

Investigación sobre propuestas didácticas que incorporan actividades de articulación interdisciplinaria

Research on didactic proposals incorporating activities of interdisciplinary articulation

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Patricia Torroba¹, María de las Mercedes Trípoli²

¹IMApEC, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, 1 y 47, La Plata, Buenos Aires. Argentina.

²Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, 1 y 47, La Plata, Buenos Aires. Argentina.

E-mail: patricia.torroba@gmail.com

Resumen

En este trabajo se realiza un estudio sobre la articulación interdisciplinaria en la enseñanza y aprendizaje de la física con otras disciplinas, en particular con la matemática. Se indaga sobre la existencia de propuestas didácticas en las cuales estén presentes docentes de las dos áreas, tanto en el diseño de las mismas como en la puesta en práctica. Para ello, se analizan los trabajos publicados en la Revista sobre Enseñanza de la Física, en los volúmenes correspondientes a los trabajos presentados en las reuniones REF XIX y XX y SIEF XII XIII. Los resultados muestran que no se observan actividades áulicas de articulación entre física y matemática en las cuales los docentes de ambas disciplinas trabajen en conjunto.

Palabras clave: Articulación interdisciplinaria; Física; Matemática; Propuesta didáctica.

Abstract

A study about interdisciplinary articulation on teaching and learning on physics and others disciplines, in particular with mathematics is accomplished in this work. We inquire about the existence of didactic proposals in which teachers of the two areas are present, both in the design of the proposals and their implementation. To this end, the papers published in the Journal on Teaching Physics are analyzed in the volumes corresponding to the papers presented at the meetings REF XIX and XX and SIEF XII XIII. The results show that there are no articulation activities between physics and mathematics in which the teachers of both disciplines work together.

Keywords: Interdisciplinary articulation; Physics; Mathematics; Didactic proposals.

I. INTRODUCCIÓN

Es un hecho conocido que a los estudiantes universitarios les resulta dificultoso relacionar conceptos estudiados en una asignatura cuando deben aplicarlos a temas enseñados en otras. En particular, los alumnos de los primeros años de las carreras de ingeniería no son ajenos a esta situación. Esto ha motivado, hace tiempo, que docentes de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad de La Plata (UNLP) realicen investigaciones que deriven en propuestas didácticas de articulación. Se reconoce la necesidad de trabajar en forma interdisciplinaria para el diseño y realización de las mismas, para que el estudiante pueda desarrollar la habilidad de aplicar los conceptos adquiridos en distintos contextos y generar una visión global del tema. Las actividades de articulación que se llevaron a cabo entre asignaturas de las ciencias básicas y también con las tecnológicas básicas estuvieron enmarcadas en proyectos de investigación acreditados por la UNLP (Costa y otros, 2013; Torroba y otros, 2013; Torroba y otros, 2014; Devece y otros, 2015; Torroba y otros, 2016; Torroba y otros, 2017). Las investigaciones actuales se llevan a cabo dentro del proyecto de investigación acreditado: “Articulación en la enseñanza de las Ciencias Básicas en carreras de Ingeniería”.

En particular, las autoras de este trabajo, una física y la otra matemática, vienen realizando actividades de articulación entre matemática y física. Entre los objetivos propuestos, podemos mencionar, que el estudiante de matemática encuentre motivación al estudiar dicha disciplina teniendo en cuenta que la

misma es una herramienta fundamental para su desarrollo profesional, que perciba su utilidad en situaciones físicas y, además, que reconozca la necesidad de recuperar lo aprendido o estudiado en una clase de matemática en otros contextos como lo es en las clases de física y viceversa. Todas las intervenciones se han realizado con la intención de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje por el cual el alumno está transitado, trabajando en forma interdisciplinaria entre docentes de matemática y física, tanto en el diseño de las actividades como en su aplicación en el aula. Se considera que es necesario un perfeccionamiento constante de los docentes, que es necesario el intercambio de experiencias entre docentes de distintas áreas, que los docentes indaguen, busquen, adapten, diseñen, investiguen sobre la mejor manera de lograr un aprendizaje significativo en el estudiante, para lo cual se requiere construir conocimiento sobre los conceptos básicos y establecer relaciones entre ellos (Ausubel y otros, 1976).

