

CÓMO ENSEÑAR SI TODOS NO APRENDEMOS IGUAL




EDICIONES
GESICAP

Edgardo Remo Benvenuto Pérez
Jorge Luis Contreras Vidal
Leidy Uc Tzec
Eberto Tuniesky Gutierrez De León
Sandra Landazuri Espinoza
Sandra Paulina Castillo Cárdenas

CÓMO ENSEÑAR SI TODOS NO APRENDEMOS IGUAL

Edgardo Remo Benvenuto Pérez

remoben@hotmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-1294-571X>

Jorge Luis Contreras Vidal

luiscontreras9963@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0003-1060-8290>

Leidy Uc Tzec

leidyuct@uacam.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7264-4882>

Eberto Tuniesky Gutierrez De León

egutierrez@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7682-9657>

Sandra Landazuri Espinoza

snlandazuri@pucesi.edu.ec.

<http://orcid.org/0000-0002-9798-4397>.

Sandra Paulina Castillo Cárdenas

zandy.castillo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-5834-6043>

Todos Los Derechos Reservados:

Cualquier forma de reproducción, distribución, comercialización o transformación de esta obra solo puede llevarse a cabo con la autorización de los titulares de los derechos, excepto según lo permitido por la ley. El contenido de este texto, puede ser utilizado con fines académicos y de investigación, siempre y cuando se mencione la cita de los autores de esta obra. La infracción de los derechos mencionados puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

Por favor, póngase en contacto con Ediciones GESICAP (<https://edicionesgesicap.com/>) si necesita fotocopiar o escanear alguna parte de esta obra.

© Edgardo Remo Benvenuto Pérez

© Jorge Luis Contreras Vidal

© Leidy Uc Tzec

© Eberto Tuniesky Gutiérrez De León

© Sandra Landazuri Espinoza

© Sandra Paulina Castillo Cárdenas

© Editorial: Ediciones GESICAP

Texto arbitrado bajo la modalidad doble par ciego.

El Carmen, Manabí, Ecuador

<https://edicionesgesicap.com>

ISBN: 978-9942-626-46-2

Depósito Legal: 1ra Edición: Ediciones Gesicap, Calle 24 de julio y Ave. 3 de julio, El Carmen, Manabí, Ecuador.

Derechos de autor © mayo de 2026.

CÓMO CITAR ESTE LIBRO:

Benvenuto Pérez, E.R., Contreras Vidal, J.L., Uc Tzec, L., Gutiérrez De León, E.T., Landazuri Espinoza, S y Castillo Cárdenas, S.P. (2026). Cómo enseñar si todos no aprendemos igual. Ediciones GESICAP. 170 pp.

EQUIPO EDITORIAL:

Edición y Maquetación: Sergio Alejandro Rodríguez Hernández.

Revisión y Corrección: Xenia Pedraza González

Diseño de Portada: Sergio Alejandro Rodríguez Hernández.

Toda la información relacionada al contenido del texto es responsabilidad de los autores.

CONTÁCTANOS



+593 983116583



ediciones@gesicap.com

<https://edicionesgesicap.com/>

Índice

Prefacio

Introducción General / 1

CAPÍTULO I / 5

Pedagogía y Didáctica: Los fundamentos de la educación

CAPÍTULO II / 13

El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje: Una Unidad Dialéctica hacia el Desarrollo Humano

CAPÍTULO III / 19

El debate pedagógico fundamental: ¿Qué es más importante, el QUÉ o el CÓMO en la educación?

CAPÍTULO IV / 31

La sinergia entre actitud y aptitud en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Un análisis desde la didáctica contemporánea

CAPÍTULO V / 39

La medición de la actitud, la aptitud y el coeficiente intelectual en el PEA

CAPÍTULO VI / 53

Didáctica y diversidad cognitiva

CAPÍTULO VII / 63

La imaginación temática en la ciencia de acuerdo con Gerald Holton

CAPÍTULO VIII / 71

La imaginación científica: Dimensiones visual, metafórica y temática

CAPÍTULO IX / 85

La Diversidad del Aprendizaje Humano

CAPÍTULO X / 101

Otros ejemplos del papel de la imaginación en la vida de los genios

CAPÍTULO XI / 115

Diseño de clases inclusivas

CAPÍTULO XII / 123

Integración de estilos de aprendizaje

CAPÍTULO XIII / 131

Secuenciación didáctica de la asignatura de Mecánica en Física: una propuesta integradora de estilos, inteligencias y diversidad

CAPÍTULO XIV / 141

Organización de los contenidos de “Estructura de la Materia” en Química desde una perspectiva integradora de estilos de aprendizaje e inteligencias múltiples

CAPÍTULO XV / 153

Propuesta didáctica: Aplicación de la teoría de la omisión en la enseñanza de la Física y la Química

CAPÍTULO XVI / 161

El papel de la humanística en la enseñanza de la física y la química

EPÍLOGO / 167



Prefacio

La obra que el lector tiene en sus manos, "Cómo enseñar si todos no aprendemos igual", constituye un hito en la literatura pedagógica contemporánea, no solo por la ambición de su propósito, sino por la honestidad con que aborda la complejidad del acto educativo. En un momento histórico donde la educación enfrenta el desafío de formar para la incertidumbre, la diversidad y el cambio acelerado, los autores nos ofrecen una brújula teórica y práctica de inestimable valor.

Lo que distingue a este libro de otros textos sobre didáctica es su capacidad para tejer, con maestría y rigor, hilos aparentemente dispares: la teoría de los estilos de aprendizaje, el modelo de las inteligencias múltiples, la epistemología de la imaginación científica de Gerald Holton, y una teoría original —la Teoría de la Omisión (TOMs)— que ilumina un aspecto crucial y frecuentemente ignorado del proceso educativo: aquello que no se dice, que no se enseña, que se omite, puede determinar tanto o más que lo que explícitamente se aborda.

Los autores, con una trayectoria académica bien valorada en el ámbito de la educación, nos invitan a recorrer un camino que va desde la reflexión más profunda sobre la naturaleza del pensamiento científico hasta la aplicación más concreta en el aula de física y química. A lo largo de sus páginas, el lector descubrirá que enseñar ciencias no es transmitir fórmulas y definiciones, sino formar mentes capaces de imaginar, de establecer analogías, de sostener convicciones temáticas y, sobre todo, de reconocer que el conocimiento es siempre una construcción incompleta que se enriquece cuando se integra con la dimensión humanística.

Este libro incorpora además un diálogo crítico con las investigaciones más recientes sobre estilos de aprendizaje, asumiendo una postura matizada que reconoce tanto el valor heurístico de estos modelos como sus limitaciones empíricas. Lejos de dogmatismos, los autores proponen una utilización reflexiva de estas herramientas, siempre al servicio de una enseñanza verdaderamente inclusiva.

El libro es, además, una declaración de principios: la diversidad no es un problema que deba resolverse mediante la homogeneización, sino una riqueza que debe cultivarse mediante una didáctica plural, flexible y profundamente respetuosa con la singularidad de cada estudiante. Los autores nos recuerdan que no hay una única forma de ser inteligente, ni un único camino para aprender, ni una única manera de imaginar el mundo.

Por todo ello, me complace presentar esta obra, convencido de que será de gran utilidad para educadores, formadores de docentes, estudiantes de pedagogía y todos aquellos interesados en construir una educación más humana, más inclusiva y científica, en el sentido más profundo del término.

Dr. Pastor Gregorio Torres Lima

$$-4ac$$

$$b^2 + 2ab + a^2$$



Introducción General

El presente libro nace de una inquietud compartida por sus autores a lo largo de décadas de experiencia docente en las aulas universitarias y de educación media. Al observar a nuestros estudiantes, al dialogar con colegas, al analizar los textos y materiales que utilizamos para enseñar física y química, una pregunta emergía una y otra vez: ¿cómo es posible que, a pesar de nuestros esfuerzos, muchos alumnos no logren comprender conceptos que para nosotros resultan claros y evidentes? ¿Por qué algunos aprenden con facilidad mientras otros tropiezan una y otra vez con los mismos obstáculos?

La respuesta, pronto comprendimos, no podía ser simple ni unívoca. El aprendizaje es un proceso tan complejo como la mente humana que lo protagoniza. Durante años, la investigación psicológica y educativa ha identificado múltiples dimensiones que influyen en cómo cada persona aborda la tarea de aprender: preferencias sensoriales, estilos cognitivos, tipos de inteligencia, formas de imaginar, bagajes culturales y experiencias previas. Sin embargo, estas dimensiones suelen presentarse de forma fragmentada, como piezas de un rompecabezas que rara vez se ensamblan.

Este libro propone una integración. En sus dieciséis capítulos, el lector encontrará un recorrido sistemático que comienza con el análisis de los fundamentos pedagógicos y didácticos (Capítulos 1-3), para adentrarse luego en la relación entre actitud y aptitud como ejes del proceso de enseñanza-aprendizaje (Capítulo 4), y en los instrumentos para su medición (Capítulo 5).

El Capítulo 6 aborda la didáctica y la diversidad cognitiva con una mirada crítica que, lejos de ignorar los debates científicos actuales, los incorpora para ofrecer una postura matizada sobre los modelos de estilos de aprendizaje.

Los Capítulos 7, 8 y 9 constituyen el núcleo teórico más original de la obra: la incorporación de la teoría de la imaginación científica de Gerald Holton al ámbito educativo. Exploramos las dimensiones visual, metafórica y temática de

la imaginación, mostrando cómo estas facultades —que permitieron a Einstein visualizar la curvatura del espacio-tiempo o a Young establecer analogías entre sonido y luz— se manifiestan, en distintos grados y combinaciones, en todos los aprendices. El Capítulo 10 complementa esta visión con ejemplos fascinantes del papel de la imaginación en la vida de los genios.

Los Capítulos 11 y 12 ofrecen herramientas prácticas para el diseño de clases inclusivas y la integración de estilos de aprendizaje, en diálogo con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y las investigaciones más recientes. Los Capítulos 13 y 14 ejemplifican estas propuestas en dos áreas fundamentales de la enseñanza científica: la Mecánica en Física y la Estructura de la Materia en Química.

El Capítulo 15 introduce una contribución original de los autores: la Teoría de la Omisión (TOMs). Esta teoría, enriquecida en esta edición con el diálogo con tradiciones afines como el currículo oculto (Jackson, Eisner), el conocimiento tácito (Polanyi) y la teoría de la relevancia (Sperber & Wilson), advierte sobre el peligro de los contenidos no desarrollados, de aquello que se omite y que puede contradecir o invalidar lo que se enseña.

Finalmente, el Capítulo 16 aborda una dimensión esencial y frecuentemente descuidada: el papel de la humanística en la enseñanza de las ciencias. La física y la química no son islas separadas del océano de la cultura humana; son productos históricos, construcciones de mujeres y hombres con pasiones, dudas, errores y convicciones. Integrar la historia de la ciencia, las biografías de los científicos, la literatura, el arte y la reflexión ética en nuestras clases no es un adorno, sino una necesidad para que los estudiantes comprendan que la ciencia es, ante todo, una aventura del espíritu humano.

Este libro está dirigido a todos aquellos que enseñan —o aspiran a enseñar— ciencias, pero también a quienes simplemente sienten curiosidad por entender cómo funciona la mente cuando se enfrenta al desafío de comprender el mundo. No pretendemos ofrecer recetas infalibles, sino herramientas para la reflexión y la acción. Si logramos que cada lector, al cerrar estas páginas, mire a sus estudiantes con nuevos ojos, y que cada estudiante encuentre en nuestras aulas un lugar donde su forma única de ser inteligente sea valorada y potenciada, habremos cumplido nuestro propósito.

Los autores



Capítulo I

Pedagogía y Didáctica: Los fundamentos de la educación

A menudo se utilizan los términos "pedagogía" y "didáctica" como si fueran sinónimos, pero en realidad designan dos conceptos distintos, aunque profundamente interrelacionados. Como señala Sánchez Rodríguez (2020), comprender esta distinción es fundamental para todo aquel que se involucra en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permite articular la teoría que fundamenta la educación con la práctica concreta en el aula. Podríamos decir que la pedagogía piensa la educación en su conjunto, mientras que la didáctica se enfoca en las estrategias concretas para llevarla a cabo.

¿Qué es la Pedagogía? La Ciencia de la Educación

La pedagogía es la ciencia social e interdisciplinaria que se encarga de estudiar la educación como un fenómeno complejo y multifacético. Su objetivo no es solo describir cómo se educa, sino también reflexionar sobre sus fines, sus métodos, su contexto social y su significado ético y humano. Es la teoría que fundamenta la práctica educativa. Carvajal Ahumada (2006) precisa que "lo designado con el término pedagogía no es la enseñanza, sino un saber sobre la enseñanza. Pedagogía es, pues, un saber" (p. 2), lo que implica una construcción teórica que organiza su propia coherencia interna.

Desde una perspectiva sociológica, Díaz Villa (2018) amplía esta noción al argumentar que la pedagogía no es solo un saber técnico, sino que está intrínsecamente ligada a la reproducción de relaciones de poder y principios de control en la sociedad. Para este autor, "el discurso pedagógico es un principio intrínseco a toda interacción social" (Díaz Villa, 2018, p. 3), lo que significa que la

pedagogía también analiza cómo la educación contribuye a la configuración de la subjetividad y la cultura.

Ortiz Ocaña (2010) sintetiza esta visión al integrar la pedagogía dentro de un entramado conceptual más amplio, donde se relaciona directamente con la educación, el currículo y la didáctica. Para este autor, la pedagogía es la ciencia que le otorga un horizonte y una brújula a la práctica educativa, respondiendo a preguntas fundamentales sobre el tipo de ser humano y de sociedad que se aspira a construir. En esencia, la **pedagogía** se ocupa del **¿para qué?** y el **¿por qué?** de la educación.

Características principales de la pedagogía:

- Es teórico-práctica: No es una mera especulación filosófica, sino que busca comprender la realidad educativa para mejorarla. Investiga, analiza y propone.

- Tiene un carácter normativo y ético: No solo explica qué es la educación, sino que se pregunta qué debería ser. Reflexiona sobre los valores que deben guiar la formación del ser humano (autonomía, solidaridad, pensamiento crítico, etc.).

- Es interdisciplinaria: Se nutre de otras ciencias como la psicología (para entender el desarrollo del individuo), la sociología (para comprender la influencia del entorno), la antropología, la filosofía y la historia.

- Su objeto de estudio: Es el proceso educativo en su totalidad. Esto incluye:

- Los fines y objetivos de la educación en una sociedad determinada.
- El ser humano como ser educable.
- La relación entre educador, educando y el contexto social.
- Las instituciones educativas y su función.
- El impacto de la cultura, la política y la economía en la educación.

En resumen, la pedagogía es el ¿para qué? y el ¿por qué? de la educación. Es el marco conceptual que nos ayuda a responder preguntas como: ¿Qué tipo de persona y de sociedad queremos construir a través de la educación? ¿Cuál es el papel del docente y del alumno? ¿Cómo influye la cultura en el aprendizaje?

¿Qué es la Didáctica? La Ciencia de la Enseñanza

La didáctica es una rama de la pedagogía, más específica y operativa. Se define como la ciencia, el arte y la técnica de la enseñanza. Mientras la pedagogía reflexiona sobre la educación en general, la didáctica se centra en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula y en cómo hacerlo más efectivo y significativo. Es el puente entre la teoría pedagógica y la práctica docente. Mallart (2001, como se cita en Enciclopedia Concepto, 2023) la describe como la ciencia que analiza, interviene y orienta los procesos educativos, integrando el saber (teoría) y el hacer didáctico (práctica).

Su origen como disciplina se remonta al siglo XVII con figuras como Juan Amos Comenio, autor de la *Didáctica Magna* (1657), quien sentó las bases de esta ciencia con el ideal de "enseñar todo a todos" (Comenio, 1922/1998). Desde entonces, la didáctica ha evolucionado, pero su núcleo sigue siendo la organización de la enseñanza. Zapata Lascano et al. (2025) afirman que su praxis "ha permitido tanto la formación de las personas como el desarrollo de las sociedades, y para ello los docentes han debido usar una serie de métodos, técnicas y estrategias direccionadas a facilitar la adquisición de los saberes" (p. 5446).

Ortiz Ocaña y Salcedo Barragán (2020) profundizan en su función al asumir que "enseñar significa dejar aprender" (p. 163), lo que implica que el rol del docente, desde una perspectiva didáctica moderna, no es solo transmitir información, sino entusiasmar, seducir, acoger e inspirar. La didáctica, entonces, no es un mero recetario, sino una disciplina reflexiva que diseña y adapta las estrategias para que el aprendizaje sea posible. Responde, fundamentalmente, al ¿cómo? de la educación.

