

Trasposición de Física Avanzada: Un nuevo campo de investigación educativa

Jorge Pinochet

RESUMEN:

La investigación educativa en física ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas. Entre las temáticas que abordada se encuentra un campo de estudio relativamente nuevo, que busca poner la física avanzada al alcance del profesorado del área y de sus estudiantes. El objetivo de este artículo es divulgar los resultados de un manuscrito publicado originalmente en la revista *Physics Education* el año 2024, donde se realizó la primera sistematización y caracterización de este nuevo campo de investigación que el autor denominó “Advanced Physics Transposition” o APT.

PALABRAS CLAVES:

Física avanzada; trasposición; profesorado de física; estudiantes de secundaria.

La investigación educativa en física ha experimentado un importante crecimiento en las últimas décadas. Una de las áreas de investigación más relevantes es aquella dedicada a mejorar la enseñanza de la física escolar. Las revistas científicas líderes en este campo son la británica *Physics Education* (PED) y la estadounidense *The Physics Teacher* (TPT).

Los campos de investigación cubiertos por PED y TPT son variados, y abarcan temas como: planes de formación inicial y su eficacia, métodos de evaluación, diseño y contenido curricular, entre otros. Sin embargo, en esta lista y en otras similares, está ausente un campo de investigación emergente, que busca poner al alcance del profesorado de física y de sus estudiantes la física avanzada, es decir, la física que, por su novedad y complejidad, está fuera del currículum escolar de ciencias. Por razones que se analizan más adelante, sugiero el nombre “Advanced Physics Transposition” (APT) para designar a este innovador campo de investigación.

En cuanto al número de publicaciones, APT es un campo de estudio comparativamente pequeño, que acumula aproximadamente el 5% del total de publicaciones en educación en física durante la última década. Como resultado, hasta antes del trabajo que aquí se resume, APT no había sido sistematizada, y ni siquiera existía una propuesta para darle un nombre que permitiera diferenciarla de otros campos de estudio en educación en física. Sin embargo, a juicio del autor, APT requiere ser considerada como un campo de estudio independiente dentro de la educación en física, y en la medida que sea diferenciado e individualizado, podrá atraer un mayor número de investigadores que lo hagan crecer. El objetivo de este artículo es resumir un trabajo publicado originalmente en PED donde el autor realizó la primera sistematización y caracterización de APT, e introdujo el nombre que define a este nuevo campo de investigación educativa.

Trasposición de física avanzada

Podemos definir la ciencia avanzada como aquella que comprende campos de investigación activos, donde existen problemas abiertos cuyo esclarecimiento supone un avance en nuestra comprensión de la realidad. También podemos definir la ciencia avanzada como aquella que se caracteriza por su alto grado

de complejidad y especialización. Reuniendo ambas acepciones definimos la ciencia avanzada como aquella que es objeto de investigación activa y que suele ser altamente compleja y especializada. Dentro de la ciencia avanzada se encuentra la física avanzada, que es nuestro principal foco de interés. En lo que sigue entenderemos por física avanzada aquella parte de esta ciencia que abarca los campos de investigación en física teórica y experimental, incluyendo a la astronomía, que son de alta complejidad y especialización y que se encuentran activos, de manera que suscitan preguntas abiertas que aún no han sido consensuadas por la comunidad de expertos.

Ejemplos de física avanzada son la cosmología, los agujeros negros, la física de partículas, las ondas gravitacionales, la materia y las energías oscuras, etc. Tradicionalmente, la ciencia avanzada en general, y en particular la física avanzada, han sido patrimonio de una élite, pero existen dos razones principales y complementarias por las cuales un profesor de física podría estar interesado en la física avanzada. La primera es el desarrollo personal y profesional, es decir, el interés de un profesor por ir más allá de los temas que debe tratar habitualmente en clases. La segunda razón es transmitir a los estudiantes los resultados más novedosos e intrigantes de la física contemporánea. Vemos entonces que la física avanzada puede convertirse en una poderosa herramienta para motivar a los estudiantes, y para enriquecer y complementar los contenidos del currículum de física tradicional, lo que ofrece interesantes oportunidades de aprendizaje.

Debido a la complejidad y novedad de la física avanzada, el profesorado de física típico no puede acceder directamente a ella. Antes, la física avanzada debe someterse a un proceso de simplificación, lo que requiere de una línea de investigación dedicada a esta tarea. El primer paso para introducir y sistematizar un nuevo campo de estudio es darle una adecuada denominación: propongo el nombre Advanced Physics Transposition (APT). La palabra “transposición” significa literalmente “poner algo más allá, en un lugar diferente del que ocupaba originalmente”. Luego, el término “Advanced Physics Transposition” describe en forma concisa el ámbito de trabajo propio y distintivo de APT, que busca, precisamente, trasponer la física avanzada. En resumen:

La física avanzada es elitista, y APT procura trasponerla. Esta transposición se realiza tanto en el terreno teórico como práctico. En el terreno teórico, la transposición puede llevarse a cabo mediante cálculos matemáticos simplificados, que buscan retener los conceptos físicos subyacentes de los cálculos detallados. Para ello existen herramientas como el análisis dimensional y los cálculos heurísticos. Un ejemplo son los artículos sobre agujeros negros, que describen sus principales características y propiedades empleando herramientas matemáticas que generalmente no van más allá del álgebra de secundaria. En el terreno práctico, la trasposición puede realizarse

a través de dos caminos complementarios, pero que suelen presentarse por separado. Un camino es realizar experimentos simples y de bajo costo, tanto demostrativos como no demostrativos, para realizar en las escuelas. El otro camino es implementar actividades prácticas donde los estudiantes deben manipular y estudiar objetos que buscan ejemplificar o simular un fenómeno físico. En este caso no se efectúan mediciones ni se recopilan datos, pero a través de modelos y analogías, los estudiantes pueden captar los aspectos esenciales de los fenómenos físicos. Un ejemplo es el uso de la danza para introducir los complejos concepto de la física de partículas.