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación que consistió en una revisión bibliográfica de artículos expuestos en algunos volúmenes de la Revista de Enseñanza de la Física de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA), en particular de aquellos correspondientes a las reuniones (REF) de los años 2015 y 2017 y a los simposios (SIEF) de los años 2014 y 2016. El objetivo de dicha investigación fue reconocer propuestas de articulación interdisciplinaria entre la comunidad de educadores de la física, relacionarlas con el trabajo que venimos realizando, comparar aquellas actividades encontradas con las que hemos llevado a cabo con nuestros alumnos y realizar una reflexión sobre la articulación entre la física y la matemática.

II. LA ARTICULACIÓN INTERDISCIPLINARIA

Charlas de pasillo fueron el inicio del trabajo de articulación entre matemática y física que vienen realizando las autoras de este trabajo (junto con otros colegas), las cuales siguieron con reuniones más formales y el diseño de algunas actividades que se implementaron en el aula de matemática. En estos encuentros se produce un intercambio de ida y vuelta entre las metodologías y conocimientos afines y complementarios que ambas disciplinas abordan desde su espacio académico. Estos diálogos derivaron en la necesidad de realizar algunas intervenciones: en las clases de matemática, motivar al estudiante sobre el estudio de la misma dada su importancia sobre todo como una herramienta fundamental para su desarrollo profesional y, además, que perciba su utilidad en situaciones físicas; en las clases de física, que reconozca la necesidad de recuperar lo aprendido o estudiado en una clase de matemática. En ambas disciplinas, trabajar de manera de vincular notaciones y lenguajes propios de cada especialidad.

Las ideas que sostienen y que enmarcan las investigaciones que se vienen realizando se encuadran en la teoría cognitiva del aprendizaje significativo. La teoría de la asimilación de Ausubel incorpora la noción del conocimiento a priori como fundamento del aprendizaje y propone que el aprendizaje significativo requiere la activación del conocimiento de estructuras existentes durante o después del estudio (Ausubel y otros, 1976). El aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información entendiendo estructura cognitiva al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. Para fomentar en los estudiantes la competencia necesaria para articular los conocimientos previos y los nuevos que van incorporando, y para que puedan llevar a cabo este proceso, es necesaria la colaboración del docente (Costa y otros, 2013; Devece y otros, 2015; Torroba y otros, 2016). De todas maneras, siguiendo a Leymoní (2011), más allá de los conocimientos teóricos aportados, son las prácticas reflexivas de los docentes comprometidos en una tarea las que permiten producir conocimiento práctico respecto a dichas tareas, son esas prácticas las que motivan o ponen a la luz las dificultades que, como docentes, venimos observando.

También se considera a quién está dirigida la enseñanza. Por ejemplo, por ser los estudiantes futuros ingenieros, necesitan a la matemática como un medio y no un fin, la necesitan por sus aplicaciones, con lo que basta que tengan de ella una comprensión intuitiva que les permita ver claro en qué casos y de qué manera puede aplicarse. Es necesario contemplar ejercicios, problemas, actividades, etc. que acerquen al estudiante, en la medida de que los conocimientos de matemática lo permitan, a aplicaciones de la vida diaria (Santaló, 1994). Sin embargo, no es tarea sencilla en los primeros años de las carreras mostrar a los alumnos las aplicaciones que ésta tendrá en asignaturas propias de sus carreras, pero se pueden realizar propuestas que articulen conceptos con otras asignaturas básicas de la ingeniería como lo es la física.

Se ha escuchado a docentes decir que los alumnos no se acuerdan lo que vieron en materias anteriores, no saben cómo utilizar lo que vieron en otras asignaturas al contexto de su materia, no saben por qué resuelven un ejercicio de tal o cual manera, entre otros comentarios. Siguiendo a Barranquero y Rocca (2014), esos estudiantes, ¿estarían construyendo el conocimiento de las distintas disciplinas en forma fragmentada?, ¿es por eso que no logran relacionar, integrar y/o transferir lo que aprenden? En tal sentido, entendemos la articulación a los esfuerzos que deben realizarse entre distintas asignaturas para lograr un

diálogo que facilite a los alumnos el tránsito por las mismas, a partir del uso de un lenguaje común que permita reconocer en las distintas asignaturas los objetos comunes que aparecen en formatos diferentes y una metodología coherente que permita unificar “reglas de juego”. Este tipo de articulación debe garantizar, ante todo, una continuidad lógica y natural que debe existir en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Al ser las carreras de ingeniería interdisciplinarias por naturaleza, no sólo requieren de una sólida formación básica general y del desarrollo de competencias y habilidades en sus estudiantes, sino también de una educación básica articulada en sí misma y con las disciplinas específicas como una forma de atender a los interrogantes mencionados. Algunos investigadores lo proponen, a través de la implementación de actividades curriculares o extracurriculares, de modo que permitan evidenciar los nexos entre las diferentes disciplinas, mostrando cómo los fenómenos no existen por separado y reflejando además una acertada concepción científica del mundo (Gascón, 2009; Páez, 2011).