Características principales de la didáctica:

- Es una disciplina normativa y aplicada: Su principal función es establecer

principios, criterios y estrategias para organizar la enseñanza. Ofrece al docente un "cómo hacerlo".

- Se centra en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Su foco está en la interacción dinámica entre el que enseña, el que aprende, el contenido y el contexto del aula.
- Es tecnológica: Diseña y propone métodos, técnicas, recursos y estrategias didácticas para facilitar el aprendizaje.
- Su objeto de estudio: Es el proceso de enseñanza, que comprende elementos clave:
 - El docente: Su rol como facilitador y guía.
 - El discente (alumno): Protagonista de su propio aprendizaje.
 - Los contenidos: Los saberes culturales, científicos y sociales que se van a enseñar.
 - Los objetivos: Las metas que se pretenden alcanzar con la enseñanza.
 - La metodología: Las estrategias, técnicas y actividades para abordar los contenidos.
 - El contexto: El entorno físico y social donde ocurre el aprendizaje.
 - La evaluación: El proceso para verificar si los objetivos se han cumplido.

En resumen, la didáctica es el ¿cómo? de la educación. Responde a preguntas prácticas como: ¿Qué estrategia debo usar para enseñar este tema? ¿Cómo puedo organizar mi clase para que todos aprendan? ¿Qué recursos (videos, lecturas, juegos) son los más adecuados? ¿Cómo puedo evaluar si mis alumnos comprendieron el concepto?

Relación y diferencia: Una metáfora útil

La relación entre pedagogía y didáctica es de inclusión y complementariedad,

no de oposición. Siguiendo el análisis de Ortiz Ocaña (2010), ambas son indispensables y se necesitan mutuamente. La pedagogía proporciona el marco conceptual, los fines y la visión ética de la educación; sin ella, la didáctica se convertiría en una práctica vacía y meramente instrumental. A su vez, la didáctica ofrece a la pedagogía las herramientas, los métodos y las estrategias para que sus ideales puedan aterrizar en la realidad del aula y hacerse efectivos. Como bien lo expresa Sánchez Rodríguez (2020), la pedagogía piensa el proyecto educativo global, mientras que la didáctica se encarga de las acciones concretas para materializarlo.

Para entender la relación entre ambas, podemos usar la metáfora de la construcción de una casa.

- La pedagogía sería el arquitecto. Se sienta a reflexionar sobre el tipo de casa que se quiere construir (¿una casa funcional? ¿sostenible? ¿acogedora?), teniendo en cuenta las necesidades de quienes la habitarán, las normas de la ciudad y el impacto en el vecindario. La pedagogía piensa el proyecto educativo global.
- La didáctica sería la ingeniería y la construcción. Una vez que el arquitecto (pedagogía) ha definido el plano y los fines, el ingeniero (didáctica) se encarga de determinar los materiales más adecuados, las técnicas de construcción más eficientes, el orden de los trabajos y las herramientas necesarias para que la casa se construya de la mejor manera posible. La didáctica diseña las estrategias y acciones concretas para llevar el proyecto educativo a la realidad.

Conclusión

En conclusión, la pedagogía y la didáctica son dos caras de la misma moneda: la educación. No se puede concebir una buena práctica docente sin una base pedagógica sólida que le dé sentido, ni una teoría pedagógica que no se preocupe por cómo aterrizar sus ideales en el aula. La pedagogía proporciona el horizonte y la brújula, mientras que la didáctica nos ofrece el mapa detallado y los vehículos para llegar a él. Un buen profesional de la educación debe ser tanto un profundo pensador de la educación (pedagogo) como un hábil organizador de situaciones de aprendizaje (didacta).

Bibliografía

- Carvajal Ahumada, G. (2006). La lógica del concepto de pedagogía. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(4), 1-10. <https://doi.org/10.35362/rie3942564>
- Comenio, J. A. (1998). *Didáctica magna* (8.^a ed.). Porrúa. (Trabajo original publicado en 1922)
- Díaz Villa, M. (2018). ¿Qué es eso que se llama pedagogía? *Pedagogía y Saberes*, (49), 11-28. <https://doi.org/10.17227/pys.num49-9485>
- Enciclopedia Concepto. (2023). *Didáctica*. Recuperado el 24 de febrero de 2026, de <https://concepto.de/didactica/>
- Ortiz Ocaña, A. (2010). Relaciones entre educación, pedagogía, currículo y didáctica. *Praxis*, 6(1), 197-219. <https://doi.org/10.21676/23897856.86>
- Ortiz Ocaña, A., & Salcedo Barragán, M. (2020). La didáctica como proceso de enseñar y evaluar el aprendizaje. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 15(2), 161-179. <https://doi.org/10.15359/rep.15-2.9>
- Sánchez Rodríguez, C. (2020). Algunas distinciones sobre la educación, la pedagogía y la didáctica. En J. D. Marín Gallego et al., *Epistemologías de la didáctica: sentido y aplicaciones en las prácticas investigativas y de enseñanza* (pp. 45-68). Ediciones USTA.
- Zapata Lascano, W. A., Marín Quintanilla, J. R., Amancha Lagla, M. E., Narváez León, E. J., & Orozco Lata, S. del P. (2025). La Didáctica y su Relación con el Proceso Enseñanza Aprendizaje y el Desarrollo del Conocimiento. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 5435-5452. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15259



Capítulo II

El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje: Una Unidad Dialéctica hacia el Desarrollo Humano

El proceso de enseñanza-aprendizaje constituye el núcleo fundamental de la acción educativa. Lejos de ser un simple mecanismo de transmisión de información, se configura como un fenómeno complejo, dinámico y multifactorial en el que interactúan diversos elementos y protagonistas. Comprender su naturaleza, fases y los roles que en él se desempeñan es esencial para diseñar prácticas educativas efectivas y significativas que promuevan un auténtico desarrollo humano.

Definición y Naturaleza del Proceso

El proceso de enseñanza-aprendizaje se define fundamentalmente como el conjunto de interacciones que se establecen entre los estudiantes y los docentes, mediadas por el contenido y el contexto (INEE, s.f.). Esta interacción no es casual, sino que responde a una planificación intencionada. La enseñanza se organiza de acuerdo a un plan de estudios, se basa en las necesidades identificadas mediante la evaluación y se concreta a través de la preparación y acción del docente (INEE, s.f.).

Sin embargo, esta definición operativa se enriquece al considerar su naturaleza dialéctica. Aprender y enseñar no son actos separados, sino que constituyen una ****unidad dialéctica****. A través de la enseñanza se potencia

no solo el aprendizaje, sino el desarrollo humano, siempre y cuando se creen situaciones en las que el sujeto se apropie de las herramientas que le permitan operar con la realidad y enfrentar al mundo con una actitud científica, personalizada y creadora (Rochina Chileno et al., 2020). En esta misma línea, se asume la concepción de que "enseñar es organizar de manera planificada y científica las condiciones susceptibles de potenciar los tipos de aprendizajes que buscamos, es explicitar determinados procesos en los estudiantes, propiciando en ellos el enriquecimiento y crecimiento integral de sus recursos como seres humanos" (Castellanos Simons, 2002, como se cita en Rochina Chileno et al., 2020, p. 388).

Este proceso se concreta en una situación pedagógica creada específicamente para que el estudiante aprenda a aprender, es decir, para que desarrolle la capacidad de gestionar su propio conocimiento (Rochina Chileno et al., 2020). En esta construcción, el estudiante no es un receptor pasivo, sino que da sentido a lo que conoce y actúa sobre esos referentes, tratando de construir la realidad sobre la base de las teorías y experiencias que dispone (Rochina Chileno et al., 2020).

Características y Fases del Aprendizaje

El aprendizaje, como componente central de este proceso, posee una serie de características que lo definen y lo hacen único en cada persona. Se trata de un proceso progresivo, que no ocurre de forma inmediata sino que se construye paso a paso; es individual, pues cada persona aprende a su ritmo y con sus propias estrategias; es acumulativo, ya que los nuevos aprendizajes se basan en conocimientos previos; es activo, requiriendo la participación consciente, la atención y la motivación del alumno; es dinámico, pudiendo cambiar y adaptarse según el contexto y la experiencia; y es evaluable, lo que permite observar, medir y valorar los progresos para ajustar las estrategias cuando sea necesario (Colegio Europeo de Madrid, 2025).

Diversos modelos teóricos han propuesto fases en el proceso de aprendizaje. Una síntesis integradora, basada en las contribuciones de Piaget (1970) sobre la asimilación y acomodación, Ausubel (1968) sobre la asimilación cognitiva, y Kolb (1984) sobre el ciclo experiencial, permite identificar cuatro momentos clave en todo aprendizaje significativo:

1. Acceso a la información: el estudiante recibe o busca activamente nuevos datos, ideas o estímulos. En esta fase es crucial activar los conocimientos previos y generar motivación (Ausubel, 1968).
2. Procesamiento de la información: el sujeto organiza, interpreta y relaciona la nueva información con sus estructuras cognitivas existentes. Piaget (1970) denominó a este proceso "asimilación".
3. Aplicación de la información: el conocimiento se pone a prueba en contextos nuevos o simulados, lo que permite su consolidación y transferencia (Mayer, 2002).
4. Evaluación y metacognición: el estudiante reflexiona sobre su propio proceso, identifica logros y dificultades, y ajusta sus estrategias (Flavell, 1979).

El Rol del Docente y del Estudiante

En el marco de un proceso de enseñanza-aprendizaje concebido como una unidad dialéctica para el desarrollo, los roles de sus protagonistas se transforman radicalmente.

El profesor es el protagonista y responsable de la enseñanza, actuando como un agente de cambio que participa desde sus saberes en el enriquecimiento de los conocimientos y valores de la cultura y la sociedad (Faspec, 2024). Su rol es el de mediador, facilitador, guía, motivador, evaluador y colaborador del estudiante (Faspec, 2024). Asume la dirección creadora del proceso, planificando y organizando la situación de aprendizaje, orientando a los alumnos y evaluando tanto el proceso como el resultado (Rochina Chileno et al., 2020). Su autoridad se basa en el conocimiento de su disciplina, en la metodología de la enseñanza y en el dominio de una concepción humanista-dialéctica del aprendizaje (Rochina Chileno et al., 2020). Su función es coordinar grupos de estudiantes, brindándoles elementos de análisis para ayudarles a vencer los obstáculos de la tarea de aprendizaje y contribuir a su crecimiento como seres humanos (Rochina Chileno et al., 2020).

El estudiante, por su parte, es el protagonista y responsable de su propio aprendizaje (Faspec, 2024). Es un participante activo, reflexivo y valorativo de la situación de aprendizaje, donde asimila la cultura de forma personalizada,

consciente, crítica y creadora en un proceso dinámico y contradictorio (Rochina Chileno et al., 2020). El estudiante debe involucrarse, comprometerse y esforzarse en las situaciones de aprendizaje, buscando adquirir y modificar los conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para su desarrollo (Faspec, 2024). Es capaz de usar y generar estrategias para planificar, orientar, organizar y evaluar sus propios aprendizajes en función de los objetivos que se traza, construyendo y reconstruyendo con otros sus aprendizajes para alcanzar su realización plena (Rochina Chileno et al., 2020).

La Importancia de la Actividad, la Comunicación y el Contexto

El proceso de enseñanza-aprendizaje es comunicativo por su esencia. Todas las influencias educativas que en él se generan, a partir de las relaciones humanas que se establecen en el proceso de actividad conjunta, se producen en situaciones de comunicación (Rochina Chileno et al., 2020). Es en la relación dialéctica entre la actividad y la comunicación que se establece el vínculo profesor-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-conocimiento y estudiante-práctica concreta. En esta red de vínculos se va estructurando la personalidad del educando (Rochina Chileno et al., 2020).

En este sentido, el contexto juega un papel determinante. El aprendizaje no ocurre en el vacío, sino que está influenciado por el entorno social, cultural y físico. Las características del ambiente en que se desarrolla el proceso son las que, definitivamente, favorecen o dificultan el propio proceso y su resultado (Colegio Europeo de Madrid, 2025). Un entorno educativo que ofrece apoyo constante permite que los alumnos se sientan seguros, escuchados y motivados, lo que no solo mejora los resultados académicos, sino que favorece el desarrollo integral del estudiante (Colegio Europeo de Madrid, 2025).

Conclusión

En conclusión, el proceso de enseñanza-aprendizaje es mucho más que la suma de una acción de enseñar y un acto de aprender. Es una unidad dialéctica compleja donde la enseñanza, planificada y científica, potencia un aprendizaje que debe ser activo, constructivo, significativo y desarrollador. Este proceso se materializa a través de la interacción y la comunicación entre un docente, que actúa como mediador y guía, y un estudiante, que es el protagonista

activo de su propia formación. La comprensión de sus fases, características y de la importancia del contexto resulta fundamental para diseñar experiencias educativas que realmente contribuyan al crecimiento integral del ser humano y a su capacidad para transformar la realidad.

Bibliografía

- Colegio Europeo de Madrid. (2025, septiembre 10). *Las etapas del proceso de aprendizaje: cómo aprendemos paso a paso*. Recuperado el 24 de febrero de 2026, de <https://www.colegioeuropeodemadrid.com/blog/etapas-proceso-aprendizaje-paso-a-paso/>
- Faspec. (2024, febrero 1). *El papel del docente y el papel del alumno en la psicología del desarrollo y del aprendizaje: lo que necesitas saber*. Recuperado el 24 de febrero de 2026, de <https://blogfaspec.com.br/es/El-papel-del-profesor-y-el-papel-del-alumno/>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- INEE. (s.f.). Procesos de Enseñanza y Aprendizaje. En *Glosario de términos*. Recuperado el 24 de febrero de 2026, de <https://inee.org/es/eie-glossary/procesos-de-ensenanza-y-aprendizaje>
- Mayer, R. E. (2002). *The promise of educational psychology: Learning in the content areas*. Prentice Hall.
- Rochina Chileno, S. C., Ortiz Serrano, J. C., & Paguay Chacha, L. V. (2020). La metodología de la enseñanza aprendizaje en la educación superior: algunas reflexiones. *Revista Universidad y Sociedad*, 12*(1), 386-392. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100386](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100386)



Capítulo III

El debate pedagógico fundamental: ¿Qué es más importante, el QUÉ o el CÓMO en la educación?

A lo largo de la historia de la pedagogía, una pregunta ha persistido como eje de innumerables debates teóricos y prácticos: ¿qué es más importante en el proceso educativo, el contenido que se enseña (el QUÉ) o la metodología empleada para enseñarlo (el CÓMO)? Esta cuestión, aparentemente simple, encierra una complejidad profunda que ha dividido escuelas de pensamiento, ha orientado políticas educativas y ha definido la práctica docente de generaciones enteras.

Por un lado, quienes privilegian el QUÉ sostienen que la educación es, fundamentalmente, un proceso de transmisión cultural. Sin un cuerpo sólido de conocimientos, habilidades y valores que constituyan el legado de la humanidad, la educación carecería de sustancia y propósito. Por otro lado, los defensores del CÓMO argumentan que la mejor enseñanza es aquella que se adapta al estudiante, que despierta su curiosidad y que le proporciona herramientas para aprender por sí mismo, independientemente de los contenidos específicos que se aborden en un momento dado (Díaz Barriga & Hernández Rojas, 2010).

El presente capítulo tiene como objetivo analizar esta dicotomía fundamental en la pedagogía, explorando las distintas posturas teóricas, las implicaciones prácticas de cada enfoque y la necesidad de trascender la falsa oposición entre QUÉ y CÓMO para alcanzar una visión integradora que responda a las complejidades del acto educativo contemporáneo.

La centralidad del QUÉ: La tradición del contenido

La perspectiva que otorga primacía al contenido se fundamenta en una concepción de la educación como proceso de transmisión cultural y acumulación de saberes. Desde esta óptica, la función esencial de la escuela es garantizar que las nuevas generaciones hereden el conocimiento acumulado por la humanidad: las disciplinas científicas, las humanidades, las artes y los valores que constituyen el patrimonio cultural.

