

Armando Zandanel

ENSEÑAR FÍSICA

IDEAS Y ESTRATEGIAS PARA EL AULA



Muestra distribuida por la editorial

Índice

Introducción	8
Ideas para comenzar una clase de física	13
Experimentos sorprendentes.....	13
Videos cortos.....	14
Problemas intrigantes	16
Simulaciones interactivas	16
Historias, textos y anécdotas.....	18
Juegos educativos	19
Objetos cotidianos	20
Reflexión y discusión	22
Analogías y modelos en la enseñanza de la física	24
Las analogías como recurso didáctico.....	24
Los modelos como herramienta científica	26
Recursos inmersivos: realidad aumentada y virtual.....	30
Simulaciones: recreando fenómenos físicos con software.....	33
Sugerencias para elaborar una guía de uso de simulaciones	33
Uso de simuladores para el estudio de circuitos eléctricos	35
Simulación del movimiento parabólico	36
Análisis del coeficiente de arrastre.....	37
Descomposición de la velocidad inicial en componentes.....	37
Ecuaciones del movimiento del proyectil.....	38
Simulación del efecto fotoeléctrico.....	39
Comparación entre el experimento real, la simulación y el modelo matemático.....	40
Recursos alternativos de simulación en física.....	41
Los “nativos digitales”, el celular y la clase de física	44
La aplicación FizziQ: un laboratorio en el celular	45
Acciones posibles con un teléfono inteligente	46
Icarus: simulación 3D de fenómenos físicos.....	47
Aplicaciones educativas para el aprendizaje de la física	47
Uso de películas, series y videos en la enseñanza de la física	49
Pasos para trabajar con videos y películas en clase.....	49
Películas y series	50
Uso de fragmentos cinematográficos	52

Videos.....	53
Videojuegos como estrategia para aprender física.....	57
Uso de videojuegos en la enseñanza de la física.....	57
Ejemplos de videojuegos aplicados a la enseñanza de la física	58
Otros videojuegos y aplicaciones recomendados.....	59
La narrativa en la enseñanza de la física como herramienta didáctica	62
Narrativas para enseñar física.....	63
A la hora de escribir	66
Cuando los conceptos se encarnan en personajes	69
Las historietas en la clase de Física.....	71
El método socrático en la enseñanza de la física	76
Un ejemplo de aplicación	76
Preguntar y preguntarse.....	83
Uso de juegos en el aula	86
Juegos de mesa.....	87
Juegos de simulación y videojuegos.....	89
Juegos de retos y competencias	90
Salas de escape de física.....	91
Juegos de rol y simulación.....	93
Fabricando juegos.....	94
La perspectiva histórica en la enseñanza de la física.....	101
Importancia de la historia en la enseñanza de la física.....	101
Enfoques para integrar la historia en la clase de Física	102
Actividades que complementen la lectura y discusión de textos.....	111
Los problemas en física, un problema	119
No basta saber “la fórmula”	124
Experimentos para la enseñanza de la física.....	126
El alumno como físico	127
Memes y gráficas en el aula de física.....	141
Beneficios del uso de memes en la enseñanza	143
Comunicar la ciencia: más que palabras.....	145
La educación tecnológica y la educación basada en la resolución de problemas.....	150
Aprendizaje basado en problemas	150
La educación tecnológica.....	152
Con ciencia sin estereotipos.....	155
Actividades para llevar al aula de física	165

Uso racional de la energía	165
Energía... ¿dónde estás?	168
Una forma lúdica de planificar	169
¿De dónde salen los colores?	171
Analogía del decaimiento radiactivo	174
Fisión simulada.....	178
Como caído del cielo	180
Discutiendo sobre caídas y gravedades en series y cómics	183
Campo eléctrico	189
El experimento del péndulo de Newton.....	192
¿Se hunde o no?	193
Otros desafíos para acercar a los estudiantes al mundo de la física cuántica.....	210
Un experimento crucial.....	214
Una experiencia accesible para incorporar.....	216
Descubrimiento de los rayos X	217
Entre el método y las recetas.....	219
El cine en clase o la clase al cine	220
Termodinámica de la pizza	221
La física de un avión de papel.....	223
Bibliografía.....	225



Conseguí este
título en formato
digital.



Muestra distribuida por la editorial

Introducción

Enseñar física en el siglo XXI

La sociedad del conocimiento está caracterizada por la rapidez de los avances científicos y tecnológicos: la información está a un clic de distancia y abundan las situaciones problemáticas complejas, donde confluyen nociones de ciencia, cuestiones sociales y ambientales.