Las autoras de este trabajo en conjunto con otros docentes, han intentado perseguir dicha idea de articulación mediante el desarrollo de estrategias didácticas, siendo éstas el aspecto central que está involucrado en las propuestas, teniendo en cuenta que es sobre los contenidos de las distintas disciplinas sobre los que se trabaja, más específicamente sobre conceptos comunes o que están relacionados según las distintas miradas, de acuerdo a la disciplina en la que se está presentando el tema. Asimismo, las investigaciones y las propuestas que se analizan y desarrollan, se realizan en forma interdisciplinaria, no porque estén involucradas dos disciplinas sino porque se ha trabajado en equipo y con docentes provenientes de distintas áreas. En particular, entre matemática y física son diversos los tópicos comunes a ambas y esto se debe porque ellas estuvieron ligadas desde siempre y los descubrimientos que se realizaban en el campo de la ciencia necesitaron del formalismo matemático para sustentarse (Costa y otros, 2013).

III. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el estudio que se presenta, se consideran los trabajos publicados en los volúmenes de la Revista de Enseñanza de la Física de la APFA, en particular, aquellos correspondientes a las reuniones (REF) de los años 2015 y 2017 y los simposios (SIEF) de los años 2014 y 2016. Utilizando el mismo criterio que Baudino y otros (2017), se considera que el conjunto de producciones que se registran en las revistas mencionadas, que derivan de trabajos presentados en congresos, representan un panorama actual de la producción en investigación en educación de la física en nuestro país y es apropiado para realizar conclusiones sobre el tema que nos hemos propuesto.

Al realizar la búsqueda mediante la lectura de los artículos, la idea que se siguió fue la de reconocer propuestas didácticas en donde se vinculen conceptos físicos con los contenidos matemáticos involucrados en ellos (desde la matemática utilizando la física como motivación y desde la física recuperando los conceptos matemáticos estudiados previamente en la escuela media y posteriormente en la universidad) y que estas propuestas contemplen el trabajo conjunto entre docentes de distintas disciplinas, tanto en el diseño de las propuestas como en la realización de las mismas junto con los estudiantes, entendiendo por propuesta didáctica a una herramienta planeada para favorecer el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Se analizaron 192 trabajos. Para hacer una clasificación inicial, se realizó una primera lectura de los trabajos separando los mismos de acuerdo al nivel educativo (primario, secundario, terciario, universitario, cuaternario). Una vez realizada esta clasificación, se analizaron los trabajos teniendo en cuenta si incluían en ellos vinculaciones explícitas entre temas de física y matemática u otra disciplina. Se excluyeron los trabajos que trataban investigaciones y/o propuestas didácticas sobre la educación de la física en general y aquellos en los cuales sólo se mencionaba la relación entre temas comunes de las disciplinas debido a una necesidad natural que los vincula. Este procedimiento se realizó de manera independiente y luego, en forma conjunta, donde las autoras expusieron sus puntos de vista con respecto a las lecturas de los artículos analizados. Esto derivó en la selección de 19 trabajos, los cuales correspondían sólo a los niveles medio y universitario.

Es importante destacar que los trabajos que fueron excluidos podrían estar relacionados con propuestas de articulación, así como pudo haber ocurrido que un mismo docente fuera de distintas asignaturas (como física y matemática) y haber realizado una articulación implícita en su propuesta, pero al no estar explícitamente mencionado no fueron consideradas para la siguiente etapa de análisis.

En la siguiente etapa se profundizó en el análisis de los trabajos teniendo en cuenta si incluían en forma explícita propuestas didácticas que contemplen el trabajo conjunto entre docentes de distintas disciplinas, tanto en el diseño de las propuestas como en la realización de las mismas junto con los estudiantes. Hubo acuerdo en considerar que sólo 5 (de los 19) describían actividades de articulación entre física y matemática u otra disciplina.