Fundamentos filosóficos de la primacía del contenido

Esta postura encuentra sus raíces en la filosofía clásica y en la tradición humanista. Para Platón, el conocimiento de las Ideas (la verdad objetiva) constituía el fin último de la educación. En la Edad Media, el trivium y el quadrivium establecieron un currículo basado en contenidos fundamentales que todo hombre culto debía dominar. Posteriormente, pensadores como Matthew Arnold en el siglo XIX defendieron la necesidad de transmitir "lo mejor que se ha pensado y dicho en el mundo" como núcleo irrenunciable de la formación humana (Arnold, 1869, citado en Tröhler, 2020).

En el siglo XX, el filósofo y educador brasileño Paulo Freire (1970), aunque crítico de lo que denominó "educación bancaria", reconoció la importancia del conocimiento sistematizado como herramienta de liberación. Para Freire, el desafío no era eliminar el contenido, sino transformar la relación entre educador y educando en torno a ese contenido, de modo que este último pudiera apropiarse críticamente del saber.

El currículo como selección cultural

La pregunta por el QUÉ remite inevitablemente a la cuestión del currículo. ¿Qué conocimientos merecen ser enseñados? ¿Quién decide qué es valioso? Estas preguntas revelan que la selección de contenidos no es un acto neutral, sino una decisión profundamente política y cultural. Como señala Apple (2019), el currículo escolar es siempre "el conocimiento de los grupos poderosos", y la lucha por definir qué se enseña en las escuelas es, en esencia, una lucha por el poder cultural.

En este sentido, el debate sobre el QUÉ adquiere dimensiones que trascienden lo meramente pedagógico. La inclusión o exclusión de ciertos contenidos (historia de grupos minoritarios, perspectivas de género, saberes ancestrales) refleja concepciones más amplias sobre qué significa ser una persona educada y qué tipo de sociedad se quiere construir.

Argumentos a favor de la centralidad del contenido

Los defensores de la primacía del QUÉ sostienen varios argumentos fundamentales:

En primer lugar, el dominio de contenidos disciplinares sólidos constituye la base para cualquier pensamiento crítico o creativo posterior. No se puede pensar críticamente sobre la historia si no se conocen los hechos históricos; no se puede innovar en ciencia si se ignoran las teorías establecidas (Hirsch, 1987).

En segundo lugar, la educación debe garantizar un patrimonio cultural común que permita la comunicación y la cohesión social. Hirsch (1987) acuñó el concepto de "alfabetización cultural" para referirse al conjunto de conocimientos compartidos que hacen posible la participación plena en la vida social y política.

En tercer lugar, el énfasis excesivo en métodos y habilidades puede conducir a un vaciamiento de contenidos que deja a los estudiantes sin el bagaje necesario para comprender el mundo que los rodea. Como advierte Egan (1997), una educación centrada exclusivamente en competencias puede producir individuos hábiles para "aprender a aprender" pero carentes de aquello que vale la pena aprender.

La primacía del CÓMO: La revolución metodológica

La perspectiva que privilegia el CÓMO sobre el QUÉ surge como reacción a los excesos de una educación tradicional centrada en la memorización y la transmisión pasiva de conocimientos. Esta corriente pone el acento en los procesos de aprendizaje, en la actividad del estudiante y en el desarrollo de habilidades y competencias que permitan un aprendizaje autónomo y continuo.

Fundamentos filosóficos de la primacía metodológica

Los orígenes de esta perspectiva pueden rastrearse hasta Rousseau y su énfasis en el respeto por el desarrollo natural del niño en el “Emilio”. Sin embargo, es con John Dewey y el movimiento de la Escuela Nueva donde adquiere su formulación más completa. Dewey (1916/2004) sostenía que la educación no es preparación para la vida, sino la vida misma, y que el aprendizaje debía organizarse en torno a experiencias significativas para el estudiante más que a la transmisión de contenidos prefijados.

Para Dewey, el método y el contenido no pueden separarse realmente, pero su obra representa un giro decisivo hacia la centralidad de la experiencia y la actividad del alumno. El conocimiento no es algo que se “recibe”, sino algo que se construye a través de la acción y la reflexión sobre la acción.

En el siglo XX, Jean Piaget y Lev Vygotsky proporcionaron fundamentos psicológicos a esta perspectiva. Piaget (1970) demostró que el conocimiento se construye activamente a través de la interacción con el entorno, mientras que Vygotsky (1978) enfatizó el papel de la interacción social y la mediación cultural en el desarrollo cognitivo. Ambos autores, desde distintas posiciones, contribuyeron a desplazar el foco de atención desde el contenido hacia el proceso de construcción del conocimiento.

El desarrollo de competencias y habilidades

En las últimas décadas, el enfoque por competencias ha representado una de las expresiones más influyentes de la primacía del CÓMO. Desde esta perspectiva, lo fundamental no es la acumulación de conocimientos, sino la capacidad de movilizar recursos (saberes, habilidades, actitudes) para resolver problemas en contextos diversos (Perrenoud, 2004).

Este enfoque ha sido adoptado por organismos internacionales como la UNESCO, la OCDE y la Unión Europea, y ha orientado reformas educativas en numerosos países. El proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias) de la OCDE identificó un conjunto de competencias clave que todos los estudiantes deberían desarrollar, entre ellas la capacidad de usar herramientas de manera interactiva, la capacidad de relacionarse con otros y la capacidad de actuar con autonomía (OCDE, 2005).

Los defensores de este enfoque argumentan que, en un mundo de cambios acelerados donde el conocimiento se multiplica exponencialmente y rápidamente queda obsoleto, es más importante enseñar a aprender que transmitir contenidos específicos que pronto perderán vigencia.

Argumentos a favor de la centralidad metodológica

Quienes privilegian el CÓMO esgrimen argumentos de peso:

El primero y más poderoso es la naturaleza cambiante del conocimiento en la sociedad contemporánea. En palabras de Toffler (1970), "el analfabeto del siglo XXI no será aquel que no sepa leer y escribir, sino aquel que no sepa aprender, desaprender y reaprender". En este contexto, las habilidades de aprendizaje autónomo se vuelven más valiosas que cualquier contenido específico.

En segundo lugar, el énfasis en el método permite atender a la diversidad de estilos, ritmos e intereses de aprendizaje. Una enseñanza centrada exclusivamente en el contenido tiende a ser uniforme y a ignorar las diferencias individuales, mientras que una enseñanza centrada en los procesos puede adaptarse a las necesidades particulares de cada estudiante (Gardner, 1993).

En tercer lugar, el aprendizaje significativo, aquel que perdura y se integra en la estructura cognitiva del sujeto, solo puede ocurrir cuando el estudiante está activamente comprometido con su propio proceso de aprendizaje. La pasividad que fomenta la transmisión unidireccional de contenidos produce, en el mejor de los casos, aprendizajes mecánicos y efímeros (Ausubel, 1968).

La falsa dicotomía: Hacia una visión Integradora

El análisis de las posturas enfrentadas revela que la oposición entre QUÉ y CÓMO constituye, en gran medida, una falsa dicotomía. En la práctica educativa real, ambos elementos son inseparables y se implican mutuamente. Como señala Stenhouse (1975), el currículo no es solo un plan de contenidos, sino también una propuesta de métodos para su enseñanza, y ambos aspectos deben ser considerados de manera integrada.

La interdependencia entre contenido y método

En primer lugar, el método nunca es neutral respecto al contenido. La forma en que se enseña un contenido modifica la comprensión que de él se tiene. Enseñar literatura a través de la memorización de fechas y nombres produce una comprensión muy diferente de la que se obtiene a través del análisis crítico de textos. Como advierte McLuhan (1964), "el medio es el mensaje": el método de enseñanza comunica tanto o más que el contenido explícito.

En segundo lugar, los contenidos imponen exigencias metodológicas específicas. No se enseña matemáticas de la misma manera que se enseña educación física, ni se aborda la poesía con las mismas estrategias que la química. Cada disciplina tiene sus propias lógicas internas, sus formas características de construir conocimiento, que deben ser respetadas por los métodos empleados (Bruner, 1960).

En tercer lugar, la distinción entre QUÉ y CÓMO se desdibuja cuando consideramos que muchas habilidades son, a la vez, contenidos. La "competencia para aprender a aprender", por ejemplo, es un método, pero también es algo que debe ser enseñado, es decir, un contenido en sí mismo.

La perspectiva de los teóricos contemporáneos

Los principales teóricos de la educación contemporánea han superado ampliamente esta falsa oposición. Para Freire (1970), el acto educativo implica simultáneamente una lectura crítica del mundo (contenido) y un diálogo problematizador (método). No hay contenido auténtico sin un método que lo haga significativo, ni método genuino que no esté al servicio de una comprensión más profunda de la realidad.

Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010) proponen una visión integradora en la que el diseño curricular debe atender tanto a la selección y organización de contenidos como a las estrategias metodológicas que permitirán su apropiación significativa. Ambos aspectos deben ser considerados de manera articulada desde el inicio del proceso de planificación educativa.

Por su parte, Bernstein (1990) analizó cómo las distintas formas de organizar el conocimiento (clasificación) y las distintas formas de transmitirlo (enmarcación) configuran prácticas pedagógicas con efectos diferenciados sobre la reproducción cultural y la distribución del poder. Su obra muestra que cualquier separación radical entre QUÉ y CÓMO es insostenible desde una perspectiva sociológica.

El QUÉ y el CÓMO en el contexto de las reformas educativas

Las reformas educativas de las últimas décadas han oscilado entre énfasis en el contenido y énfasis en las competencias. En España, la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020) representa un intento de equilibrio al estructurar el currículo en torno a competencias clave, pero sin renunciar a la especificación de saberes básicos por áreas y niveles educativos (Colegio Europeo de Madrid, 2025).

Sin embargo, la implementación de estos equilibrios teóricos en la práctica cotidiana de las aulas enfrenta desafíos considerables. La presión por cumplir programas extensos, las tradiciones docentes arraigadas y las exigencias de las evaluaciones externas tienden a inclinar la balanza hacia el QUÉ, relegando las innovaciones metodológicas a un segundo plano (Perrenoud, 2004).

Implicaciones para la Práctica Docente

Si aceptamos que QUÉ y CÓMO son dimensiones inseparables del acto educativo, la pregunta para el docente no es cuál de los dos elegir, sino cómo articularlos de manera coherente y efectiva en contextos específicos.

La planificación integrada

Una primera implicación es la necesidad de planificar integrando contenidos y métodos desde el inicio. Esto supone preguntarse no solo qué contenidos se van a enseñar, sino también qué actividades, qué secuencias, qué agrupamientos y qué recursos van a permitir que esos contenidos sean aprendidos significativamente. La planificación por unidades didácticas o proyectos de trabajo, en lugar de por temas aislados, facilita esta integración (Díaz Barriga & Hernández Rojas, 2010).

La flexibilidad metodológica

Una segunda implicación es la necesidad de flexibilidad metodológica. No existe un método único válido para todos los contenidos ni para todos los estudiantes. El docente competente es aquel que dispone de un repertorio amplio de estrategias y sabe seleccionarlas en función de los objetivos, los contenidos, las características de los alumnos y el contexto (Perrenoud, 2004).

La reflexión sobre la práctica

Finalmente, la integración de QUÉ y CÓMO exige una práctica reflexiva. El docente debe preguntarse constantemente: ¿están estos métodos ayudando realmente a mis estudiantes a comprender estos contenidos? ¿Estoy dedicando suficiente atención al desarrollo de habilidades sin descuidar la solidez conceptual? ¿Cómo puedo mejorar la articulación entre lo que enseño y cómo lo enseño? (Schön, 1983).

Conclusiones

El debate sobre si es más importante el QUÉ o el CÓMO en pedagogía ha ocupado un lugar central en la reflexión educativa durante siglos. Sin embargo, el análisis realizado permite concluir que se trata de una falsa dicotomía que debe ser superada. Contenido y método no son realidades separadas ni jerarquizables, sino dimensiones constitutivas e interdependientes del acto educativo.

El contenido sin método es conocimiento muerto, información acumulada que difícilmente se transformará en comprensión profunda o en capacidad de acción. El método sin contenido es vacío procedimental, habilidades sin sustancia que poco aportan a la formación integral de la persona. La calidad educativa depende, precisamente, de la capacidad para articular ambos aspectos de manera coherente, significativa y contextualizada.

La tarea del educador contemporáneo no es elegir entre QUÉ y CÓMO, sino diseñar experiencias de aprendizaje donde ambos se potencien mutuamente: donde los contenidos adquieran vida a través de métodos activos y participativos, y donde los métodos se orienten siempre hacia una comprensión más profunda y crítica de la realidad.

En última instancia, la pregunta fundamental no debería ser qué es más importante, sino cómo lograr que en cada experiencia educativa el contenido se convierta en experiencia significativa y el método se ponga al servicio de un conocimiento transformador. Como señala Freire (1970), la educación auténtica es aquella que, a través del diálogo y la problematización, permite a los sujetos leer críticamente su mundo y actuar sobre él para transformarlo. En esa lectura crítica, el QUÉ y el CÓMO se funden en un acto único de conocimiento y liberación.

Bibliografía

- Apple, M. W. (2019). *Ideology and curriculum* (4th ed.). Routledge.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Bernstein, B. (1990). *The structuring of pedagogic discourse: Class, codes and control* (Vol. 4). Routledge.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Colegio Europeo de Madrid. (2025). 10 Instrumentos de evaluación y su adaptación a LOMLOE. <https://www.colegioeuropeodemadrid.com/blog/instrumentos-de-evaluacion/>
- Dewey, J. (2004). *Democracia y educación* (L. Luzuriaga, Trad.). Ediciones Morata. (Trabajo original publicado en 1916)
- Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3a ed.). McGraw-Hill.
- Egan, K. (1997). *The educated mind: How cognitive tools shape our understanding*. University of Chicago Press.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores.

- Gardner, H. (1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences* (10th anniversary ed.). Basic Books.
- Hirsch, E. D. (1987). *Cultural literacy: What every American needs to know*. Houghton Mifflin.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. McGraw-Hill.
- OCDE. (2005). *La definición y selección de competencias clave (DeSeCo): Resumen ejecutivo*. <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dseexecutivesummary.sp.pdf>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó.
- Piaget, J. (1970). *La epistemología genética*. Editorial A. Redondo.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Stenhouse, L. (1975). *An introduction to curriculum research and development*. Heinemann.
- Toffler, A. (1970). *Future shock*. Random House.
- Tröhler, D. (2020). Matthew Arnold's *Culture and Anarchy*: A liberal critique of Victorian modernity. *Paedagogica Historica*, 56(5), 625-642.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.



Capítulo IV

La sinergia entre actitud y aptitud en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Un análisis desde la didáctica contemporánea

Puede y quiere; puede y no quiere; quiere y no puede; no quiere y no puede

El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) constituye el núcleo fundamental de la acción educativa, un sistema dinámico donde confluyen múltiples factores que determinan su éxito o fracaso. Tradicionalmente, la reflexión pedagógica ha distinguido entre dos dimensiones inherentes a los sujetos que participan en este proceso: la actitud, entendida como la disposición afectiva y volitiva hacia el aprendizaje o la enseñanza, y la aptitud, referida al conjunto de capacidades, habilidades y destrezas para desempeñarse eficazmente en una tarea específica. La comprensión integral del PEA exige analizar no solo cómo se articulan estos elementos por separado, sino, fundamentalmente, cómo interactúan y se potencian mutuamente en el marco de una didáctica intencionada. El presente escrito tiene como objetivo analizar la relación entre el PEA, la didáctica, y la dualidad actitud-aptitud de los actores educativos, sustentando esta reflexión en aportes teóricos de David Ausubel y otros estudios especializados.

El proceso de enseñanza-aprendizaje como sistema complejo

El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje puede conceptualizarse como un espacio de construcción conjunta donde la enseñanza del docente y el aprendizaje del estudiante no son actos independientes, sino las dos caras de una misma moneda. La calidad de este proceso no se mide exclusivamente por resultados cuantificables, sino por la naturaleza de los procesos cognitivos y actitudinales que se activan en el estudiante. En este sentido, la aspiración contemporánea del PEA es lograr un aprendizaje significativo, definido por Ausubel (1981, p. 56) como aquel en el que "las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente algún aspecto esencial de su estructura de conocimiento".

Este enfoque constructivista otorga al estudiante un rol protagónico, mientras que el docente actúa como mediador de la actividad del alumno. La significatividad del aprendizaje depende, según Ausubel (1968), de tres condiciones fundamentales: la significatividad lógica del material, la significatividad psicológica (existencia de conocimientos previos en la estructura cognitiva) y, crucialmente, la actitud favorable del alumno. Es en este punto donde la dimensión actitudinal emerge como condición necesaria para que las aptitudes cognitivas puedan desplegarse plenamente.

