

Enseñar la Física desde la continuidad estructural: una mirada filosófico-didáctica

Natalia Fernández^{1*}, Yerko-Aj Novoa²

Resumen

Esta investigación presenta una propuesta pedagógica para la enseñanza de la Física, elaborada desde una reflexión filosófico-didáctica para favorecer una comprensión más profunda de la estructura teórica de la disciplina y de los modos en que ésta mantiene su coherencia a lo largo de la historia del pensamiento científico. Se parte de la idea, propia de la tradición estructuralista del cambio teórico, de que lo que persiste en el desarrollo de la Física no son las entidades ni los modelos empíricos particulares, sino las relaciones estructurales que organizan el conocimiento y permiten su continuidad. Desde esta perspectiva, enseñar Física implica introducir a los estudiantes en la lógica interna de dichas relaciones, entendidas como invariantes epistémicas que articulan los distintos dominios del saber físico y posibilitan la transferencia del conocimiento entre ellos. El objetivo es explorar, desde una revisión histórico-filosófica, cómo los procesos de unificación teórica en la Física revelan formas de continuidad estructural que inspiran nuevas perspectivas de enseñanza. El concepto de onda se analiza como ejemplo paradigmático de esa continuidad, destacando su papel articulador en el currículo y su potencial para promover una enseñanza integrada, reflexiva y coherente con la naturaleza de la ciencia.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias físicas; filosofía de la ciencia; Ondas (Física).

¹Universidad de O'Higgins

²Universidad de Santiago de Chile

natalia.fernandez@uoh.cl Yerko.noj@gmail.com

Abstract

This research presents a pedagogical proposal for teaching Physics, developed from a philosophical-didactic reflection aimed at fostering a deeper understanding of the theoretical structure of the discipline and the ways in which it maintains coherence throughout the history of scientific thought. It is based on the structuralist tradition of theoretical change, which holds that what persists in the development of Physics are not particular entities or empirical models, but the structural relations that organize knowledge and ensure its continuity. From this perspective, teaching Physics involves introducing students to the internal logic of these relations, understood as epistemic invariants that connect different domains of physical knowledge and enable the transfer of understanding between them. The objective is to explore, through a historical-philosophical review, how theoretical unification processes in Physics reveal forms of structural continuity that can inspire new approaches to teaching. The concept of wave is analyzed as a paradigmatic example of this continuity, highlighting its articulating role across different levels of the curriculum and its potential to promote a more integrated, reflective, and coherent science education.

Keywords: Teaching of physical sciences; philosophy of science; waves (Physics).

¹Universidad de O'Higgins

²Universidad de Santiago de Chile

natalia.fernandez@uoh.cl Yerko.noj@gmail.com

1. Introducción

El aprendizaje de la Física en el contexto escolar suele abordarse de manera fragmentada y centrada en la aplicación de fórmulas, lo que limita la comprensión profunda de la disciplina y dificulta establecer conexiones entre contenidos (Bao, 2019). Este enfoque restringe el desarrollo del pensamiento científico, pues el estudiantado tiende a resolver problemas de forma mecánica, sin construir modelos conceptuales coherentes. Ello contrasta con el desarrollo histórico de la Física, caracterizado por la búsqueda de estructuras conceptuales unificadoras que explican múltiples fenómenos y otorgan continuidad al conocimiento científico.

Desde los planteamientos de Poincaré (1902/2014), la ciencia puede entenderse no como una descripción de las cosas, sino de las relaciones invariables entre ellas, idea que constituye la raíz del realismo estructural contemporáneo (Worrall, 1989). Desde esta perspectiva, la enseñanza debería favorecer la articulación conceptual (Duit & Treagust, 2003) y la comprensión de las relaciones estructurales que dan coherencia al pensamiento físico. Comprender las estructuras formales de leyes y modelos permite reconocer la coherencia interna de la disciplina y enseñarla de manera integrada y significativa. En Física, reconocer semejanzas formales entre leyes que comparten estructura matemática o conceptual, como las de Coulomb y Newton, o Snell y Maxwell, favorece la transferencia del conocimiento y revela la continuidad estructural del conocimiento científico (Worrall, 1989).

Esta mirada permite reinterpretar el currículo escolar desde una lógica de relaciones y coherencia conceptual, en lugar de unidades aisladas. La enseñanza, así, se aproxima a la manera en que la Física ha construido históricamente su conocimiento: mediante procesos de unificación teórica y conservación estructural (Poincaré, 1902/2014; Worrall, 1989). Esta propuesta, enmarcada en el tópico 6 del X Encuentro Nacional de Didáctica de la Física, busca explorar esa relación a través del concepto de onda, promoviendo comprensión estructural, articulación conceptual y conocimiento científico.

2. Metodología

Desde una perspectiva histórico-filosófica, se analiza la evolución del concepto de estructura en la Física contemporánea, atendiendo a sus fundamentos en el realismo estructural y en la tradición estructuralista del cambio teórico. Ello permite identificar relaciones formales que dan continuidad a las teorías. Paralelamente, se examina su potencial didáctico como eje articulador del aprendizaje. El propósito es conectar la historia epistemológica con la enseñanza, promoviendo que aprender Física signifique comprender relaciones y no solo aplicar fórmulas.

La metodología se desarrolla en tres fases complementarias. La primera fase, de revisión histórico-filosófica, consiste en un análisis bibliográfico y analítico de la evolución del concepto de onda y su papel en los procesos de unificación científica, desde las formulaciones de Huygens hasta Maxwell y la física cuántica. Esta revisión se centra en cómo dicho concepto ha operado como una estructura teórica recurrente, capaz de conectar distintos dominios, acústica, óptica, electromagnetismo y mecánica cuántica, bajo una misma forma matemática de propagación.

