a cabo en dos fases: la primera fue la elaboración de una IIR con cinco estudiantes de Licenciatura en Física de la Universidad de São Paulo, para su posterior aplicación con estudiantes de segundo grado del sistema escolar público, también en el municipio de São Paulo. Esta fase de la investigación siguió a la propuesta por Mometti (2018) sobre la distribución de las etapas de una IIR. La segunda fase de la investigación, por su parte, se caracterizó por la construcción de categorías de análisis a partir de los marcos teóricos antes mencionados, es decir, en el concepto de cultura y en la propuesta de IIR de Fourez (1992, 1994, 2001).

Para llevar a cabo la primera fase de esta investigación, se utilizaron las clases del curso de Metodología de la Enseñanza de la Física, en la Universidad de São Paulo, con el fin de preparar a los docentes en formación inicial para la aplicación de la IIR. Esta disciplina fue elegida para ser contexto de recolección e investigación, ya que permite la aplicación directa en la escuela con estudiantes de secundaria y, además, porque tiene en su currículo horas de prácticas obligatorias. Durante las aplicaciones de la IIR de los estudiantes en la escuela secundaria, se realizaron grabaciones con dos cámaras del tipo *GoPro*, una dirigida frontalmente a los alumnos y la otra dirigida a los docentes. Junto con las grabaciones, los discursos de los docentes durante sus explicaciones se obtuvieron a través de grabadoras y micrófonos de solapa.

La segunda fase, en la que se construyeron categorías para el análisis de datos, se basó en el marco teórico de la IIR. Esta comprensión provino de la interpretación de la práctica docente durante la planificación e implementación de una isla. Así, como supuesto, partimos de la siguiente pregunta para extraer del marco teórico seleccionado las categorías: ¿Cuáles son los roles, procedimientos y/o técnicas que un profesor necesita invocar en la metodología de la IIR propuesta por Fourez (1992, 1994, 2001)? Visto esa pregunta y en comparación con Fourez (1992, 1994, 2001) y Schmitz y Alves Filho (2004) sobre cómo debe actuar un profesor interdisciplinario durante la implementación de la IIR, se construyeron las siguientes categorías de análisis:

Categoría 1 - Negociación: se refiere a la forma en que el profesor debe liderar el desarrollo del proceso, haciendo posible que no conduzca a decisiones equivocadas o, de alguna manera, que lleve a los estudiantes al error. Es un aspecto muy importante de la fase de implementación de las islas, ya que es una estrategia necesaria para la práctica docente.



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Categoría 2 - organización del contenido: se incluyen en esta categoría todos los momentos en los que el profesor organizará el contenido, de manera selectiva y orientada, y que será abordado en toda la isla. A priori, esta etapa se realiza en la planificación, pero también se pasa a la etapa de implementación de la IIR.

Categoría 3 - gestión de los puntos de discusión: esta categoría considera los momentos en que el docente interfiere activamente en el proceso, gestionando los puntos de discusión, los actores que están involucrados en el proyecto, así como los temas divergentes que generan controversias.

Categoría 4 - gestión del tiempo: en una IIR, la gestión del tiempo debe compartirse con el grupo, pero siempre con la coordinación del docente, para que oriente a los alumnos a afrontar el tiempo, aprendizaje importante para la época contemporánea.

Categoría 5 - adaptación constante del recorrido: esta categoría se refiere a la evaluación constante del profesor sobre el avance del proceso, es decir, los recorridos que están tomando los estudiantes en sus grupos para llevar a cabo el proyecto.

Además, las categorías explicadas anteriormente se utilizaron para el análisis con el fin de verificar los momentos que los docentes en formación inicial actuaron de manera interdisciplinar, es decir, los momentos durante la clase en los que movilizaron caminos didácticos no tradicionales desde el punto de vista metodológico.

Resultados y discusión

Las etapas de la IIR previstas en la primera clase de los estudiantes de Licenciatura en Física en la escuela fueron la 1 y 2, que según la planificación se refieren, respectivamente, a la *Tormenta de ideas* de la situación estudiada y al *panorama espontáneo*. Además, para esta primera clase estuvieron presentes dos de los cinco estudiantes de Licenciatura que forman el grupo focal, a los que aquí se refieren A y B. Durante la fase de planificación con los pasantes se estudió y discutió la metodología de la IIR, pero fueron necesarias algunas adaptaciones para que se ajustara al tiempo disponible para realizar las prácticas y clases en la escuela. Entre estas adaptaciones se encuentra la propuesta del problema de estudio - tema de la isla a desarrollar - en forma de *aviso público*, además de la unión de las dos últimas etapas (6 y 7) en una única.

Además, hubo una mayor frecuencia de momentos durante la clase de los pasantes señalados por las categorías 1 y 3, es decir, *negociación y manejo de los puntos de discusión*. La primera se debe, en este contexto, a que una de las etapas que propusieron los pasantes a los estudiantes de secundaria requería una discusión sobre el tema *Energía y su Generación*. En este punto, los estudiantes de secundaria se sometieron a la intervención, en forma de plataformas con cuatro miembros, discutieron y organizaron sus pensamientos para poner en la agenda lo que entendieron sobre el tema. Por otro lado, durante la fase inicial, se observó que el Profesor A estaba trabajando en uno de los grupos con el fin de mediar en la discusión, es decir, ayudándole a reflexionar sobre los aspectos relevantes y no relevantes de lo que se estaba discutiendo.

