
Significados de matematización en la enseñanza de la física presentes en libros didácticos de física universitaria

Vizcaino Arevalo, Diego Fabian¹

Categoría 2: Trabajos de investigación (en proceso o concluidos).

Línea de trabajo #5: Relaciones entre modelización, argumentación, contextualización, e historia, epistemología y sociología de la ciencia.

Resumen

Presentamos en este trabajo el resultado de analizar cuatro libros de texto en enseñanza de física a nivel universitario. Se buscó el tipo de relación entre física y matemática plasmada en tales textos por medio de la metodología de análisis textual. Encontramos que existen diferentes tipos de relación con características particulares las cuales categorizamos y que cada una de ellas pueden influir en la forma de diseñar una estrategia didáctica en concordancia con los diferentes enfoques que cada tipo de relación plantea.

Palabras clave: Libro didáctico, enseñanza de la física, matematización de la física.

Introducción

Objetivos

Con el objetivo de inferir cuál es el significado de "matematización de la Física" para la enseñanza de la física que está implícito en la propuesta de libros de enseñanza universitaria, se hizo un análisis textual basado en la propuesta de Roque Moraes (2007) de forma tal que pudiéramos encontrar las principales características presentes en los textos en este tipo de relación.

¹ Doctor en docencia de las ciencias y la matemática. Docente Universidad la Gran Colombia. d_vizcaino@yahoo.com

A partir de este trabajo creemos que es posible establecer parámetros para usar los significados de matematización de la física como un componente efectivo en la construcción de explicaciones. De esta forma creemos que se puede contribuir para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física en la formación inicial de profesores.

Marco Teórico

En el análisis de los textos debemos tomar en cuenta los diferentes planteamientos acerca de matematización planteados por diferentes autores. De acuerdo con Steiner (1968) la relación de la teoría con el cotidiano hace parte de una de las características de la Matematización, además, la idealización de situaciones cotidianas hace parte de una de las condiciones de matematización (Freudhental 2002). En estos casos, tomar en cuenta todas las variables de la situación real aumentaría la complejidad del trabajo de explicación, en la selección de los símbolos que representan las variables y la formalización de la relación entre ellas. Es decir tener en cuenta tal como mencionado en Vizcaíno (Vizcaíno, Terrazzan, 2015) que "no siempre las leyes físicas tienen una realidad inmediata asociada y no siempre las imágenes responden a nociones espacio-temporales evidentes en nuestra realidad". También tendremos en cuenta la idea de explicación en los textos, en donde explicar se debe centrar en la descripción de los fenómenos físicos, sin tener en cuenta la reflexión sobre los "porqués" de la aparición de estos conceptos y dando prioridad a la descripción de "cómo" ocurre, usando las matemáticas como la herramienta más adecuada para desarrollar las descripciones, ya que permiten aplicar las leyes de manera cuantitativa a varios sistemas físicos. Esta forma de explicar la física la vemos muy acorde con los planteamientos de Holton y Brush (2001), quienes mencionan como la explicación está directamente asociada a descubrir las leyes matemáticas que describan los observables, basadas en la descripción causa-efecto entre las variables, forma que se presenta más adecuada al proceso educativo con autores como Redish y Gupta cuando proponen que la matematización en la enseñanza de la física puede ser entendida como una estrategia de explicación, lo que implica formar al alumno en la construcción o reelaboración de un lenguaje específico, el cual va más allá del dominio instrumental de las representaciones matemáticas del mundo físico, y se debe apoyar en la comprensión del sentido de las representaciones (Redish, Gupta 2009).

La forma de presentar la explicación de los fenómenos por parte en los textos analizados es diferente la forma de explicación asumida por la historia de la física (Vizcaino, Terrazan, 2015) de la forma en que la explicación es asumida en los resultados de investigación en enseñanza de la física, porque los procesos que según los textos se espera el alumno siga no responden explícitamente a procesos de formación de habilidades de pensamiento para la construcción de la ciencia.