La didáctica como espacio de articulación entre actitud y aptitud

La didáctica es la disciplina pedagógica que se ocupa de articular teórica y prácticamente el PEA, proporcionando un marco de acción intencionado que facilite el encuentro entre el estudiante y el conocimiento. Investigaciones sobre las representaciones de estudiantes universitarios (Covarrubias Papahiu & Martínez Estrada, 2007) revelan que estos valoran no solo la transmisión de información, sino también las técnicas didácticas que les permiten pensar, crear y participar activamente. Los alumnos prefieren metodologías que desarrollen sus aptitudes cognitivas superiores, pero esta preferencia está mediada por factores motivacionales y afectivos que los docentes deben considerar.

Ausubel (1981) establece diferencias fundamentales entre la significatividad lógica y la significatividad psicológica. La primera se refiere al significado del material de aprendizaje y a la naturaleza de éste, es decir, "cuando

puede relacionarse de manera no arbitraria y sí sustancial a correspondientes ideas pertinentes que se hallan dentro de la capacidad de aprendizaje humana". La segunda se refiere a la posibilidad de que la estructura cognitiva del estudiante permita establecer relaciones con el nuevo aprendizaje, surgiendo "cuando el significado potencial se convierte en un contenido cognoscitivo nuevo, diferenciado e idiosincrático, dentro de un individuo en particular" (Ausubel, 1981, p. 63).

La didáctica efectiva es aquella que logra armonizar el desarrollo de aptitudes con el cultivo de actitudes positivas hacia el aprendizaje. Según Mayer (1981), el aprendizaje se define como el proceso por el cual un individuo conecta nuevo material con el conocimiento que ya existe en la memoria a través de los procesos cognitivos de recepción, disponibilidad y activación. La autorregulación, en particular, implica que el estudiante sea capaz de gestionar su propio proceso de aprendizaje, estableciendo metas y evaluando su progreso, lo que requiere tanto aptitudes metacognitivas como una actitud de compromiso con dicho proceso.

La aptitud del estudiante: Capacidades, habilidades y estilos de aprendizaje

La aptitud del estudiante se refiere al conjunto de capacidades, habilidades y destrezas que posee y desarrolla para enfrentar las demandas del proceso educativo. Estas aptitudes no son estáticas ni unidimensionales; se manifiestan a través de los estilos de aprendizaje, que determinan cómo cada alumno procesa y asimila la información. Fernández Otoy y Rumiche Chávarry (2018) han demostrado que existe una relación significativa entre los estilos de aprendizaje y la calidad del aprendizaje significativo alcanzado por los estudiantes.

Entre las aptitudes fundamentales para el aprendizaje significativo se encuentran la capacidad de estudio independiente y el análisis crítico. Saporitti y colaboradores (2024), en un estudio realizado con ingresantes universitarios, revelaron que la gran mayoría reconoce desarrollar estas capacidades solo "a veces", lo que evidencia la necesidad de impulsar estrategias para optimizar la autonomía y las habilidades de análisis crítico en los procesos de aprendizaje. Esta constatación subraya que las aptitudes no son innatas, sino que deben ser cultivadas intencionalmente a través de la acción didáctica.

La actitud del estudiante: La disposición que activa las aptitudes

La actitud del estudiante frente al aprendizaje es definida por Euroinnova (2025) como la forma en que actúa en el aula, representando la voluntad y el interés de progresar durante el proceso de adquisición de nuevos conocimientos. Esta disposición posee una estructura tridimensional que incluye un componente cognitivo (creencias), afectivo (sentimientos) y conductual (predisposición a actuar).

La investigación educativa ha demostrado que una marcada actitud de indiferencia hacia el aprendizaje está frecuentemente ligada a cuestiones motivacionales y de estado de ánimo (Vázquez-Domínguez & Gámez-Ortiz, 2024), más que a carencias materiales o cognitivas. Esto implica que un estudiante puede poseer excelentes aptitudes para el estudio, pero si su actitud es negativa o pasiva, dichas aptitudes permanecerán subutilizadas. Como señala la teoría ausbeliana, la actitud favorable del alumno es una condición indispensable para que ocurra el aprendizaje significativo, ya que, sin la disposición a relacionar sustancialmente los nuevos conocimientos con la estructura cognitiva previa, el aprendizaje se reduce a una memorización mecánica y efímera.

Ausubel (2003) enfatiza que esta condición "tiene mucha más relación con el alumno que con el profesor, pues solo depende del propio alumno querer aprender de forma significativa, asociando los nuevos conocimientos a sus subsunsores, de forma no literal y no arbitraria". Moreira (2011, p. 25) complementa esta idea señalando que "el material solo puede ser potencialmente significativo, no significativo: no existe libro significativo, aula significativa ni problema significativo [...], pues el significado está en las personas, no en los materiales".

La dualidad actitud-aptitud en el docente: Mediador y modelo

Así como en el estudiante, en el docente confluyen dimensiones actitudinales y aptitudinales que determinan la calidad de su práctica pedagógica. Las aptitudes docentes comprenden el dominio de la disciplina que enseña, las competencias didácticas para diseñar experiencias de aprendizaje, y las habilidades comunicativas y de gestión del aula. Pero estas aptitudes resultan insuficientes si no están acompañadas de una actitud favorable hacia la enseñanza y hacia los estudiantes.

Covarrubias Papahiu y Martínez Estrada (2007) encontraron que los estudiantes universitarios valoran en sus profesores no solo su conocimiento y capacidad didáctica, sino también atributos personales como la apertura, la sencillez y el interés que demuestran por la disciplina que enseñan y por los propios estudiantes. La actitud del docente se manifiesta en la disposición a planificar cuidadosamente las clases, ofrecer atención personalizada y promover un ambiente dinámico y de confianza en el aula (Euroinnova, 2025).

Existe una relación directa entre la actitud del maestro y el rendimiento de sus alumnos: investigaciones citadas por Euroinnova (2025) concluyen que cuando un docente tiene predisposición hacia un bajo rendimiento de sus estudiantes, eso es lo que obtiene; pero cuando mantiene una actitud favorable, las calificaciones mejoran significativamente. El docente actúa, así como un modelo cuyo entusiasmo y optimismo son "contagiosos" y pueden transformar la disposición actitudinal de sus alumnos.

La interacción entre actitud y aptitud en el PEA

La relación entre actitud y aptitud en el contexto educativo no es de simple adición, sino de interacción dinámica y sinérgica. Las aptitudes cognitivas proporcionan las herramientas para procesar, comprender y aplicar el conocimiento; las actitudes proveen la motivación y disposición para utilizar esas herramientas de manera sostenida y profunda. Un estudiante con altas aptitudes pero baja actitud puede obtener resultados mediocres, mientras que uno con aptitudes moderadas, pero actitud altamente positiva puede superar limitaciones iniciales y lograr aprendizajes significativos.

Según Moreira (2011), el aprendizaje se da siempre en la zona de transición entre el aprendizaje mecánico y el significativo, y "la concomitancia de ambas condiciones es exigida para el aprendizaje significativo, pues también no avanza el alumno al querer aprender de forma significativa si el material no tuviere significado lógico o si no tuviere los subsunsores adecuados para interactuar con los nuevos conocimientos".

Esta interacción se manifiesta también en el desarrollo profesional del docente: las aptitudes didácticas se perfeccionan cuando existe una actitud de apertura a la reflexión y mejora continua, y la actitud positiva se fortalece cuando

se constatan los resultados del trabajo realizado a través de competencias pedagógicas efectivas. La didáctica, como disciplina articuladora, debe atender simultáneamente ambas dimensiones, diseñando experiencias que no solo desarrollen capacidades intelectuales, sino que también cultiven disposiciones afectivas favorables al aprendizaje permanente.

Conclusiones

El análisis realizado permite afirmar que el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje, la Didáctica, y las dimensiones de actitud y aptitud de los implicados conforman una trama indisoluble. La actitud (el querer) y la aptitud (el poder) no son realidades separadas ni jerárquicas, sino dimensiones complementarias cuya integración determina la calidad y profundidad de los aprendizajes. El estudiante requiere tanto de capacidades cognitivas para procesar la información como de disposiciones afectivas que movilicen esas capacidades hacia la construcción significativa de conocimiento. El docente, por su parte, necesita tanto de competencias didácticas para diseñar experiencias formativas como de una actitud de apertura y compromiso que convierta su práctica en un modelo inspirador.

Ignorar cualquier una de estas dimensiones supone una comprensión reduccionista del hecho educativo que condena al fracaso las innovaciones curriculares. Por ello, la formación docente debe incluir no solo el desarrollo de aptitudes técnicas y disciplinares, sino también el cultivo de competencias socioemocionales que permitan identificar, comprender y transformar las actitudes de los alumnos, a la vez que se reflexiona sobre la propia disposición hacia la enseñanza. En última instancia, educar es un acto de encuentro donde el saber se construye a través de la conjunción armónica entre lo que se puede hacer y lo que se quiere hacer, entre la capacidad y la voluntad, entre la aptitud y la actitud.

Bibliografía

- Ausubel, D. P. (1968). Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. Trillas.
- Ausubel, D. P. (1981). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. En Desarrollo de habilidades y competencias en Educación Física.

- Ausubel, D. P. (2003). Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva. Paidós.
- Covarrubias Papahiu, P., & Martínez Estrada, C. C. (2007). Representaciones de estudiantes universitarios sobre el aprendizaje significativo y las condiciones que lo favorecen. *Perfiles Educativos*, 29(115), 49–71.
- Euroinnova International Online Education. (2025). Actitud del alumno frente al aprendizaje. Recuperado de <https://www.euroinnova.com/blog/actitud-del-alumno-frente-al-aprendizaje>
- Euroinnova International Online Education. (2025). Actitud hacia el aprendizaje. Recuperado de <https://www.euroinnova.com/blog/actitud-hacia-el-aprendizaje>
- Fernández Otoy, F., & Rumiche Chávarry, R. (2018). Estilos de aprendizaje e intereses vocacionales en estudiantes de I al IV ciclo de la escuela de educación de la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo 2009, Chiclayo – Perú. *Educare ET COM*, 1-12.
- Mayer, R. E. (1981). A cognitive theory of learning. En *Encyclopedia of Information Systems*.
- Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. Editora Livraria da Física.
- Saporitti, F. O., Medina, M. M., Seara, S. E., Papel, G. O., Bustichi, G. S., & Medina, J. L. (2024). Aprendizaje significativo: Una experiencia con alumnos universitarios. *Universidad Nacional de La Plata*.
- Vázquez-Domínguez, E., & Gámez-Ortiz, M. P. (2024). La actitud en el estudiante de nivel medio superior ante su proceso de enseñanza – aprendizaje en la ESTe. *Tepexi Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 11 (22), 19-26.



Capítulo V

La medición de la actitud, la aptitud y el coeficiente intelectual en el PEA

La evaluación en el ámbito educativo constituye un proceso sistemático y continuo que permite obtener información válida y confiable sobre el desarrollo de los estudiantes (Herrera Acosta & Sánchez Pinedo, 2020). En el marco del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA), la medición se orienta fundamentalmente hacia dos dimensiones constitutivas del sujeto que aprende: la aptitud, entendida como el conjunto de capacidades, habilidades y destrezas para desempeñarse eficazmente en una tarea específica; y la actitud, definida como la disposición afectiva y volitiva hacia el aprendizaje, manifestada a través de comportamientos, intereses y valores (Correa Mejía et al., 2019).

A estas dos dimensiones tradicionales se suma una tercera de gran relevancia histórica y conceptual en el ámbito psicopedagógico: el coeficiente intelectual (CI), entendido como una puntuación estandarizada que pretende medir la inteligencia general de un individuo a través de pruebas diseñadas para evaluar habilidades verbales, matemáticas, lógicas y espaciales (Vedantu, 2020). La medición de estas dimensiones resulta esencial no solo para constatar el logro de objetivos educativos, sino también para retroalimentar los procesos de enseñanza, adecuar estrategias didácticas y promover el desarrollo integral del estudiante (TestEd, 2023). El presente capítulo tiene como objetivo analizar los principales instrumentos y estrategias para medir la actitud, la aptitud y el coeficiente intelectual en los estudiantes durante el PEA, sustentando esta reflexión en aportes teóricos y estudios especializados.

Fundamentos de la Medición en Educación

La medición del aprendizaje puede realizarse en tres momentos clave del proceso educativo: antes de la instrucción (evaluación diagnóstica), durante la instrucción (evaluación formativa) y al finalizar la instrucción (evaluación sumativa) (LibreTexts, 2022). Cada uno de estos momentos cumple propósitos específicos y requiere instrumentos adecuados a sus fines.

Para que los resultados de la medición sean útiles y confiables, los instrumentos deben cumplir con tres características fundamentales: validez, referida a que la evaluación mida efectivamente lo que pretende medir; confiabilidad, entendida como la consistencia de los resultados obtenidos; y equidad, que implica brindar a todos los estudiantes las mismas oportunidades para demostrar sus aprendizajes (LibreTexts, 2022).

La Taxonomía de Bloom proporciona un marco útil para clasificar los objetivos de aprendizaje en seis niveles cognitivos: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. Una evaluación efectiva debe medir no solo los niveles inferiores, sino también las habilidades de pensamiento superior (LibreTexts, 2022).

El coeficiente intelectual: Conceptualización y medición

El coeficiente intelectual (CI), abreviatura de Intelligence Quotient, es una puntuación estandarizada que se utiliza para describir la medida de la inteligencia de una persona evaluada mediante pruebas diseñadas para tal fin (Vedantu, 2020). El término fue introducido originalmente por Alfred Binet, y se calculaba inicialmente como el cociente entre la edad mental y la edad cronológica, multiplicado por 100 (Rust & Golombok, 2014; Vedantu, 2020).

La fórmula clásica para el cálculo del CI responde a la siguiente expresión:

$$CI = (Edad Mental / Edad Cronológica) \times 100$$

Por ejemplo, si la edad mental de un niño (determinada por la prueba) es 12 años y su edad real es 10 años, su CI sería $(12/10) \times 100 = 120$, lo que se considera una puntuación por encima del promedio (Vedantu, 2020). Posteriormente, los

tests de inteligencia evolucionaron hacia puntuaciones basadas en desviaciones respecto a la media poblacional, estableciendo un promedio de 100 y una desviación típica de 15.

Tipos de pruebas de inteligencia

En el contexto escolar, el uso de pruebas colectivas de inteligencia es más común que el de pruebas individuales, principalmente por razones de practicidad y economía. Las pruebas colectivas permiten evaluar simultáneamente a grupos numerosos de estudiantes. Entre las pruebas de uso más extendido se encuentran:

- Escala de Inteligencia Stanford-Binet: derivada de la prueba original de Binet-Simon, es una de las más antiguas y respetadas para la evaluación individual (Vedantu, 2020).
- Escalas Wechsler: incluyen el WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) para adultos y el WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children) para niños, que proporcionan un CI total junto con índices verbales y de ejecución (Vedantu, 2020; Colom et al., 2002).
- Pruebas colectivas: como el California Test of Mental Maturity, las pruebas verbales y no verbales de Raven, y el Test de Matrices Progresivas de Raven, utilizadas ampliamente en entornos escolares.

El CI como predictor del rendimiento académico

El coeficiente intelectual ha sido históricamente utilizado como un índice predictivo del futuro rendimiento académico de los estudiantes, con el propósito de evaluar el potencial de aprendizaje (Scholastic Testing Service, s.f.). Investigaciones tempranas ya exploraban el valor predictivo del CI en combinación con otras variables. Un estudio realizado por Barrow (1969) con estudiantes de séptimo grado buscó determinar el valor relativo del cociente intelectual, los puntajes de las pruebas de habilidades básicas de Iowa, la calificación final de ciencias de sexto grado y el puntaje del Reed General Science Test para predecir el rendimiento en ciencias. Los hallazgos principales de este estudio mostraron que los puntajes compuestos y de comprensión lectora de

las pruebas de Iowa eran mejores predictores individuales del rendimiento en ciencias que el puntaje del cociente intelectual (Barrow, 1969).

En la práctica escolar contemporánea, algunos servicios de evaluación han reemplazado el término "CI" por denominaciones como "Cognitive Skills Quotient" (CSQ), aunque manteniendo su propósito fundamental como índice predictivo del rendimiento académico futuro para evaluar el potencial de aprendizaje (Scholastic Testing Service, s.f.). El CSQ se basa en las puntuaciones de los estudiantes en subpruebas verbales y cuantitativas, así como en su edad en el momento de la evaluación.