Se establecieron, de acuerdo al análisis realizado, dos grandes categorías:

- *Categoría A*: trabajos que trataban investigaciones y/o propuestas didácticas sobre la educación de la física en general y aquellos en los cuales sólo se mencionaba la relación entre temas comunes de las disciplinas debido a una necesidad natural que los vincula.
- *Categoría B*: trabajos con propuestas didácticas de articulación entre física y matemática u otras disciplinas.

Los trabajos clasificados según la Categoría A son los que se excluyeron.

El proceso de análisis de los trabajos clasificados según la Categoría B, se puede resumir en la siguiente tabla, donde se explicitan las sub-categorías establecidas y sus descripciones:

TABLA I. Sub-categorías de análisis de la Categoría B.

| <i>Sub-categorías</i> | <i>Descripción</i> |
|-----------------------|--|
| B1 | Artículos en los que se explicita el trabajo interdisciplinario para vincular temas entre distintas áreas, en la universidad. |
| B2 | Artículos en los cuales se explicita la necesidad de estudiar en conjunto física con matemática, tanto en la escuela media como en la universidad. |
| B3 | Artículos en los cuales se relaciona la física con otras áreas como la historia y la astronomía, tanto en la escuela media como en la universidad. |
| B4 | Artículos en los cuales se explicita la necesidad de utilizar la matemática para el estudio y desarrollo de la física, tanto en la escuela media como en la universidad. |

IV. RESULTADOS

Se consideraron 192 trabajos, 36 de ellos correspondientes a SIEF XII (2014), 71 a REF XIX (2015), 39 a SIEF XIII (2016) y 46 a REF XX (2017). El objetivo de esta investigación, como ya hemos mencionado, fue identificar propuestas didácticas, entre la comunidad de educadores de la física, en las que se pongan en juego actividades de articulación entre física y matemática integrando temas de ambas disciplinas y donde la tarea se realice en forma interdisciplinaria.

Los trabajos descriptos en la Categoría B fueron extraídos en proporciones similares tanto de las reuniones como de los simposios.

En la sub-categoría B1 se identificaron 3 trabajos: en uno de ellos se relata una actividad de articulación interdisciplinaria entre física y química, en otro se describe una experiencia de articulación entre Física I, Física II y Estadística y el tercero se refiere a una propuesta no implementada que integra conocimientos desde las ciencias básicas, avanzando hasta los conceptos proporcionados por la Ingeniería Sanitaria, en el último año de la carrera Ingeniería Civil.

En la sub-categoría B2 se encontraron dos trabajos: en ambos, presentados por los mismos autores, se muestran los resultados de una implementación de un recorrido de estudio e investigación para estudiar en conjunto física con matemática, tanto en la escuela media como en la universidad.

En la sub-categoría B3 se identificaron trabajos en los cuales se relaciona la física con la historia, la astronomía, la biología y el arte, en los cuales se destaca cómo estas áreas pueden jugar un rol importante e integrador entre las comúnmente llamadas ciencias duras y ciencias blandas.

En la sub-categoría B4 se encontraron trabajos en donde se explicita la necesidad de utilizar la matemática para el estudio y desarrollo de la física, trabajando o investigando sobre las gráficas cartesianas, el método de mínimos cuadrados, las magnitudes vectoriales, el álgebra vectorial y la resolución numérica de problemas físicos.

De acuerdo a la descripción anterior, los trabajos analizados o bien presentan actividades de articulación entre física y otras asignaturas (no matemática), o bien mencionan de forma explícita la relación de la física con otras áreas, pero no son experiencias de articulación.

Los resultados obtenidos permiten concluir que no se pudo encontrar una propuesta de articulación interdisciplinaria entre física y matemática, en la cual estén presentes docentes de las dos áreas, tanto en el diseño de las mismas como en la puesta en práctica, de acuerdo al objetivo de esta investigación.

V. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

En los trabajos que se analizaron referidos a la enseñanza de la física, y sobre todo aquellos en los cuales se relatan experiencias didácticas, se encuentran ecuaciones matemáticas, lo cual es algo natural. Es por

ello que lo que se persiguió no es encontrar fórmulas o métodos de resolución matemática en los artículos; lo que se buscó es identificar si los educadores de la física, ante diferentes dificultades que presentan los estudiantes en los primeros años de la carrera, proponen actividades en las cuales se trabaje sobre las mismas de manera articulada y en conjunto con docentes de matemática considerando el aporte que cada uno hace desde su especialidad.