Metodología

Para constituir los datos se utilizó una rejilla de análisis textual para analizar los libros didácticos escogidos. Fueron analizados cuatro libros que hacen parte de la bibliografía sugerida en los syllabus de las disciplinas Física I, Física II, Física III y Laboratorio de Física Moderna, de la carrera de licenciatura en física de una Universidad estatal del centro del estado de Sao Paulo Brasil.

El criterio para seleccionar los libros fue que estos fueran los más utilizados o mencionados por los profesores en el desarrollo de sus clases y que estuvieran disponibles para la consulta de los estudiantes en la biblioteca de la universidad.

De esta manera, los libros seleccionados fueron: 1- "Fundamentos de Física, v.1: mecânica", de HALLIDAY, D., RESNICK, R. WALKER, J.; 2- "Curso de Física básica, v.1. Mecânica" de NUSSENZVEIG, M., estos dos textos tratan temáticas de física clásica. Los otros dos escogidos tratan temáticas de física moderna y fueron las obras: "Física Quântica, Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas" de EISBERG, R.; RESNICK, R. y; "Conceitos de Física Quântica" v.1 de PESSOA Júnior, O.

Para focalizar el análisis textual de los libros se tomó como objeto de trabajo un solo tema de física para cada texto. En esta parte del trabajo se asumió que el autor dirige su escrito a estudiantes de licenciatura en física como sus lectortes principales.

En la elaboración del corpus a ser analizado, se utilizó la información recolectada con los siguientes ítems:

1. *Estructura general del capítulo y ejemplos de las ideas fundamentales presentadas en cada parte.*
2. *Ideas explícitas sobre la relación de la Física con la cotidianidad.*
3. *Uso de Fotografías, figuras, diagramas, esquemas o dibujos en la explicación de los conceptos.*
4. *Uso de la Historia de la Física en la presentación o desarrollo de los conceptos.*
5. *Ideas explícitas sobre que debe saber previamente el alumno.*

RESULTADOS

Observamos que en los libros de Física Clásica (FC) existe una tendencia generalizada de secuencia de contenidos. Se inicia con la idealización de situaciones que podrían ser de la cotidianidad, después se presentan los símbolos que representan cada una de las magnitudes involucradas con la respectiva relación entre esas magnitudes. Finalmente, se deducen o se presentan las ecuaciones que representan los conceptos, las cuales pueden ser aplicadas para analizar otras situaciones similares.

En esta secuencia detectamos por lo menos tres aspectos que podríamos decir, buscan orientar al alumno en la "Matematización de la Física". Estos son: 1- la relación del tópico en estudio con la cotidianidad; 2- la representación simbólica de las magnitudes físicas y, 3-la formalización por medio de ecuaciones con sus respectivas aplicaciones.

Ya en la presentación de libros de Física Cuántica (FQ), en temas tales como el efecto fotoeléctrico o la naturaleza de la radiación electromagnética, también hay una tendencia en la presentación de los contenidos comenzando por la contextualización del fenómeno, con la diferencia de que en este caso no es posible iniciar con situaciones de la vida real, entonces se inicia presentando algunos de los experimentos cruciales que permitan demostrar el comportamiento del mundo microscópico.

En los libros de FQ al tratarse del estudio de los fenómenos que ocurren a escala microscópica, no es posible iniciar idealizando un sistema, ya que los arreglos experimentales ya tienen implícita una idealización, dado que fueron diseñados con fines específicos para la observación de algunos fenómenos que se espera ocurran bajo condiciones particulares.

En los libros de FQ analizados, se desarrolla el proceso de definición de los conceptos basados en las controversias que surgen al tratar de aplicar el formalismo matemático de la mecánica clásica para explicar los resultados obtenidos en los experimentos cruciales que dieron lugar a la aparición de la teoría cuántica. Dado que el sistema bajo estudio no contiene partículas observables a simple vista, la idealización de los sistemas no parte de la restricción de algunas cantidades medibles, ya que no se parte de hechos directamente relacionados con la experiencia sensorial, pero parten de imaginar el comportamiento de las ondas y partículas, cuya naturaleza es diferente de las partículas y ondas caracterizadas en la FC.