Limitaciones y controversias en la medición del CI

A pesar de su amplia utilización, los tests de inteligencia son controvertidos por diversas razones. Newhart y Patten (2023) señalan que "las pruebas de inteligencia más populares están culturalmente cargadas y miden conocimientos y habilidades que pueden adquirirse con instrucción". Esta crítica fundamental cuestiona si los tests miden realmente una capacidad innata o más bien conocimientos y habilidades que reflejan oportunidades educativas y culturales previas.

El constructo científico de inteligencia general (factor g) descansa sobre las correlaciones entre las puntuaciones de los tests, mientras que el CI descansa sobre la suma de puntuaciones estandarizadas (Colom et al., 2002). Colom y colaboradores (2002) establecen una distinción crucial: el CI es en realidad una variable arbitraria ("inteligencia en general"), no un constructo científico ("inteligencia general" definida como factor g). El CI resulta de una mezcla de factor g, habilidades cognitivas específicas y destrezas cognitivas específicas. La inteligencia general definida como g es un ingrediente importante de la puntuación de CI, pero el CI no es solo g.

Un hallazgo significativo de la investigación de Colom et al. (2002) es que no existe una asociación significativa entre el constructo científico de inteligencia general (g) y las diferencias en inteligencia en general (CI) evaluadas por el WAIS-III en toda la distribución poblacional. Además, el nivel educativo afecta la estructura de la inteligencia: a mayor nivel educativo de la población, menor será el tamaño del factor g, porque la complejidad cognitiva de las subpruebas se

vuelve menor para las personas más educadas, reduciendo las cargas factoriales de g y la proporción de varianza total explicada por g (Colom et al., 2002).

Cowie (1976) ofrece pautas importantes para la interpretación de los tests de inteligencia: deben considerarse como medidas útiles de la capacidad general en el aprendizaje escolar; deben interpretarse teniendo en cuenta otros factores como registros acumulativos, observaciones del profesor, motivación del estudiante u oportunidad de aprender las conductas evaluadas; y muestran una correlación más alta con materias que requieren pensamiento que con materias dominadas mediante aprendizaje memorístico.

En la misma línea, Rutkowski (2024) advierte sobre el uso problemático de las puntuaciones de evaluaciones internacionales a gran escala (como TIMSS, PIRLS y PISA) como medidas de inteligencia, señalando que estas evaluaciones no son medidas de inteligencia y que su uso como tales constituye una práctica cuestionable desde el punto de vista empírico.

Medición de la aptitud: Instrumentos y estrategias

La aptitud se refiere a las capacidades cognitivas y procedimentales que los estudiantes poseen y desarrollan para enfrentar las demandas del proceso educativo (Correa Mejía et al., 2019). Su medición abarca tanto los conocimientos adquiridos como las habilidades para aplicarlos en contextos diversos.

Pruebas objetivas y estructuradas

Los exámenes tradicionales, en sus diversas modalidades, constituyen instrumentos ampliamente utilizados para medir aptitudes cognitivas. Estos pueden incluir preguntas de opción múltiple, útiles para evaluar comprensión y discriminación de significados; preguntas de respuesta corta, indicadas para verificar conocimientos específicos; preguntas de verdadero-falso justificadas, que permiten medir la capacidad de distinción entre hechos y opiniones; y preguntas de correspondencia o emparejamiento, adecuadas para tareas de memorización y discriminación (Educrea, 2020).

Las preguntas de composición y ensayo están encaminadas a que los alumnos organicen, seleccionen y expresen las ideas esenciales de los temas

tratados, siendo adecuadas para realizar análisis, comentarios y juicios críticos (Educrea, 2020).

Instrumentos para evaluar procesos y procedimientos

El cuaderno de clase del alumno es un instrumento de recogida de información muy útil para la evaluación continua, pues refleja el trabajo diario. A través de él se puede comprobar el nivel de comprensión, la capacidad de abstracción, la expresión escrita, la realización de esquemas y resúmenes, y el cuidado o dedicación que emplea el estudiante en su trabajo (Educrea, 2020).

La resolución de problemas explicitando los pasos seguidos sirve para verificar que el alumno ha comprendido y razonado la situación problemática y su solución. La importancia de este instrumento reside en la justificación de los pasos seguidos para la obtención de un resultado (Educrea, 2020).

Los mapas conceptuales permiten conocer qué sabe o comprende un alumno sobre una unidad determinada y detectar conexiones equivocadas entre conceptos, siendo ideales para evaluar la capacidad de organizar ideas y establecer relaciones (Educrea, 2020).

Los trabajos monográficos y pequeñas investigaciones tienen como finalidad profundizar en conocimientos específicos y favorecer la adquisición de procedimientos relacionados con el rigor, el orden y la presentación correcta (Educrea, 2020).

Tests de aptitud específica

Es importante distinguir entre los tests de inteligencia (diseñados para predecir la capacidad intelectual en general) y los tests de aptitud (diseñados para predecir algún tipo específico de rendimiento) (Newhart & Patten, 2023). Un ejemplo paradigmático es el Scholastic Aptitude Test (SAT) utilizado en Estados Unidos para predecir el éxito en la educación superior (Newhart & Patten, 2023). Los tests de rendimiento, por su parte, están diseñados para medir los objetivos de la instrucción educativa formal (Newhart & Patten, 2023).

Medición de la Actitud: Instrumentos y Estrategias

La actitud es el comportamiento de un individuo para realizar actividades, manifestándose en su forma de ser o manera de actuar. Allport (2018, citado en Correa Mejía et al., 2019) la define como "un estado de disposición mental organizado que ejerce una influencia directa en el comportamiento de una persona en su día a día".

Escalas de actitudes tipo Likert

La escala tipo Likert es uno de los instrumentos más utilizados para medir actitudes. Consiste en un conjunto de enunciados o frases seleccionadas para medir una actitud personal (disposición positiva, negativa o neutral) ante personas, objetos o situaciones (Técnicas de observación escala de actitudes, 2015).

Para elaborar una escala de actitudes se debe: determinar la actitud a evaluar y definirla; elaborar enunciados que indiquen diversos aspectos de la actitud en sentido positivo, negativo e intermedio; y utilizar criterios de valoración como: totalmente de acuerdo, parcialmente de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, parcialmente en desacuerdo, y totalmente en desacuerdo (Técnicas de observación escala de actitudes, 2015).

Un estudio realizado en la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín (Garrido Tapia et al., 2019) utilizó una escala Likert validada (con α -Cronbach de 0,747) para medir la actitud de los estudiantes hacia el proceso enseñanza-aprendizaje. La escala incluyó afirmaciones como: "Los contenidos son importantes y necesarios para su formación", "El método de enseñanza fue poco atractivo y algo aburrido", o "La forma en que se impartió fue novedosa, interesante y atractiva". Los resultados de esta investigación demostraron que los estudiantes expuestos a metodologías innovadoras presentaron una actitud favorable hacia el aprendizaje, mientras que el grupo control mostró una actitud indecisa (Garrido Tapia et al., 2019).

Técnicas de observación

Las técnicas de observación permiten evaluar los procesos de aprendizaje

en el momento que se producen. A través de ellas, los docentes pueden advertir los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores que poseen los alumnos y cómo los utilizan en situaciones determinadas (Educrea, 2020).

Existen dos formas de observación: sistemática, donde el observador define previamente los propósitos a observar; y asistemática, que recoge información espontánea (Educrea, 2020).

Los instrumentos de observación incluyen:

- Escalas de valoración: contienen una listado de rasgos en los que se gradúa el nivel de consecución del aspecto observado a través de valoraciones progresivas (de nunca a siempre; de poco a mucho) (Educrea, 2020).
- Listas de control: contienen una serie de rasgos a observar, ante los que el profesor señala su presencia o ausencia durante el desarrollo de la actividad (Educrea, 2020).
- Registro anecdótico: fichas para recoger comportamientos no previsibles que pueden aportar información significativa para evaluar carencias o actitudes positivas (Educrea, 2020).

Otros instrumentos para medir actitudes

Los cuestionarios permiten evaluar conocimientos previos y actitudes iniciales hacia una unidad didáctica (Educrea, 2020). Las fichas de recogida de información tienen doble utilidad: para el alumno, sistematizan la recogida de información en trabajos de investigación; para el profesor, sirven como guía para valorar otros instrumentos (Educrea, 2020). El portafolio y la autoevaluación también constituyen estrategias valiosas para que los estudiantes reflexionen sobre su propio proceso y disposición hacia el aprendizaje (Colegio Europeo de Madrid, 2025).

La siguiente tabla, elaborada a partir de los instrumentos analizados, sintetiza las capacidades que permite evaluar cada instrumento (Adaptado de Educrea, 2020)

Instrumento	Capacidades que evalúa
Escalas de observación	Actitud
Listas de control	Actitud
Registro anecdótico	Actitud
Escalas tipo Likert	Actitud
Cuaderno del estudiante	Todas las capacidades (comprensión, expresión, razonamiento y actitud)
Exámenes tradicionales	Comprensión, expresión y razonamiento (aptitud cognitiva)
Preguntas de opción múltiple	Comprensión, expresión y razonamiento
Mapas Conceptuales	Comprensión y Razonamiento
Resolución de Problemas	Comprensión y Razonamiento
Trabajos monográficos	Todas las capacidades
Tests de inteligencia (Stanford-Binet, Wechsler)	Capacidad Intelectual General (CI)
Tests de aptitud específica (SAT)	Predicción de rendimiento en áreas específicas

La evaluación integral requiere combinar instrumentos que aborden tanto las dimensiones cognitivas como las actitudinales, pues ambas interactúan dinámicamente en el proceso de aprendizaje (Correa Mejía et al., 2019). La actitud favorable del alumno constituye una condición indispensable para que ocurra el aprendizaje significativo, ya que, sin la disposición a relacionar sustancialmente los nuevos conocimientos con la estructura cognitiva previa, el aprendizaje se reduce a una memorización mecánica (Ausubel, 1983, citado en Correa Mejía et al., 2019).

En cuanto al coeficiente intelectual, las investigaciones muestran que, aunque mantiene cierta capacidad predictiva del rendimiento académico, debe ser interpretado con cautela y en combinación con otras medidas. Como señalan Colom et al. (2002), el CI no es equivalente al factor g de inteligencia general, sino una mezcla que incluye habilidades específicas influenciadas por la educación y el contexto cultural.

Consideraciones para una Medición Efectiva

Para que la medición de actitudes, aptitudes y coeficiente intelectual sea

efectiva, se deben considerar los siguientes principios:

La retroalimentación oportuna, específica y constructiva permite al estudiante conocer sus fortalezas y áreas de mejora, aumentando la motivación y favoreciendo el desarrollo de estrategias de aprendizaje más efectivas (TestEd, 2023).

La diversificación de instrumentos, combinando pruebas tradicionales con actividades prácticas y observaciones directas, proporciona una visión más completa del aprendizaje del alumno (Colegio Europeo de Madrid, 2025).

La inclusión de autoevaluaciones y coevaluaciones permite que los estudiantes reflexionen sobre su propio aprendizaje o el de sus compañeros, desarrollando metacognición y responsabilidad sobre su proceso formativo (Colegio Europeo de Madrid, 2025).

La evaluación digital ofrece ventajas como la calificación automática, retroalimentación inmediata, analítica de datos y evaluación personalizada, facilitando procesos más ágiles y precisos (TestEd, 2023).

En el caso específico del coeficiente intelectual, es fundamental seguir las pautas de interpretación responsable: considerar el CI como una medida de capacidad general, no como un diagnóstico definitivo; integrarlo con otras fuentes de información (observaciones docentes, historial académico, motivación); y ser conscientes de sus limitaciones culturales y de su naturaleza como medida de habilidades aprendidas, no exclusivamente innatas (Cowie, 1976; Newhart & Patten, 2023).

La medición de la actitud, la aptitud y el coeficiente intelectual en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje constituye una tarea compleja pero fundamental para garantizar una educación integral y de calidad. Cada una de estas dimensiones requiere aproximaciones metodológicas específicas: la aptitud puede ser evaluada mediante instrumentos estructurados como pruebas objetivas, mapas conceptuales, resolución de problemas y trabajos monográficos; la actitud requiere estrategias específicas como escalas tipo Likert, técnicas de observación sistemática, registros anecdóticos y listas de control; el coeficiente intelectual se evalúa mediante pruebas estandarizadas

diseñadas específicamente para medir capacidades cognitivas generales, como las escalas Stanford-Binet y Wechsler.

La integración de estos tres tipos de medición permite obtener una visión holística del estudiante, reconociendo que el aprendizaje significativo depende tanto de las capacidades cognitivas (aptitud e inteligencia medida por el CI) como de las disposiciones afectivas hacia el conocimiento (actitud). Los docentes deben seleccionar y combinar adecuadamente los instrumentos según los objetivos perseguidos, asegurando su validez, confiabilidad y equidad.

Es crucial mantener una perspectiva crítica respecto al coeficiente intelectual, entendiendo que no es una medida pura de inteligencia innata, sino un constructo complejo que refleja tanto capacidades cognitivas generales como habilidades específicas influenciadas por la educación y el contexto cultural. Como advierten Colom et al. (2002), el CI es "inteligencia en general", no "inteligencia general", y debe interpretarse en conjunto con otras medidas y observaciones.

La retroalimentación derivada de estos procesos de medición constituye el elemento central para la mejora continua, permitiendo ajustar estrategias didácticas, motivar a los estudiantes y promover el desarrollo de aprendizajes profundos y duraderos. En última instancia, medir no es un fin en sí mismo, sino un medio para comprender y potenciar el crecimiento integral de quienes aprenden.

Bibliografía

- Barrow, L. H. (1969). Development of a Prediction Equation for the Placement of Students in Seventh-Grade Life Science [Master's thesis, University of Northern Iowa]. UNI ScholarWorks. <https://scholarworks.uni.edu/etd/2026/>
- Colegio Europeo de Madrid. (2025). 10 Instrumentos de evaluación y su adaptación a LOMLOE. <https://www.colegioeuropeodemadrid.com/blog/instrumentos-de-evaluacion/>
- Colom, R., Abad, F. J., García, L. F., & Juan-Espinosa, M. (2002). Education, Wechsler's Full Scale IQ, and g. Intelligence, 30(5), 449-462.

[https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00122-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00122-8)

- Correa Mejía, D. M., Abarca Guangaje, A. N., Baños Peña, C. A., & Analuisa Aorca, S. G. (2019). Actitud y aptitud en el proceso del aprendizaje. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/06/actitud-aptitud-aprendizaje.html>
- Cowie, C. (1976). *Intelligence and Intelligence Testing*. Set 76. Number Two. Item 10. New Zealand Council for Educational Research. ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED170318>
- Educreea. (2020). Instrumentos de evaluación en el proceso enseñanza-aprendizaje. <https://educreea.cl/instrumentos-de-evaluacion-en-el-proceso-ensenanza-aprendizaje/>
- Garrido Tapia, E. J., Manso López, A. M., & Morales González, M. (2019). Actitudes acerca del proceso Enseñanza-Aprendizaje en Medicina de Desastres. *Correo Científico Médico*, 23(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812019000100018
- Herrera Acosta, C. E., & Sánchez Pinedo, L. D. (2020). Metodología de aprendizaje y sistema de evaluación para alcanzar resultados en el proceso educativo. *Revista Igobernanza*, 3(9), 43-66.
- LibreTexts. (2022). Medir el aprendizaje de los estudiantes. En *Diseño para el aprendizaje: principios, procesos y praxis*. [https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Ciencias_Sociales/Educacion_y_Developmental_Professional/Diseno_para_el_aprendizaje%3A_principios_procesos_y_praxis_\(McDonald_y_West\)](https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Ciencias_Sociales/Educacion_y_Developmental_Professional/Diseno_para_el_aprendizaje%3A_principios_procesos_y_praxis_(McDonald_y_West))
- Newhart, M., & Patten, M. (2023). Using Performance Measures. En *Understanding Research Methods* (11th ed.). Taylor & Francis. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/mono/10.4324/9781003092049-28/using-performance-measures-michelle-newhart-mildred-patten>
- Rust, J., & Golombok, S. (2014). The development of psychometrics. En *Modern Psychometrics* (3rd ed.). Taylor & Francis. <https://www.tay->

lorfrancis.com/chapters/mono/10.4324/9781315787527-8/development-psychometrics-john-rust-susan-golombok

- Rutkowski, L. A. (2024). What Are We Measuring In International Assessments? Many Things, But Probably Not IQ [Conference presentation]. HUD Colloquium Fall 2024, Teachers College, Columbia University. <https://www.tc.columbia.edu/events/info/hud-brown-bag-seminar-colloquium-fall-2021-presents-the-role-of-effort-based-valuations-in-the-relation-between-math-anxiety-and-math-avoidance-1-0726487>
- Scholastic Testing Service. (s.f.). Explain It: Understanding Your Students' Test Results. <https://www.ststesting.com/explainit.html>
- Técnicas de observación escala de actitudes. (2015). SlideShare. <https://es.slideshare.net/slideshow/tcnicas-de-observacin-escala-de-actitudes/48685830>
- TestEd. (2023). ¿Por qué se debe medir y evaluar el aprendizaje en la educación? <https://tested.com.tr/blog/es/por-que-medir-evaluar-aprendizaje-educacion>
- Vedantu. (2020). IQ Full Form: Meaning, Formula, and Exam Importance. <https://www.vedantu.com/full-form/iq-full-form>



Capítulo VI

Didáctica y diversidad cognitiva

Introducción: La complejidad de enseñar y aprender

El acto educativo, lejos de ser una simple transmisión de conocimientos, se configura como un proceso dinámico, interactivo y profundamente humano. En él convergen dos dimensiones inseparables: la enseñanza, responsabilidad fundamental del docente o facilitador, y el aprendizaje, proceso interno y personal del estudiante. Durante décadas, la pedagogía y la didáctica han buscado desentrañar los misterios de este proceso para optimizarlo. Sin embargo, una de las conclusiones más sólidas a las que ha llegado la investigación educativa y psicológica es que el aprendizaje no es un proceso homogéneo. Cada persona aborda la tarea de aprender con un bagaje único de experiencias, motivaciones, capacidades cognitivas y, lo que es crucial, con preferencias y formas distintivas de procesar la información.