A partir de sus características, la sociedad contemporánea ha dado lugar a un **nuevo paradigma educativo**, que redefine la forma de concebir la educación y el papel del estudiante en el proceso de aprendizaje, con el objetivo prioritario de que tenga la oportunidad de aprender a pensar. Este paradigma puede resumirse en los siguientes objetivos:

- Fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas que permitan a los estudiantes analizar, reflexionar y resolver problemas de manera eficaz e independiente.
- Valorar diferentes tipos de inteligencia, como la lingüística, lógica-matemática, espacial, musical, corporal, interpersonal, intrapersonal y naturalista.
- Promover una educación adaptada a las necesidades, intereses y habilidades únicas de cada estudiante.
- Enfocarse en el desarrollo integral del estudiante, incluyendo aspectos emocionales, sociales y cognitivos, para formar ciudadanos completos y responsables.
- Favorecer un aprendizaje activo y participativo, donde los estudiantes son agentes de su propio aprendizaje y se los anime a explorar, investigar y resolver problemas de manera autónoma.
- Incorporar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como herramientas para enriquecer el proceso educativo y facilitar el acceso a recursos y conocimientos.
- Garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus antecedentes, capacidades o circunstancias, tengan acceso a una educación de calidad.

Dentro de este paradigma, se encuentra la línea de trabajo académico de enseñanza basada en la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad.

Sin embargo, en muchas aulas de física, abundan las definiciones de manual: las fórmulas –que los estudiantes deben memorizar– se presentan como ecuaciones mágicas que resuelven problemas, cuando en realidad son ejercicios de repetición. El docente espera la respuesta correcta; la física parece estar resuelta y las leyes, verdades reveladas.

Como consecuencia, los estudiantes desarrollan una imagen negativa de la asignatura y se preguntan: “¿Para qué me sirve esto? El físico y especialista en didáctica Marco Antonio Moreira lo resume así: “La fenomenología, la conceptualización, la inferencia, el modelaje, la argumentación a partir de evidencias son mucho más importantes en el aprendizaje de la física, o de las ciencias en general, que memorizar fórmulas”.

Si repasamos las temáticas que se enseñan actualmente en Física como asignatura de formación general, podemos afirmar que la mayoría corresponde a una física anterior al siglo XX. Cuando esta presentación se acompaña de los tradicionales ejemplos y ejercicios, es evidente que nos hemos quedado detenidos en el tiempo. Mientras tanto, nuestros estudiantes ven en las redes y la televisión noticias relacionadas con la física contemporánea que nunca se abordan en la escuela.

Basta revisar los Premios Nobel de Física de los últimos años para notar que los avances más destacados corresponden a la **física de partículas** (tanto teórica como experimental) la **física del estado sólido** (dispositivos semiconductores), la **astrofísica** y la **inteligencia artificial**.

Hoy en día, cualquier estudiante que disponga de los recursos necesarios (computadora y conexión a internet) puede explorar libremente contenidos cuánticos. Por ejemplo, en español podría jugar al **Neutrino al escape**. También puede acceder a un video que explica cómo es la región del espacio que llamamos átomo o descargarse un libro con el sugerente título *Los gatos sueñan con física cuántica y los perros con universos paralelos*.



Escaneen el QR para acceder al juego interactivo "Neutrino al escape"



Escaneen el QR para ver un video sobre la estructura del átomo



Escaneen el QR para acceder al simulador "Modelos del átomo de hidrógeno"



Escaneen el QR para acceder al simulador "Medición cuántica"

Las simulaciones permiten analizar el comportamiento de los diferentes modelos atómicos, sus diferencias y limitaciones, relacionar la energía absorbida y emitida por los electrones con los datos del espectrómetro y explicar la relación entre la representación física de las órbitas y el diagrama de niveles de energía de un electrón.

Con el simulador "Medición cuántica", es posible comparar las diferencias de comportamiento al medir sistemas clásicos y cuánticos; predecir la distribución de resultados a partir de mediciones repetidas de un sistema cuántico de dos niveles; asociar el concepto de probabilidad con los posibles resultados de experimentos clásicos y cuánticos; y describir el significado de un sistema en un estado de "superposición" y su relación con las observaciones.

Si un estudiante preguntara en qué se basa una resonancia magnética, necesitaríamos recurrir a la física del siglo XX para explicarlo. Diríamos que es una técnica de visualización de los tejidos que se basa en provocar, mediante un campo magnético constante y otro oscilante, la resonancia magnética en ciertos núcleos atómicos, particularmente los del hidrógeno (protones). Nuestro cuerpo contiene mucha agua y cada molécula de agua dos átomos de hidrógeno. La resonancia se refiere a un aumento de la absorción cuando se alcanza la combinación adecuada de intensidad de campo y frecuencia.