Podemos decir que la secuencia en los libros de FQ es similar a la secuencia en los libros de FC, en el sentido de que después de introducir el sistema físico en estudio, es presentado el formalismo matemático que permite describirlo, para luego aplicarlos en el análisis de otros sistemas físicos similares. Por lo tanto y en términos generales, el carácter abstracto de las representaciones se mantiene al pasar de FQ para FC cambiando principalmente el tipo de sistema físico a ser estudiado.

De esta forma encontramos con que la presentación de estos libros está de acuerdo con la idea de explicación enunciada por Bochner, (BOCHNER 1966). Sin embargo, nos encontramos de nuevo que la secuencia de presentación de contenidos sigue la secuencia en que fueron construidos los conceptos históricos y no necesariamente obedecen a la necesidad de orientar y guiar procesos de construcción de representaciones por parte del alumno intentando llevarlo a hacer sus propias organizaciones. La idea principal de estos libros es presentar al estudiante lo más fielmente posible, la forma en que se fueron desencadenando conclusiones que conducen a construir un lenguaje cada vez más específico para describir los sistemas microscópicos.

4. Conclusiones

Podemos afirmar que en las propuestas de los libros didácticos:

- El eje que orienta el proceso de enseñanza de la física es la comprensión de la modelización matemática ya desarrollada por la ciencia.
- La relación con el cotidiano es a partir de situaciones que podrían ser de su vida común, pero consideradas de forma idealizada, lo que implica un nivel de

abstracción que se da al utilizar el formalismo matemático, ya que tales formalismos exigen, considerar objetos como partículas o trayectorias rectilíneas.

- El lenguaje para comunicarse se va presentando en la medida en que van siendo presentados los formalismos.

- Se requiere del lector un conocimiento básico o técnico de algunos formalismos matemáticos.

El uso de la historia en el proceso de enseñanza y aprendizaje en los libros de FC prácticamente no es utilizado. En los libros didácticos de FC, prácticamente, no es utilizada la historia, y en los libros de FQ es utilizada como criterio de presentación de la secuencia de contenidos, donde son presentadas las controversias ocurridas en la historia que generaron nuevas representaciones.

Es importante tomar en cuenta el uso del libro en el aula como material de referencia en los procesos de enseñanza, ya que si se toma como una guía de trabajo proporcionará las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia, de la relación entre física y la matemática, de los procesos que se desarrollan con los estudiantes, de la forma de evaluación que el docente debe usar.

REFERENCIAS

- Bochner, S.(1966) *El papel de la matemática en el desarrollo de la ciencia*. Original, Princenton University Press, 1966. Madrid: Tradução Castellano, Alianza Editorial, 1991.
- Eisberg, R.; Resnick, E. (1979)*Física Quântica-Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas*. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Freudenthal, H. (2001) *Revisiting Mathematics Education China Lectures*. London: Kluwer Academic Publishers Dordrecht, 220p
- Halliday; Resnick ; Walker.(2002) *Fundamentos de Física*, v,1: mecânica. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos
- Holton, G; Brush, S. (2001) *Physics, the Human Adventure: from Copernicus to Einstein and Beyond*. 1952. Rutgers University Press; New Brunswick, New Jersey and London. 2001.

-
- Karam, R.; Pietrocola, (2009).M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estructurantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianapolis v.2, n.2, p.181-205, 2009.
- Moraes, R., & do Carmo Galiazzi, M. (2007). *Análise textual: discursiva*. Editora Unijuí.
- Nussenzveig. (1981). *Curso de Física básica*, v,1. São Paulo: Blucher
- Pessoa, Jr..(2006) *Conceitos de Física Quântica*. v.1. Sao Paulo: Livraria da Física, 2006.
- Redish, E; Gupta, A.(2009) Making Meaning with Math in Physics: A Semantic Analysis. In: *GIREP 2009*. Leicester UK. Proceedings... Leicester, 2010.
- Steiner, H G. (1968). Examples of exercises in mathematization on the secondary school level. *Educational Studies in Mathematics*, Illinois, v.1, p.181-201
- Vizcaino, D; Terrazzan ,E. (2015) Diferencias transcendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Tecné, Episteme y Didaxis* (38), 95-111.