Esta realidad plantea un desafío mayúsculo a la didáctica, entendida como la disciplina que estudia las prácticas de enseñanza y las estrategias más efectivas para favorecer el aprendizaje. La pregunta central ya no es solo ¿cómo se enseña mejor?, sino ¿cómo se diseña una enseñanza que responda a la multiplicidad de formas en que los estudiantes aprenden? Responder a esta cuestión implica un viaje a través de las principales teorías que han intentado cartografiar la diversidad cognitiva humana y, acto seguido, una reflexión crítica sobre cómo integrar ese conocimiento en una práctica docente verdaderamente inclusiva y eficaz.

El proceso de enseñanza-aprendizaje: Un paradigma en evolución

Tradicionalmente, el proceso de enseñanza-aprendizaje se concebía desde una perspectiva unidireccional, donde el docente era el depositario del conocimiento y el alumno un receptor pasivo. Este modelo, conocido como

enseñanza tradicional o transmisiva, se centraba en la figura del profesor y en los contenidos. Sin embargo, las corrientes pedagógicas del siglo XX, impulsadas por psicólogos como Jean Piaget, Lev Vygotsky y David Ausubel, desplazaron el foco de atención hacia el estudiante y sus procesos mentales.

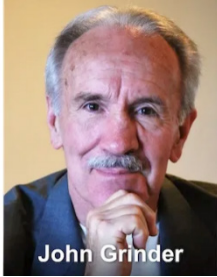
Surge así el paradigma del aprendizaje significativo, donde el alumno construye activamente su propio conocimiento al relacionar la nueva información con sus estructuras cognitivas previas. En este nuevo marco, el rol del docente se transforma en el de un facilitador, un guía que crea las condiciones y las experiencias necesarias para que ese aprendizaje constructivo tenga lugar. Es aquí donde la didáctica adquiere su máxima relevancia, pues debe proveer al docente de las herramientas teóricas y prácticas para diseñar entornos de aprendizaje ricos, variados y adaptados a las necesidades de sus estudiantes. Como señalan Cárdenas Morales et al. (2025), una planificación didáctica que ignore las características heterogéneas del alumnado (personalidad, contexto, estructura cognitiva) difícilmente logrará un aprendizaje personalizado y significativo.

La didáctica como puente: De la teoría a la práctica en contextos diversos

La didáctica, por tanto, no es un recetario de técnicas infalibles, sino una disciplina reflexiva que articula la teoría educativa con la práctica del aula. Su función es crucial para operacionalizar el principio de que no todos aprenden igual. Una didáctica eficaz en el siglo XXI debe ser, ante todo, una didáctica de la diversidad. Esto implica, en primer lugar, un conocimiento profundo de los estudiantes. No se trata de etiquetarlos, sino de comprender sus perfiles para poder ofrecer múltiples caminos hacia el mismo objetivo de aprendizaje.

Para guiar esta comprensión, han surgido numerosos modelos teóricos que intentan categorizar las diferentes maneras en que las personas perciben, procesan y organizan la información. Aunque estos modelos tienen sus críticos y limitaciones, proporcionan un lenguaje y un marco conceptual valiosos para pensar en la diversidad (Ramos Oyanguren, 2019; Hidalgo Chávez, 2018). A continuación, se analizan los más influyentes.

Modelos sensoriales: La clasificación VAK



John Grinder



Richard Bandler

Uno de los modelos más populares y accesibles es el de los tres canales de aprendizaje sensorial, conocido como VAK (Visual, Auditivo, Kinestésico), derivado de la Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder. Este modelo postula que las personas

tienen una tendencia a utilizar un sentido predominante para procesar la información.

- **Aprendices Visuales:** Piensan en imágenes. Prefieren leer y ver la información representada en diagramas, cuadros, mapas conceptuales y videos. Suelen tomar apuntes detallados y visualizar mentalmente los conceptos para comprenderlos y recordarlos. Los alumnos visuales prefieren leer a escuchar y captan grandes cantidades de información solo mirando.
- **Aprendices Auditivos:** Aprenden mejor a través del oído. Las explicaciones orales, las discusiones en grupo, las grabaciones y la música son sus vehículos preferidos. Tienen facilidad para recordar lo que escuchan y suelen seguir instrucciones orales con precisión. Les beneficia estudiar en voz alta o debatir los contenidos.
- **Aprendices Kinestésicos:** Su aprendizaje está ligado a las sensaciones corporales, el movimiento y la manipulación. Necesitan hacer para comprender. Aprenden a través de la experimentación práctica, los juegos de rol, la construcción de modelos y las salidas de campo. Su proceso de aprendizaje puede ser más lento, pero suele ser profundo y estar ligado a la experiencia vivencial.

La utilidad de este modelo radica en recordar al docente que la información puede ser presentada de múltiples maneras. Una explicación oral (auditivo) puede complementarse con una imagen en la pizarra (visual) y una actividad práctica posterior (kinestésico), llegando así a un espectro más amplio de alumnos.

El aprendizaje experiencial de David Kolb



David Kolb propuso una teoría más compleja que integra la percepción y el procesamiento de la información. Su modelo de aprendizaje experiencial sostiene que el aprendizaje es un ciclo de cuatro etapas: 1) Experiencia concreta, 2) Observación reflexiva, 3) Conceptualización abstracta y 4) Experimentación activa. Según Kolb, los individuos tienden a desarrollar preferencias por unas etapas sobre otras, lo que da lugar a cuatro estilos de aprendizaje distintos (Hornos Calderó, Lema López, & Mosquera Gende, 2017):

- **Convergente (o Activo):** Combina la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Son personas prácticas, que gustan de encontrar soluciones a problemas y aplicar ideas. Prefieren la experimentación y las demostraciones prácticas a la teoría especulativa.
- **Divergente (o Reflexivo):** Combina la experiencia concreta y la observación reflexiva. Son imaginativos, ven las situaciones desde múltiples perspectivas y generan ideas (lluvia de ideas). Les gusta escuchar y recibir retroalimentación, mostrando interés por las artes y la cultura.
- **Asimilador (o Teórico):** Combina la conceptualización abstracta y la observación reflexiva. Son amantes de la teoría y la lógica. Prefieren leer, trabajar con ideas abstractas y construir modelos teóricos, sin preocuparse necesariamente por su aplicación práctica. Suelen ser más individuales en su estudio.
- **Acomodador (o Pragmático):** Combina la experiencia concreta y la experimentación activa. Son intuitivos, de prueba y error. Les gusta llevar a cabo planes, involucrarse en experiencias nuevas y trabajar en grupo. Se adaptan rápidamente a circunstancias cambiantes.

El modelo de Kolb es particularmente valioso porque no solo describe estilos, sino que subraya la naturaleza cíclica del aprendizaje, sugiriendo que un aprendizaje completo requiere pasar por todas las fases, incluso aquellas que nos resultan menos cómodas.

Más allá de los estilos: Inteligencias múltiples y otras perspectivas



La teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner revolucionó la concepción de la inteligencia, al proponer que no existe una sola capacidad general, sino un conjunto de inteligencias relativamente autónomas. Gardner inicialmente identificó siete: lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-kinestésica, interpersonal e intrapersonal. Este modelo amplía enormemente el espectro de la diversidad en el aula. Un estudiante con una alta inteligencia musical puede no destacar en la lógico-matemática, y viceversa. La implicación didáctica es clara: los caminos al aprendizaje son múltiples y es responsabilidad de la escuela ofrecer oportunidades para desarrollarlos todos.

RICHARD FELDER Y LINDA SILVERMAN



RICHARD FELDER

profesor de
ingeniería
química en la
universidad
estatal carolina
del norte.



LINDA SILVERMAN

psicóloga
clínica, escritora
e investigadora

Otras aproximaciones, como el modelo de los Hemisferios Cerebrales, distinguen entre un pensamiento más analítico, lógico y secuencial (asociado al hemisferio izquierdo) y otro más holístico, intuitivo, sintético y emocional (asociado al derecho). Por su parte, el modelo de Felder y Silverman, muy utilizado en educación superior, clasifica las preferencias de los estudiantes en cinco dimensiones: activo/reflexivo, sensorial/intuitivo, visual/verbal, inductivo/deductivo y secuencial/global. Esta multidimensionalidad ofrece una visión más matizada y menos simplista de las diferencias individuales.

El debate crítico: Entre el mito y la utilidad pedagógica

A pesar de la popularidad y la aceptación intuitiva de los conceptos de estilos de aprendizaje (especialmente el VAK), la comunidad científica ha mantenido un

debate intenso y necesario sobre su validez. Investigadores como Robinson, Yan y Kim (2022), en su obra *Learning Styles, Classroom Instruction, and Student Achievement*, realizan una revisión sistemática de la evidencia empírica y llegan a una conclusión contundente: no hay pruebas sólidas que respalden la hipótesis de la mesoinstrucción. Esta hipótesis sostiene que, si se enseña a los estudiantes en su estilo de aprendizaje preferido, su rendimiento mejorará significativamente en comparación con si se les enseña en un estilo no preferido.

Las críticas son múltiples. En primer lugar, muchos instrumentos para medir los estilos de aprendizaje carecen de fiabilidad y validez, y se basan en el autoinforme del estudiante, lo cual puede ser subjetivo. En segundo lugar, la mayoría de los estudios que afirman beneficios de la enseñanza adaptada al estilo presentan graves fallos metodológicos. En tercer lugar, etiquetar a un alumno como visual o auditivo podría llevar a limitar sus experiencias de aprendizaje, impidiéndole desarrollar otras habilidades cognitivas igualmente importantes.

Entonces, ¿debemos desechar por completo estos modelos? La respuesta, como sugiere la literatura más ponderada, es matizada. Autores como Zhang y Bonk (s.f.) argumentan que, a pesar de las críticas, estas teorías estimulan más pensamientos y reflexiones sobre cómo abordar la diversidad de aprendices. El peligro no reside en los modelos en sí, sino en su aplicación dogmática y simplista. El valor de conocer el modelo VAK, el de Kolb o el de Gardner no está en encasillar a los estudiantes, sino en utilizarlos como un recordatorio heurístico de que los alumnos son diversos. Como bien señala un artículo de UNIR (Universidad Internacional de la Rioja) (Hornos Calderó et al., 2017), emplear distintos aprendizajes en el aula como docentes es sinónimo de atender a la diversidad y a las diferentes inteligencias presentes, involucrando a más alumnos en el proceso.

Hacia una didáctica de la diversidad: Implicaciones prácticas

Superado el debate, el desafío práctico persiste: ¿cómo construir una didáctica que responda a la diversidad sin caer en el reduccionismo de los estilos? La respuesta se encuentra en el diseño de experiencias de aprendizaje ricas, variadas y flexibles (Zhang & Bonk, s.f.). Esto se traduce en:

1. Diversificación de estrategias y materiales: Un docente debe alternar

entre exposiciones, debates, trabajos en grupo, proyectos individuales, recursos visuales (videos, mapas), actividades manipulativas (experimentos, construcción) y uso de tecnologías. La multimodalidad es la clave.

2. Ofrecer opciones y fomentar la metacognición: En lugar de diagnosticar el estilo de un alumno, es más valioso permitirle elegir entre diferentes formas de abordar una tarea o demostrar su aprendizaje (por ejemplo, un ensayo, una presentación oral, un póster o un modelo tridimensional). Esto fomenta que el estudiante tome conciencia de sus propias preferencias y fortalezas.
3. Diseño universal para el aprendizaje (DUA): Este marco educativo se alinea perfectamente con los hallazgos revisados. El DUA propone proporcionar múltiples formas de representación (el qué del aprendizaje), de acción y expresión (el cómo del aprendizaje) y de implicación (el porqué del aprendizaje). Este enfoque proactivo busca eliminar barreras desde el diseño mismo del currículo, asumiendo la diversidad como la norma y no como la excepción.
4. Evaluación diversificada: Si los caminos para aprender son diversos, también deben serlo las formas de evaluar. Combinar pruebas escritas con exposiciones orales, portafolios, proyectos prácticos o autoevaluaciones ofrece una imagen más completa y justa del progreso de cada estudiante.

Conclusiones

El proceso de enseñanza-aprendizaje es un entramado complejo donde confluyen la intencionalidad pedagógica del docente y la actividad constructiva del estudiante. La didáctica, como disciplina puente, tiene la misión de iluminar este proceso con herramientas teóricas que, utilizadas con criterio y espíritu crítico, permitan atender la realidad incuestionable de la diversidad en el aula.

Los modelos de estilos de aprendizaje —especialmente el VAK y el ciclo de Kolb— han sido objeto de un intenso debate en la comunidad científica. Investigaciones recientes (Robinson, Yan & Kim, 2022; Pashler et al., 2008)

cuestionan la llamada "hipótesis de la mesoinstrucción": la idea de que enseñar a los estudiantes según su estilo preferido mejora significativamente su rendimiento. Las críticas se centran en la falta de validez predictiva de los instrumentos de medición, la debilidad metodológica de los estudios que apoyan estos modelos y el riesgo de etiquetar y limitar a los estudiantes.

Sin embargo, desechar por completo estos modelos sería igualmente problemático. Como señalan Zhang y Bonk (s.f.), su valor no reside en su capacidad prescriptiva, sino en su función heurística: nos recuerdan que los estudiantes son diversos y que la enseñanza homogénea es insuficiente. La clave está en utilizarlos como herramientas para la reflexión y el diseño de experiencias de aprendizaje variadas, no como categorías rígidas para clasificar alumnos.

En este libro adoptamos una postura matizada: reconocemos las limitaciones empíricas de los modelos de estilos, pero consideramos que, utilizados con cautela y espíritu crítico, ofrecen un lenguaje útil para pensar la diversidad y diseñar propuestas didácticas inclusivas. La evidencia más sólida respalda, en todo caso, el diseño universal para el aprendizaje (DUA) y la multimodalidad, que son los principios que guiarán nuestras propuestas en los capítulos aplicados.

La tarea del educador contemporáneo no es, por tanto, convertirse en un docente que solo diagnóstica estilos, sino en un diseñador de experiencias de aprendizaje ricas y flexibles. Se trata de abrazar la complejidad y utilizar todo el conocimiento disponible para crear entornos donde cada estudiante encuentre, en algún momento, el camino que mejor se adapte a su forma de pensar, sentir y actuar. Solo así la enseñanza podrá cumplir su promesa más profunda: hacer del aprendizaje una experiencia accesible, significativa y transformadora para todos.