La ventaja con respecto a los rayos X es que el paciente no se ve expuesto a una radiación peligrosa y, además, se pueden obtener imágenes tridimensionales. La base física de esta técnica es un efecto puramente cuántico: la discretización o cuantificación de la energía debida a la acción del campo constante sobre el protón, que puede considerarse como un pequeño imán. A diferencia de los imanes clásicos, el protón no puede adoptar cualquier orientación o energía respecto al campo externo, sino solo dos orientaciones discretas y sus correspondientes energías.

En resonancia, la frecuencia del campo oscilante coincide con la frecuencia que corresponde según la fórmula de Planck

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \cdot (f_2 - f_1)$$

donde E es la energía, h la constante de Planck, cuyo valor es $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, y f_1 y f_2 las frecuencias correspondientes a los dos niveles energéticos.

Como puede notarse, esta no es una explicación común en las aulas, aunque sí es una práctica frecuente en el diagnóstico médico.

Sin embargo, existen herramientas para abordarla, por ejemplo, el simulador "PhET MRI simplificado".



Escaneen el QR para acceder al simulador "PhET MRI simplificado"

No se trata de reemplazar los temas tradicionales, sino de integrarlos, relacionarlos y compararlos. Cuando se plantea encontrar respuesta a preguntas como "¿de qué está hecha la materia?" o "¿cómo interactúan sus componentes?", se pueden introducir conceptos como **materia y energía oscuras**, mostrando que la materia ordinaria constituye solo una pequeña parte del universo conocido. También es posible introducir el concepto de **quark** al hablar de modelos atómicos, para mostrar que protones y neutrones no son partículas fundamentales. Asimismo, se puede relacionar el **experimento de Rutherford** con los aceleradores de partículas actuales, como los del CERN, mostrando cómo se descubren nuevas partículas. Cuando hablamos de fuerzas y sus efectos, se pueden incluir las interacciones nucleares fuerte y débil, además de las fuerzas gravitatoria, eléctrica y magnética. Con el desarrollo del concepto de **campo electromagnético**, se puede explicar cómo se aplica en el diseño de los aceleradores de partículas.

Si queremos cambiar para mejorar, es necesario revisar los temas y repensar las estrategias didácticas, haciendo foco en que los estudiantes puedan apropiarse de los conocimientos, realizar aprendizajes significativos y no sentir que son ajenos a su mundo. Más aún, comprendiendo la física como una forma de describir, explicar y entender todo lo que nos rodea, y no un conjunto de cuentas acompañadas de algún pasaje de unidades.

En un contexto ideal, deberíamos asegurarnos de integrar la tecnología en nuestras clases, lo que implica utilizar sensores y dispositivos de medición digitales para registrar datos con precisión, analizar resultados y relacionarlos con teorías físicas. También disponer de laboratorios y computadoras. Quienes hemos pasado por las aulas sabemos que, en los países en desarrollo, las carencias son grandes. Sin embargo, siempre

existen alternativas, porque no formamos físicos, sino mentes curiosas, críticas y ávidas de respuestas. Por ejemplo, con materiales caseros es factible recrear experimentos fundamentales para comprender conceptos como la electrización, la descomposición de la luz en colores, la formación de una nube, la transferencia de calor, entre otros.

La clave estará en el camino que elijamos para acompañar el aprendizaje de los estudiantes: en lo que ofrezcamos para que puedan aprender sobre los fenómenos que acontecen a su alrededor y en las preguntas que surjan de vivir en el mundo e interactuar con lo que hay en él.

Las **estrategias de enseñanza** son modos de pensar la clase; constituyen opciones y posibilidades para ofrecer oportunidades de aprendizaje, decisiones creativas para abordar los temas y despertar el interés de los estudiantes por responder a los interrogantes que se plantean, por lo general, en el marco del currículum vigente.

Las **actividades** son las tareas que los estudiantes realizan para apropiarse de diferentes saberes; instrumentos con los que cuenta el docente y que pone a disposición en la clase para ayudar a estructurar las experiencias de aprendizaje. Representan aquello que se propone hacer, dentro de un consenso con la clase que conforma un contrato didáctico, en el que ambas partes, docentes y estudiantes, asumen la responsabilidad de enseñar y aprender.

Enseñar física tiene como propósito desarrollar en los estudiantes habilidades científicas que les permitan interpretar los fenómenos del entorno, identificar las leyes que los rigen, adquirir actitudes de exploración y respeto por el medio natural, y pensar críticamente, cambiando la forma de percibir el cosmos.