Además, hubo una preocupación inicial por parte de los docentes en formación inicial al momento de iniciar la implementación del proyecto, ya que contaron con la presencia del profesor a cargo de la clase y esto terminó interfiriendo en el esquema de acción inicialmente pensado como podemos ver en su informe y transcrito durante la fase de análisis de esta investigación:

“[...] hicimos las distribuciones del material y dejamos que los alumnos continuaran con la actividad. En ese momento sentí que el docente intervino de manera negativa, ya que estaba estimulando las respuestas de los alumnos o dirigiendo de alguna manera. Estaba preocupado porque me vigilaba constantemente para no dar una respuesta

que dirigiera a los estudiantes. Entonces, tuve que intervenir en las respuestas del maestro varias veces.” - Profesor A.

Otro elemento esencial destacado fue la preocupación de los aprendices A y B con el avance del proceso, como se ve en la concentración de momentos que cayeron en la categoría 4, lo que no sucedió en la segunda y tercera clases. Esto se debe, sin embargo, a que ninguno de los docentes en formación inicial ha participado o trabajado con este tipo de enfoque metodológico anteriormente, como también informaron durante la fase de análisis del proceso con el grupo focal:

“[...] Es que, en primer lugar, nunca habíamos trabajado con esta metodología y nunca había trabajado con 4 profesores al mismo tiempo. De todos modos, no me sentía cómodo en esta situación.” – Profesor B.

El factor inseguridad también influyó en la aplicación de los primeros pasos de esta clase, ya que el desconocimiento de la metodología y el trabajo de la docencia en grupo fueron elementos que pesaron sobre los aprendices durante todo el proceso. El profesor D solo pudo participar desde la segunda intervención, sin embargo, en su informe en la fase de análisis dice:

“[...] Me sentí inseguro antes de comenzar la clase, por dos razones: la primera porque nunca tuve contacto con una actividad que se veía así en todos mis años de estudio y solo escuché sobre metodología por proyectos de algunos compañeros que ya han trabajado en escuelas o tenía maestros que usaban este enfoque. La segunda razón fue porque no pude participar el primer día y me subí al tren en movimiento.” – Profesor D.

Aún en esta primera clase, se pudo reconstruir a partir de las notas del diario de campo que buena parte de toda la clase, los aprendices actuaron de manera interdisciplinar, es decir, sus esquemas de acción contemplaron las categorías esenciales previstas para las etapas planificadas.

Conclusiones

En un primer momento, notamos que había poca adherencia a la metodología de la IIR con respecto a los docentes en formación inicial, con un solo grupo de cinco miembros interesados en desarrollarla en la clase durante sus pasantías. En este punto, sin embargo, cabe señalar que, en la disciplina de Metodología de la Enseñanza de la Física de la Universidad de São Paulo, el contexto de esta investigación hubo sesenta estudiantes matriculados y frecuentes, en un total de doce grupos organizados cada cinco estudiantes. Este hecho se corrobora con las afirmaciones destacadas en el apartado anterior, sobre el desconocimiento de esta metodología, de la inseguridad que la misma causa, así como del carácter innovador, contrario a lo experimentado por la tradición.

En un segundo paso, se destaca la presentación de los productos finales de las islas desarrollados por estudiantes de secundaria. Estos, a su vez, no siguieron los pasos previstos por la metodología, además, se desviaron de toda la planificación propuesta por los docentes, lo que generó cierta frustración en ellos en relación con el proceso. En este punto, además, podemos evidenciar dos problemas que afectan la práctica pedagógica: la posición del alumno ante un enfoque de enseñanza completamente diferente al que está sujeto a lo largo de su vida escolar y, a los desafíos que enfrenta el docente al salir de su zona de seguridad para aplicar un enfoque metodológico diverso y más activo.

Finalmente, cabe señalar que las estrategias didácticas que utilizaron los docentes en Física a lo largo de la implementación de proyectos interdisciplinarios son evidentes en los momentos que se observaron durante las clases en la escuela pública, aunque se caracterizan por momentos aislados y fragmentados. Además, está la reproducción de patrones culturales



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

relacionados con un esquema tradicional, elemento evidenciado por la forma en que los estudiantes de secundaria desarrollaron la actividad planificada para la tercera intervención.

Así, según Sewell Jr. (2005), estos patrones se transforman y, concomitantemente, se reproducen dentro de esa microestructura social, es decir, la clase. En esta investigación, además, se tomó e interpretó a la clase como una microestructura social en la que se reproducen y transforman los patrones sociales que experimentan los estudiantes en su vida. De esta manera, podemos entenderlo como un espejo confiable de la realidad que experimentan dichos estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Brasil (2017). Base Nacional Comum Curricular, Ministério da Educação. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 10 jan. 2021.
- Fourez, G. (1992). Alphabétisation scientifique et technique et ilots de rationalité. In: GIORDAN, A; MARTINAND, J. L; RAICHVARG, D. Actes JIES XIV.
- Fourez, G. (1994). Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelles: De Boeck Unieversité.
- Fourez, G. (2001). Fondements épistemologiques pour l'interdisciplinarité. In: Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement. Canada: Editions du CRP/UNESCO.
- Giddens, A. (2013). A constituição da sociedade. Trad. Álvaro Cabral. São Paulo: Editora Martins Fontes.
- Mometti (2018). Práticas inovadoras e o ensino de física: estudo dos percursos didáticos de um grupo de licenciandos por meio de projetos interdisciplinares. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi: 10.11606/D.48.2019.tde-04112020-091339. Recuperada em 2021-03-03, de www.teses.usp.br.
- Schimtz, C. & Alves Filho, J. P. (2004). Ilha de Racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física. Jaboticatubas, Brasil.
- Sewell Jr, W. H. (2005). Logics of History: social theory and social transformation. Chicago: The University of Chicago Press.