La segunda fase, de análisis curricular, aborda el estudio del currículo nacional de Física en Chile con el propósito de identificar cómo y en qué niveles se trabaja el concepto de onda, qué vínculos explícitos o implícitos mantiene con otros contenidos y qué potencial presenta para actuar como eje articulador del aprendizaje de la Física escolar. El análisis curricular se guió por cuatro criterios: (i) presencia y progresión del concepto de onda, (ii) vínculos estructurales con otros dominios, (iii) relaciones formales que sustentan su articulación y (iv) oportunidades de transferencia conceptual. Estos criterios permitieron reconocer las conexiones estructurales del currículo y el potencial del concepto de onda como eje articulador.

La tercera fase, correspondiente a la propuesta didáctica preliminar, se construye con base en los hallazgos anteriores y se centra en la enseñanza del concepto de onda como estructura relacional. Esta propuesta se organiza en cuatro etapas progresivas: fenomenología estructural (exploración experimental de distintas ondas para identificar patrones comunes), modelización estructural (formalización matemática mediante la ecuación de onda y simuladores digitales), transferencia estructural (aplicación del modelo en distintos dominios: sonido, luz, sismos, electromagnetismo) y metacognición estructural (reflexión sobre la conservación de estructuras en el cambio teórico). No se plantea una secuencia cerrada, sino un marco de experimentación pedagógica para contrastar la hipótesis estructuralista: comprender una forma relacional facilita la transferencia del conocimiento.

Para aplicar la secuencia, cada etapa se vincula a actividades específicas: en la fenomenología estructural, el estudiantado observa distintos tipos de ondas identificando patrones comunes; en la modelización ajusta parámetros de la ecuación de onda y analiza representaciones; en la transferencia aplica el modelo a fenómenos como sonido, luz o sismos; y en la metacognición reflexiona sobre elementos estructurales comunes. Como indicadores de aprendizaje se consideran el reconocimiento de invariantes, la explicación de fenómenos mediante un mismo modelo y la justificación de analogías entre tópicos de la Física.

Se proyecta implementar y evaluar cualitativamente la propuesta en aulas escolares, observando la capacidad del estudiantado para reconocer invariantes, transferir modelos y reflexionar sobre el conocimiento científico. A largo plazo, se busca consolidar una enseñanza estructural de la Física que reproduzca los procesos de unificación teórica y conservación estructural propios de su desarrollo histórico.

3. Resultados

El análisis histórico-filosófico muestra que el concepto de onda ha desempeñado un papel central en procesos de unificación teórica de la Física. Su estudio no solo permite abordar contenidos específicos, sino también comprender fenómenos diversos, como oscilaciones, sonido, luz o comportamientos cuánticos, que comparten una misma estructura formal de propagación. Esta perspectiva revela que las ondas funcionan como un marco conceptual capaz de conectar distintos tópicos del currículo, favoreciendo la construcción de modelos integrados y la transferencia del conocimiento entre áreas tradicionalmente separadas.

Los programas de Física escolar presentan el tema de ondas de forma fragmentada, sin explicitar sus relaciones estructurales con otros fenómenos. Esta desconexión dificulta la transferencia de conocimientos y la construcción de modelos integrados, evidenciando la necesidad de estrategias didácticas que revelen las conexiones entre distintos tópicos del currículo.

Los resultados sugieren que enseñar el concepto de onda desde sus estructuras conceptuales y formales permite aprovechar las similitudes entre fenómenos físicos para introducir nuevos contenidos. Al reconocer patrones comunes, el estudiantado reutiliza estructuras previas en distintos contextos, promoviendo aprendizajes coherentes con la forma en que la Física ha avanzado históricamente mediante procesos de unificación teórica. Esta mirada refuerza el valor pedagógico de las estructuras como herramientas para organizar y transferir conocimiento.

4. Conclusiones

Los resultados y la revisión histórico-filosófica muestran que la lectura estructuralista de los conceptos cumple un doble papel: permite comprender la evolución histórica de la Física mediante procesos de unificación teórica y funciona como recurso didáctico, para organizar la enseñanza de manera coherente y significativa. Reconocer patrones y analogías entre tópicos facilita la transferencia de conocimiento y evidencia cómo la Física ha avanzado históricamente.

Desde esta perspectiva, enseñar Física implica mostrar cómo está organizada la ciencia. Abordar un concepto estructural, como el de onda, permite que el estudiantado reutilice una misma forma relacional en distintos dominios, fortaleciendo la construcción de modelos y el aprendizaje significativo.

Como proyección, esta propuesta didáctica puede contribuir al desarrollo profesional docente, al vincular explícitamente epistemología y práctica pedagógica. Comprender y enseñar desde la lectura estructuralista de la Física actúa como hilo conductor entre aprendizaje, enseñanza y evolución histórica, reforzando que la unificación de modelos puede guiar una enseñanza más significativa y coherente.

Referencias

- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(2).
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688.
<https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Poincaré, H., & Royce, J. (2014). *The Foundations of Science: Science and Hypothesis, The Value of Science, Science and Method*. (G. B. Halsted, Trans.). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107252950>
- Worrall, J. (1989). Structural realism: The best of both worlds? *Dialectica*, 43(1–2), 99–124.
<https://doi.org/10.1111/j.1746-8361.1989.tb00933.x>