A partir del análisis llevado a cabo, y de acuerdo al resultado del mismo de no encontrar artículos en donde se expliciten propuestas didácticas de articulación (entre física y matemática) con la participación de docentes de ambas disciplinas, surgen algunos interrogantes tales como: ¿por qué no se observan trabajos de articulación interdisciplinaria entre matemática y física?, ¿los docentes de física no consideran necesario realizar articulación entre las disciplinas mencionadas?, ¿cómo trabajan sobre las dificultades asociadas a la matemática?, ¿no indagan el origen de dichas dificultades?, ¿suponen que los estudiantes realizan la vinculación de los conceptos comunes a ambas áreas de manera natural sin necesidad del docente?

De acuerdo a los resultados que hemos obtenido a lo largo de la implementación de actividades de articulación, consideramos que diseñar y proponer este tipo de actividades en las que participen docentes de distintas disciplinas enriquece las propuestas, mejora la enseñanza y favorece la apropiación del conocimiento por parte del estudiante. Es por ello que, para continuar con la investigación inicial, como trabajo a seguir, se propone profundizar la búsqueda de propuestas didácticas y realizar un análisis similar en congresos sobre la enseñanza de la matemática, en particular para carreras de ingeniería donde las autoras del presente trabajo desarrollan su actividad docente. Asimismo, se va a seguir trabajando con el objetivo de fortalecer los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con el tema de la articulación interdisciplinaria.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Vol. 3. México: Trillas.
- Barranquero, M. y Rocca, M. (2014). Fragmentación vs. integración en la construcción de conocimientos. En *Estrategias de articulación e integración de conocimientos en la FAU. Experiencias al 2013*. La Plata: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49223>
- Baudino, N., Velasco, J., Buteler, L. y Coleoni, E. (2017). ¿Cómo estudiamos el aprendizaje? Lo que dicen nuestros trabajos de investigación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(Extra), 145-151.
- Costa, V., Torroba, P. y Devece, E. (2013). Articulación en la enseñanza en carreras de ingeniería: el movimiento armónico simple y las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal. *Latin American Journal of Physics Education*, 7(3), 350-356.
- Devece, E., Di Domenicantonio, R., Torroba, P. y Trípoli, M. (2015). Experiencia de articulación entre Matemática A y Física I. *Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata*.
- Gascón, J. (2009). El problema de la Educación Matemática entre la Secundaria y la Universidad. *Educação Matemática Pesquisa*, 11(2), 273-302.
- Leymoní, J. (2011). Desde la teoría a la práctica: una experiencia de articulación. *Revista transformación, estado y democracia*, 8(46), 60-78.
- Páez, O. (2011). Las competencias para el ingreso y para la permanencia en el primer año de las carreras de ingeniería, una mirada integradora desde una actividad profesional. *I Jornada de Enseñanza de la Ingeniería*. Facultad Regional Buenos Aires, Sede Campus. Libro de Resúmenes. <http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/gisi/papers/JEIN-2011-124.pdf>
- Santaló, L. (1994). Matemática para no matemáticos. En: Parra, C. y Saiz, I. *Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós.

Torroba, P., Bordogna, C. y Costa, V. (2011). El movimiento armónico simple y las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal: su articulación en la enseñanza. *Primeras Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería*, Marcos Actis [et al]. Compilado por Gabriela Caorsi y Lilita Mabel Gassa. 1ª Ed. La Plata. Universidad Nacional de La Plata, pp. 84-90.

Torroba, P., Costa, V., y Devece, E. (2013). Conceptualización de temas enmarcados en la Mecánica Clásica, en Electromagnetismo y en Ecuaciones Diferenciales Ordinarias a partir de una experiencia de articulación en una clase de matemática en carreras de ingeniería. Presentado en *XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física*, 1-5 de julio, Guayaquil. Ecuador.

Torroba, P., Costa, V., y Devece, E. (2014). Evolución de los conceptos vinculados en la enseñanza: sistema masa-resorte y ecuaciones diferenciales ordinarias. Una investigación en el contexto de una facultad de ingeniería. Presentado en *XII Simposio de Investigación en Educación en Física*, 22-24 de octubre, Tandil. Argentina.

Torroba, P., Devece, E., Trípoli, M. y Aquilano, L. (2016). Una propuesta didáctica que articula contenidos de matemática y física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(Extra), 91-99.

Torroba, P., Devece, E., Trípoli, M. y Aquilano, L. (2017). Magnitudes vectoriales: una propuesta didáctica para articular matemática y física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(Extra), 305-313.