Bibliografía

- Cárdenas Morales, B. E., Cid Velasco, M. del C., Hernández Jerónimo, J. M., & Azcona Cruz, M. I. (2025). Learning styles in didactic planning of higher education. Seven Editora.
- Hornos Calderó, J., Lema López, B., & Mosquera Gende, I. (2017). Esti-

los de aprendizaje: ¿qué son y qué tipos existen? UNIR Revista. <https://www.unir.net/revista/educacion/estilos-de-aprendizaje-clasificacion-sensorial-y-propuesta-de-kolb/>

- Ramos Oyanguren, I. B. (2019). Modelos de estilos de aprendizaje y generaciones actuales [Mapa mental]. Mindomo.
- Hidalgo Chávez, M. (2018). Modelos tipo y estilo de aprendizajes [Mapa mental]. Mindomo.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105-119.
- Robinson, D. H., Yan, V. X., & Kim, J. A. (Eds.). (2022). *Learning styles, classroom instruction, and student achievement*. Springer.
- Willingham, D. T., Hughes, E. M., & Dobolyi, D. G. (2015). The scientific status of learning styles theories. **Teaching of Psychology**, 42(3), 266-271.
- Zhang, K., & Bonk, C. J. (s.f.). Addressing diverse learner preferences and intelligences with emerging technologies: Matching models to online opportunities. *Canadian Journal of Learning and Technology*.



Capítulo VII

La imaginación temática en la ciencia de acuerdo con Gerald Holton

Introducción

Si las ideas presentadas en el Capítulo I son de gran utilidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje, las que se mostrarán en este capítulo las complementan, ya que tratan sobre el papel de la imaginación en los hombres dedicados a la ciencia, lo cual es extrapolable a quienes quieren aprenderla y aplicarla.



La imagen popular de la ciencia a menudo se le presenta como un proceso puramente lógico y metódico, gobernado exclusivamente por la observación empírica y el razonamiento inductivo. Sin embargo, historiadores y filósofos de la ciencia han desafiado esta visión, revelando un panorama mucho más complejo y humano. Gerald Holton, profesor de Física e Historia de la

Ciencia en la Universidad de Harvard, se destaca como una de las figuras clave en esta reivindicación del papel de la imaginación.

En su obra fundamental, *The Scientific Imagination: Case Studies* (1978/1998), Holton propone que el trabajo creativo de los científicos no solo se nutre de datos experimentales (lo empírico) y construcciones lógico-matemáticas (lo analítico), sino que también está guiado por un tercer elemento fundamental: las temáticas (themata). Estas son presuposiciones, hipótesis fundamentales o visiones del mundo, a menudo de carácter estético o filosófico, que orientan la imaginación del científico hacia nuevas

teorías y descubrimientos (Holton, 1985). El presente capítulo explora los tipos de imaginación que emanan de este análisis temático, ilustrando cómo se manifestaron en las mentes de genios como Albert Einstein, Galileo Galilei, Thomas Young y otros, para quienes la imaginación no fue un adorno, sino el motor de su pensamiento.

La imaginación temática: El motor oculto del Pensamiento Científico

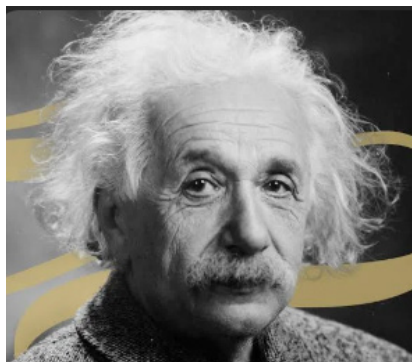
Para Holton, la imaginación científica opera en gran medida a través de lo que él denomina análisis temático. Una “temática” es una creencia o presuposición fundamental que el científico adopta, a veces de manera implícita, y que actúa como una guía en la construcción de hipótesis y teorías (Holton, 1985). Estas “temáticas” no son directamente verificables ni falseables por un experimento crucial, pero proporcionan el andamiaje conceptual sobre el cual se construye el conocimiento.

Holton (1982) se pregunta: ¿Qué permanece constante en la siempre cambiante teoría y práctica de la ciencia? ¿qué es lo que la hace una empresa con continuidad, a pesar de los aparentemente radicales cambios de detalle y centros de interés? (p. 24). La respuesta reside en estas “temáticas”, que pueden ser dualidades como atomismo vs. continuum, o complejidad vs. simplicidad y unidad. La elección de una “temática” sobre su opuesta no es arbitraria, sino que refleja una profunda convicción personal del científico sobre cómo debe ser la naturaleza. Es en esta elección donde la imaginación juega un papel crucial, imaginando el mundo no como es, sino como podría ser explicado bajo un principio unificador.

La dicotomía Dionisiaca-Apolínea: Dos estilos de imaginación

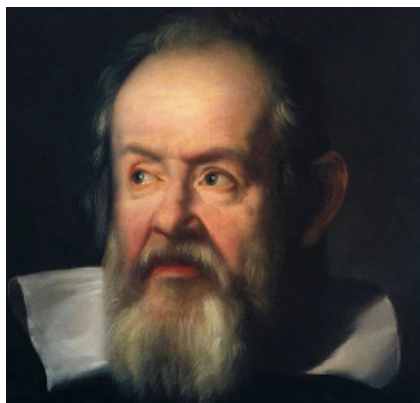
Uno de los marcos más sugerentes que Holton utiliza para analizar la imaginación científica es la metáfora de lo “Dionisiaco” y lo “Apolíneo”, tomada de los estudios culturales pero aplicada al quehacer científico (Holton, 1985). Lo Apolíneo representa la imaginación que tiende hacia el orden, la claridad, la estructura lógica y la distinción nítida de los elementos. En contraste, lo Dionisiaco encarna una imaginación que valora el dinamismo, la continuidad, la fusión y la visión holística por encima del análisis puntual.

Aunque Holton advierte que los científicos rara vez son puramente uno u otro, estos arquetipos ayudan a comprender sus enfoques creativos.



Einstein y la imaginación unificadora (Apolínea): Albert Einstein es, para Holton, un ejemplo paradigmático de cómo una "temática" apolínea guía el descubrimiento. Su imaginación estaba obsesionada por la búsqueda de la unidad y la armonía en la naturaleza. Según Holton (1985), los capítulos dedicados a Einstein en "La imaginación científica" son

fundamentales para "intentar acercarse y comprender los trabajos einsteinianos y por ende aproximarse a los grandes creadores". Esta búsqueda de lo unificado lo llevó a imaginar cómo sería percibir un rayo de luz si uno pudiera cabalgar sobre él, un experimento mental que fue crucial para el desarrollo de la teoría de la relatividad especial. Su famosa ecuación $E=mc^2$ es la máxima expresión de una imaginación que busca la unificación de conceptos aparentemente dispares. La imaginación de Einstein no solo resolvía problemas, sino que imaginaba un cosmos regido por leyes simples y armoniosas.



Galileo Galilei y la Imaginación Matemática del Mundo: Galileo compartió una profunda convicción temática apolínea: el "Libro de la Naturaleza está escrito en lenguaje matemático". Holton (1993) ilustra esta imaginación mediante un famoso experimento comparativo: en 1609, tanto Thomas Harriot como Galileo, observaron la Luna con telescopios, pero mientras Harriot, preso de la creencia en

la perfección celestial, solo veía anomalías, Galileo imaginó inmediatamente una superficie terrestre, con montañas y valles (citado en Otero, s.f.). Su imaginación le permitió idealizar la situación: imaginó planos sin fricción, vacío y caída libre de cuerpos en ausencia de resistencia. Estos "experimentos mentales" le permitieron formular las leyes de la caída de los cuerpos, sentando las bases de la física moderna.

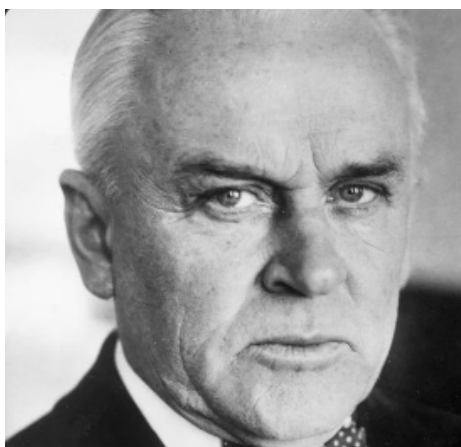
Thomas Young y la Imaginación Analógico-Sintética



El trabajo de Thomas Young sobre la naturaleza de la luz ejemplifica otro tipo de imaginación temática: aquella que opera por medio de analogías profundas. A principios del siglo XIX, la teoría corpuscular de Newton dominaba la óptica. Sin embargo, Young poseía una mente entrenada en múltiples disciplinas, lo que alimentó una imaginación propensa a ver

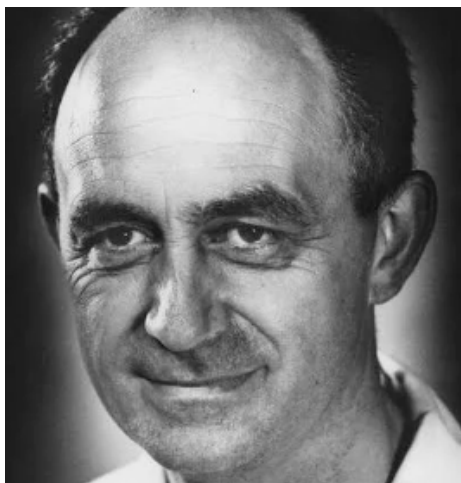
conexiones. Observando la interferencia de las ondas en el agua, su imaginación estableció una poderosa analogía: si el sonido se comporta como una onda y la luz también presenta fenómenos de interferencia, entonces la luz debe ser una onda. Esta imaginación analógica no solo le permitió explicar los anillos de colores en las burbujas de jabón, sino que desafió el paradigma dominante con una visión sintética que unificaba fenómenos acústicos y ópticos bajo un mismo marco conceptual.

La Imaginación en la Práctica: Los Casos de Millikan y Fermi



Holton también analiza cómo estas “temáticas” operan en la práctica científica cotidiana. Un caso brillante que estudia es la disputa entre Robert Millikan y Felix Ehrenhaft sobre la carga del electrón. Millikan, firmemente convencido de la naturaleza unitaria y atómica de la carga eléctrica, guiado por esta “temática” apolínea, su imaginación interpretó los datos

de manera selectiva, atribuyendo las desviaciones a errores experimentales y logrando así una medición precisa de la carga del electrón. La imaginación selectiva de Millikan, moldeada por su compromiso temático, fue esencial para su éxito.



Asimismo, Holton dedica un capítulo completo a Enrico Fermi en “La imaginación científica”. La imaginación de Fermi era pragmática y sintética. No partía de grandes principios filosóficos, sino que poseía una asombrosa capacidad para imaginar modelos simplificados de sistemáticas complejas. Su “imaginación estadística” le permitió, por ejemplo, desarrollar la teoría del decaimiento beta, imaginando una nueva partícula

(el neutrino) para salvar las leyes de conservación de la energía y el momento. Aunque el neutrino era inobservable en ese momento, la imaginación de Fermi lo postuló como una necesidad teórica, una apuesta temática por la consistencia de las leyes físicas.

La Dimensión Psicológica y Social de la Imaginación Científica

Finalmente, Holton no concibe la imaginación como un don puramente individual y aislado. En sus análisis, explora la psicología de los científicos y sus preocupaciones sociales, como se evidencia en su capítulo “Sobre la psicología de los hombres de ciencia y sus preocupaciones”. La imaginación de un científico como Einstein no solo se alimentaba de problemas de física, sino también de profundas inquietudes filosóficas. De igual manera, la imaginación de científicos como J. Robert Oppenheimer estuvo marcada por la intersección de la física teórica y las profundas responsabilidades éticas derivadas de sus descubrimientos. La imaginación, en esta visión, es un puente entre el laboratorio, la mente del científico y el mundo cultural y social en el que vive.

Conclusión

La obra de Gerald Holton nos ofrece una perspectiva profundamente enriquecedora sobre la naturaleza de la creatividad científica. Al introducir el concepto de “temáticas”, nos muestra que la imaginación de los grandes genios no es una fuerza caótica, sino una facultad guiada por profundas lealtades filosóficas y estéticas. Ya sea la búsqueda de la unidad en Einstein, la matematización del

mundo en Galileo, el pensamiento analógico en Young, o la construcción de modelos en Fermi, la imaginación actúa como el órgano que percibe no solo lo que es, sino lo que debería ser para que el universo tenga coherencia. Holton nos recuerda que la ciencia avanza gracias a hombres y mujeres que, con su imaginación temática, se atreven a leer el libro de la naturaleza con una hipótesis en el corazón.

Bibliografía

- Holton, G. J. (1982). Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein. Alianza Editorial.
- Holton, G. J. (1985). La imaginación científica. Fondo de Cultura Económica.
- Holton, G. J. (1993). Ciencia y anti-ciencia. Ediciones Akal.
- Holton, G. J. (1998). The scientific imagination: With a new introduction. Harvard University Press. (Trabajo original publicado en 1978)
- Otero, E. (s.f.). La filosofía de la ciencia de Gerald Holton. Facultad de Ciencias Sociales. <http://padron.entretemáticas.com.ve/cursos/Epistem/U4/GeraldHolton.htm>



Capítulo VIII

La imaginación científica: Dimensiones visual, metafórica y temática

Introducción

La comprensión del proceso creativo en la ciencia ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, alejándose de la visión tradicional que presentaba el descubrimiento científico como un mero producto del razonamiento lógico y la observación empírica. Gerald Holton, ha sido una figura fundamental en esta reconfiguración, al demostrar que la imaginación científica opera a través de dimensiones complejas que trascienden lo puramente analítico. Como señala Holton (1998), el trabajo creativo de los científicos no solo se nutre de datos experimentales y construcciones lógico-matemáticas, sino que está guiado por presuposiciones fundamentales que denomina "temáticas" (themata), las cuales orientan la imaginación hacia nuevas teorías y descubrimientos. Aunque esto último ya fue escrito en el capítulo anterior, es bueno repetirlo porque es la esencia de cómo estos científicos tenían como guía a su imaginación. Científicos tenemos en nuestras aulas y es tarea del docente encontrar que tipo de imaginación predomina en ellos para poder enseñarlos mejor.

El presente escrito explora tres tipos de imaginación científica —la visual o icónica, la metafórica y la temática— a partir del marco teórico desarrollado por Gerald Holton. Mediante el análisis de casos paradigmáticos como Einstein, Galileo, Kepler, Young y otros genios de la ciencia, se evidenciará cómo estas dimensiones imaginativas han operado como motores fundamentales del pensamiento creativo en la historia de la ciencia.

1. La Imaginación Visual o Icónica

Fundamento conceptual

La imaginación visual o icónica constituye una de las formas más primigenias y poderosas del pensamiento científico. Se refiere a la capacidad de generar imágenes mentales, representaciones gráficas o visualizaciones de fenómenos, entidades o procesos que no son directamente observables. En el contexto científico, esta facultad permite al investigador "ver" más allá de lo inmediatamente perceptible, construyendo representaciones internas que sirven como andamios para la teorización.

Holton (1985) dedica una atención significativa a esta dimensión en "La imaginación científica", particularmente cuando analiza los experimentos mentales que han resultado cruciales en momentos paradigmáticos de la física. Estos experimentos no son otra cosa que ejercicios de imaginación visual donde el científico manipula mentalmente situaciones idealizadas para extraer conclusiones sobre el comportamiento de la naturaleza.

Galileo Galilei y la visualización de la Luna

Este tema ya fue tratado en el capítulo anterior, pero en este se dan nuevos elementos. Uno de los ejemplos más elocuentes de imaginación visual en acción lo proporciona Galileo Galilei. Holton (1993) ilustra esta capacidad mediante un famoso experimento comparativo: en 1609, tanto Thomas Hariot como Galileo observaron la Luna con telescopios recientemente contruidos. Hariot, preso de la creencia aristotélica en la perfección de los cuerpos celestes, solo veía anomalías superficiales que no lograba interpretar. Galileo, en cambio, poseía una imaginación visual que le permitió ver inmediatamente un paisaje análogo al terrestre: montañas, valles y cráteres.