APT y transposición didáctica

APT tiene algunas similitudes con la Transposición Didáctica (TD), que se define como el proceso por el cual se modifica un contenido científico para adaptarlo a su enseñanza, transformando el saber erudito en un saber enseñable. Aunque la TD puede ser un buen complemento de APT, hay al menos tres aspectos que las diferencian.

En primer lugar, la TD abarca todas las ciencias naturales, en tanto que APT está centrada exclusivamente en la física. En segundo lugar, a APT solo le interesa el conocimiento científico avanzado, en tanto que la TD se ocupa de todo el conocimiento científico. En tercer lugar, APT no utiliza el marco teórico ni los conceptos propios de la didáctica de las ciencias, lo que le da mayor amplitud y flexibilidad. Aparte de estas tres diferencias generales, podemos identificar una cuarta diferencia más específica. Contrariamente a lo que ocurre con la TD, las aplicaciones de APT en el terreno teórico no buscan convertir un saber erudito en un saber enseñable; más bien buscan convertir un saber erudito de alta complejidad en un saber erudito de menor complejidad, destinado a personas con una buena formación matemática, como es el caso del profesorado de física.

Este último punto proporciona un buen ejemplo de la forma en que la TD puede complementarse con APT. En efecto, debido a su complejidad, los productos de APT no siempre son susceptibles de utilizarse directamente en el aula, de manera que es labor del profesor adaptar estos productos a las necesidades de sus estudiantes. Y la herramienta idónea para realizar esta adaptación es la TD.

Trasposición de física avanzada: mirada más detallada

Es interesante estudiar con más detenimiento cómo ha evolucionado APT en el tiempo, y qué tipo específico de temáticas aborda. Para ello, conviene analizar brevemente la investigación en educación en física desarrollada durante la última década, tomando como referente a las dos revistas más importantes en la materia: PED y TPT. Luego de una revisión general de la



REFERENCIAS SUGERIDAS

1. Pinochet, J. (2024). *Advanced Physics Transposition (APT): A new name for a not-so-new field of research*. *Physics Education*, 59 (5), 055501.
2. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad673c>, ISSN: 1361-6552, arXiv:2412.1775v1
3. Chevallard Y. (1991). *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné Didactic Transposition: From Scholarly Knowledge to Taught Knowledge (La Pensée Sauvage edns)*

literatura en educación en física, el autor ha identificado seis grandes áreas de la física que son objeto de interés por parte de quienes trabajan en APT: Relatividad General, Relatividad Especial, Astrofísica y Ciencias del Espacio, Agujeros Negros, Mecánica Cuántica, y Física Nuclear y de Partículas.

Si sumamos el número de publicaciones en PED y TPT durante la década 2014-2023, resulta un total de 144 trabajos, divididos en partes aproximadamente iguales. De esta cifra, APT representa aproximadamente el 5%, de manera que, como señalé en la introducción, se trata de un campo de investigación comparativamente pequeño. Al separar estas 144 publicaciones según las seis áreas señaladas antes, se encuentra que Astrofísica y Ciencias del Espacio es el área donde se concentra el mayor número de publicaciones, seguido por Física Nuclear y de Partículas. El área con el menor número de publicaciones corresponde a agujeros negros. Se aprecia entonces que hay mucho trabajo por hacer en APT, lo que ofrece interesantes oportunidades de desarrollo académico para aquellos investigadores que buscan innovar en la educación en física.

Reflexiones finales

En síntesis, se puede decir que APT es una línea de investigación educativa que busca transponer la física avanzada, lo que implica acercarla al profesorado del área y a sus estudiantes. Así, de manera coloquial, es posible definir a APT como el arte y la ciencia de hacer fácil lo difícil. Es de esperar que este trabajo contribuya al crecimiento de esta emergente área de investigación educativa que busca mejorar la calidad de la enseñanza de la física.



Jorge Pinochet. Es Doctor en Ciencias de la Educación y licenciado en Física. Es Profesor Titular en la UMCE e investigador del CEI-UMCE. Se ha destacado como educador, divulgador e investigador en educación en física. Pionero en usar YouTube para enseñar física y en el uso de la IA para enseñar astronomía. En 2024 fundó el enfoque Advanced Physics Transposition (APT). Cofundó Prosifica y fue consultor para MINEDUC y MideUC. Ha formado profesores en la UMCE, UAH y UTALCA, y liderado diversos proyectos. Desde 2015 ha publicado 40 artículos en revistas internacionales. Ha sido reconocido por su excelencia académica por UTALCA y PentaUC.

correo de contacto: jorge.pinochet@umce.cl