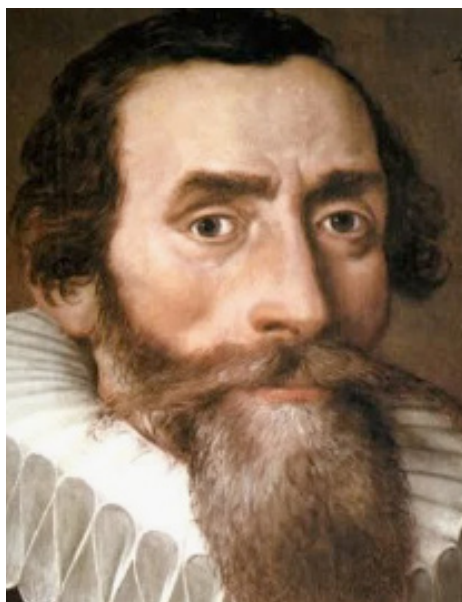
La diferencia crucial residía en que Galileo no solo observaba, sino que imaginaba visualmente la Luna como un mundo comparable a la Tierra. Esta capacidad icónica le permitió dibujar con precisión las fases lunares y las montañas, calculando incluso sus alturas a partir de las sombras proyectadas. Como señala Holton (1985), "Galileo vio lo que otros no pudieron ver porque su imaginación visual estaba preparada para interpretar las manchas lunares no como imperfecciones, sino como evidencia de una geología selenita".

Einstein y los experimentos visuales

Albert Einstein representa quizás el caso más célebre de imaginación visual en la física teórica. El propio Einstein confesaba que pensaba en imágenes y sensaciones musculares antes que en palabras o ecuaciones. Su famoso experimento mental de perseguir un rayo de luz —imaginar cómo sería cabalgar sobre un haz luminoso— constituye un ejercicio de visualización pura que resultó fundamental para el desarrollo de la teoría de la relatividad especial.

Holton (1973) analiza en profundidad este aspecto en *Thematic Origins of Scientific Thought*, señalando que la imaginación visual de Einstein no era un mero adorno psicológico, sino una herramienta epistemológica central. La capacidad de visualizar sistemas de coordenadas en movimiento, rayos de luz y la curvatura del espacio-tiempo permitió a Einstein construir intuiciones que luego serían formalizadas matemáticamente. En palabras de Holton (1973, p. 223), "Einstein poseía la rara habilidad de mantener imágenes visuales complejas en su mente durante años, manipulándolas y extrayendo de ellas consecuencias lógicas antes de traducirlas al lenguaje matemático".

Johannes Kepler y la visualización del cosmos



Johannes Kepler constituye otro ejemplo paradigmático de imaginación visual aplicada a la ciencia. Holton (1973) dedica un capítulo completo a Kepler, mostrando cómo su formación como matemático y su fascinación por la geometría lo llevaron a visualizar el sistema solar en términos de sólidos platónicos. Aunque hoy sabemos que su modelo inicial del "Mysterium Cosmographicum" era incorrecto, revela una imaginación visual extraordinaria que intentaba encontrar patrones geométricos en las órbitas planetarias.

La transición de Kepler desde los sólidos platónicos hacia las elipses no fue un abandono de la imaginación visual, sino su refinamiento. Kepler visualizó las órbitas de Marte a partir de los datos de Tycho Brahe, imaginando curvas que pudieran ajustarse a las observaciones. Su descubrimiento de que la órbita era una elipse constituye un triunfo de la imaginación visual combinada con el análisis matemático.

La Imaginación Metafórica

Fundamento conceptual

La imaginación metafórica opera mediante la transferencia de significados, estructuras o relaciones desde un dominio conocido hacia otro que se busca comprender. En ciencia, las metáforas no son meros recursos retóricos, sino herramientas cognitivas que permiten articular lo novedoso en términos de lo familiar, estableciendo puentes conceptuales entre fenómenos aparentemente dispares.

Holton (1998) aborda esta dimensión a través de su análisis de la imaginación analógica, particularmente en el capítulo "Dionysians, Apollonians, and the scientific imagination", donde explora cómo diferentes científicos adoptan estilos metafóricos diversos en su aproximación a la naturaleza. La imaginación metafórica permite lo que Holton denomina "síntesis temática", es decir, la integración de dominios mediante la identificación de patrones comunes.

Thomas Young y la metáfora ondulatoria

Thomas Young ejemplifica magistralmente la imaginación metafórica en acción. A principios del siglo XIX, cuando la teoría corpuscular de Newton dominaba la óptica, Young estableció una analogía profunda entre el sonido y la luz. Si el sonido, que claramente se comportaba como una onda, producía fenómenos de interferencia, ¿no podría la luz, que también mostraba patrones de refuerzo y cancelación, ser igualmente de naturaleza ondulatoria?

La metáfora acústico-óptica no era superficial: Young imaginó que la luz, como el sonido, podía experimentar interferencia constructiva y destructiva. Su

famoso experimento de la doble rendija no fue sino una traducción experimental de esta intuición metafórica. Holton (1985) señala que "Young no descubrió la interferencia luminosa por casualidad; su imaginación metafórica lo guio a buscarla porque ya existía en su mente el modelo de las ondas sonoras superponiéndose".

Esta capacidad metafórica permitió a Young unificar fenómenos acústicos y ópticos bajo un marco conceptual común, desafiando el paradigma dominante y abriendo el camino para la óptica física del siglo XIX.

Niels Bohr y la metáfora de la complementariedad



Niels Bohr llevó la imaginación metafórica a un nivel aún más profundo con su principio de complementariedad. Bohr no solo aplicó metáforas existentes, sino que creó una nueva estructura metafórica para comprender la paradoja cuántica de la dualidad onda-partícula.

Holton (1973) analiza "las raíces de la complementariedad" mostrando cómo Bohr se inspiró en la psicología, la filosofía y incluso en la teoría del conocimiento para construir su marco

conceptual. La metáfora fundamental era que ciertos aspectos de la realidad, como la posición y el momento de una partícula, o como el pensamiento y la acción en psicología, son mutuamente excluyentes, pero igualmente necesarios para una descripción completa.

Lo fascinante del caso de Bohr es que su imaginación metafórica operaba en múltiples niveles. No solo comparaba la física cuántica con otros dominios del conocimiento, sino que extraía de esa comparación consecuencias epistemológicas profundas. Como observa Holton (1973, p. 145), "Bohr veía la complementariedad no como una solución técnica a un problema de física, sino como una lección sobre los límites del conocimiento humano, aplicable a la biología, la psicología y la filosofía".

Einstein y la metáfora del campo

Einstein también utilizó profusamente la imaginación metafórica. Su teoría general de la relatividad se construyó sobre la metáfora del campo gravitatorio como un ente geométrico. La materia le dice al espacio-tiempo cómo curvarse, y el espacio-tiempo curvo le dice a la materia cómo moverse: esta reciprocidad metafórica permitió a Einstein visualizar la gravedad no como una fuerza, sino como una propiedad geométrica.

La metáfora del campo, heredada de Faraday y Maxwell, fue extendida y transformada por Einstein hasta convertirse en una nueva visión del cosmos. Su búsqueda de una teoría unificada fue también una búsqueda metafórica: imaginaba que todas las fuerzas de la naturaleza podrían ser manifestaciones de una misma entidad geométrica subyacente, del mismo modo que la electricidad y el magnetismo habían resultado ser dos caras del electromagnetismo.

La Imaginación Temática (Themata)

Fundamento conceptual: Gerald Holton y las temáticas

En el anterior capítulo, ya se mencionó, que la contribución más original de Gerald Holton al estudio de la imaginación científica es, sin duda, su teoría de las "temáticas (themata)". Según Holton (1998), el trabajo científico no se desarrolla únicamente en dos dimensiones —la empírica (datos y experimentos) y la analítica (razonamiento lógico-matemático)— sino que existe una tercera dimensión, la temática, que opera como un eje transversal orientador de la investigación.

Una temática es una presuposición fundamental, una creencia profunda, una preferencia conceptual que el científico adopta —a menudo de manera implícita o incluso inconsciente— y que guía su trabajo creativo. Holton (1998, p. 116) define los themata como "noción orientadoras fundamentales" o "guías" que condicionan la actividad individual o colectiva de los científicos, estableciendo orientaciones y determinando polarizaciones en la investigación.

En un artículo académico que analiza exhaustivamente el concepto, Barbosa (2020, p. 99) sintetiza las múltiples definiciones que Holton ha propuesto: una temática puede ser un "guía", una "noción orientadora fundamental", una "idea orientadora", una "profunda convicción", un "presupuesto fundamental", una "preferencia", un "prejuicio", una "predisposición", una "creencia", un elemento que "modela el estilo", o un elemento que funda una "base conceptual y emocional" de la producción del saber.

Los themata suelen funcionar en pares antitéticos (díadas) que generan la dialéctica característica del progreso científico. Por ejemplo: atomismo vs. continuum, evolución vs. involución, complejidad vs. simplicidad, mecanicismo vs. finalismo. Holton (1998) sostiene que "la naturaleza dialéctica de la ciencia como actividad pública y de procura de consenso" está asociada a una dialéctica temática, consiendiendo las controversias científicas en disputas entre themata y antithemata.

Características de los themata

Barbosa (2020, pp. 100-102) identifica varias características fundamentales de los themata que resultan cruciales para comprender su papel en la imaginación científica:

1. **Persistencia histórica:** Los themata poseen una larga duración temporal, pudiendo persistir durante siglos o incluso milenios, atravesando diferentes épocas y contextos culturales.
2. **Transversalidad disciplinar:** Un mismo thema puede manifestarse en disciplinas muy diversas —física, biología, psicología, arte, religión— adoptando en cada una forma específica de expresión.
3. **Carácter cíclico:** Los themata están sujetos a ciclos de ascenso y declive, según su utilidad o la moda intelectual de cada época, de modo que cada período histórico tiene sus themata dominantes.
4. **Dimensión individual y colectiva:** A nivel individual, los themata constituyen un mapa temático que puede ser idiosincrático y funciona "como impresiones digitales, caracterizando a un científico individual"

(Holton, 1998, p. 184). A nivel colectivo, caracterizan comunidades científicas y estilos de pensamiento según la época.

5. Naturaleza abstracta y potencial: Un thema es una entidad abstracta que se concreta al actualizarse en cada dominio disciplinar y en cada sujeto como concepto orientador de la actividad cognitiva.

Holton (1998) identificó aproximadamente un centenar de themata a lo largo de sus investigaciones, aunque siempre insistió en que el listado no es exhaustivo y que nuevos themata pueden emerger en el desarrollo científico.

Einstein y el tema de la unidad

Albert Einstein constituye el caso paradigmático del análisis temático de Holton. En múltiples obras —especialmente en “Thematic Origins of Scientific Thought” (1973) y en el capítulo sobre Einstein en “The Scientific Imagination” (1998)— Holton muestra cómo la obra de Einstein estuvo guiada por un tema fundamental: la búsqueda de la unidad y la armonía en la naturaleza.

Desde su juventud, Einstein experimentó lo que Holton denomina una “conversión temática”. La contemplación de una brújula a los cinco años le reveló un mundo gobernado por fuerzas ordenadas y ocultas, una experiencia que Holton (1973, p. 312) cita como formativa de su compromiso con el tema de la unidad. Este tema lo acompañó durante toda su carrera: la relatividad especial unificó espacio y tiempo; la relatividad general unificó geometría y gravedad; sus últimos treinta años los dedicó a la búsqueda infructuosa de una teoría unificada que integrara electromagnetismo y gravedad.

Holton (1998, p. 182) sostiene que “el tema de la unidad no era para Einstein una conclusión derivada de sus investigaciones, sino un punto de partida, una convicción profunda sobre cómo debía ser el universo”. Este tema guió su imaginación, determinó qué problemas consideraba relevantes y qué soluciones le parecían aceptables. Cuando otros físicos se contentaban con la mecánica cuántica a pesar de su carácter probabilístico, Einstein rechazaba esa solución precisamente porque violaba su tema de la unidad y la determinación completa: “Dios no juega a los dados”.

Kepler y el tema de la armonía

Johannes Kepler representa otro ejemplo magistral de imaginación temática. Holton (1973) analiza cómo la obra de Kepler estuvo guiada por temática pitagórico-platónica de la armonía del cosmos. Kepler creía profundamente que el universo había sido creado según principios geométricos y armónicos, y que la tarea del científico era descubrir esa música celestial.

Este tema lo llevó a buscar relaciones geométricas simples entre las órbitas planetarias, primero mediante los sólidos platónicos y posteriormente mediante relaciones musicales (de ahí su obra "Harmonices Mundi"). Aunque la expresión concreta de su tema fue cambiando a medida que los datos de Tycho Brahe lo obligaban a abandonar modelos específicos, el tema subyacente —la convicción de que el cosmos era armónico y geométrico— persistió y guio su descubrimiento de las tres leyes planetarias.

Holton (1973, p. 85) señala que "sin el tema de la armonía, Kepler habría sido un excelente compilador de datos, pero no el descubridor de las leyes que llevan su nombre". El tema proporcionó la motivación para buscar patrones donde otros solo veían números, y la confianza para persistir cuando los cálculos se volvían abrumadores.

La controversia Millikan-Ehrenhaft: *themata* en acción

Uno de los estudios de caso más fascinantes de Holton (1998) es la disputa entre Robert Millikan y Felix Ehrenhaft sobre la carga del electrón. Ambos realizaron experimentos similares con gotas de aceite para medir la unidad fundamental de carga eléctrica. Sin embargo, sus interpretaciones de los datos fueron radicalmente diferentes.

Ehrenhaft, quizás guiado por un tema que aceptaba la posibilidad de cargas fraccionarias (subelectrones), reportó una amplia variabilidad en sus mediciones y concluyó que no existía una carga elemental única. Millikan, en cambio, estaba firmemente convencido de la naturaleza unitaria y atómica de la electricidad —una temática apolínea de discontinuidad—. Guiado por esta convicción, su imaginación interpretó los datos de manera selectiva, atribuyendo las desviaciones a errores experimentales y descartando las mediciones que no se

ajustaban a la carga esperada.

Holton (1998, p. 75) muestra cómo los cuadernos de laboratorio de Millikan revelan un proceso de selección consciente: Millikan anotaba "muy bajo, algo malo" o "algo hermoso y que se mantiene" junto a diferentes mediciones, descartando las primeras y conservando las segundas. El tema de la unidad de la carga eléctrica funcionó como un "filtro" que determinó qué datos eran aceptables y cuáles no.

Este caso ilustra perfectamente cómo los *themata* no solo guían la construcción de teorías, sino también la interpretación de los datos experimentales. La "imaginación selectiva" de Millikan, moldeada por su compromiso temático, fue esencial para su éxito en medir con precisión la carga del electrón, aunque también plantea preguntas epistemológicas sobre el papel de las presuposiciones en la ciencia.

Enrico Fermi y la temática de la simplicidad

Holton (1998) dedica un capítulo completo a Enrico Fermi y su grupo, mostrando cómo la imaginación temática de Fermi se caracterizaba por una preferencia por la simplicidad y el pragmatismo. Fermi poseía la capacidad de imaginar modelos simplificados de sistemáticas complejos, descartando los detalles superfluos para centrarse en lo esencial.

Este tema de la simplicidad no era meramente estético: guiaba su aproximación a los problemas, determinaba qué tipo de teorías consideraba valiosas y qué métodos empleaba. Su teoría del decaimiento beta, por ejemplo, imaginaba una nueva partícula (el neutrino) para salvar las leyes de conservación, pero lo hacía de la manera más simple y económica posible.

La imaginación temática de Fermi también se manifestaba en su estilo de trabajo colectivo. Holton (1998) describe cómo Fermi creó en Roma un grupo de investigación que compartía sus presupuestos temáticos, generando un "estilo Fermi" de hacer física que perduró más allá de su muerte.

La dimensión psicológica y social de los themata

Un aspecto crucial del análisis de Holton es que los themata no operan en el vacío, sino que están insertos en contextos psicológicos y sociales más amplios. En el capítulo "Sobre la psicología de los científicos y sus preocupaciones sociales" (Holton, 1998), explora cómo las temáticas individuales interactúan con el entorno cultural y las estructuras sociales de la ciencia.

Holton (1998, p. 229) sostiene que "los científicos no son autómatas lógicos, sino seres humanos con profundas convicciones, preferencias estéticas y compromisos filosóficos que moldean su trabajo". Estos compromisos temáticos, a su vez, están influidos por la formación, el entorno cultural y las preocupaciones sociales de cada época.

La obra colectiva "Science in Culture", editada por Galison, Graubard y Mendelsohn (2018), profundiza en esta dimensión, mostrando cómo los themata conectan la actividad científica con el contexto cultural más amplio. En el ensayo inaugural, Holton (2018) sintetiza su larga investigación sobre Einstein y su compromiso temático con la unidad, mostrando cómo este tema no era meramente científico, sino que reflejaba una postura filosófica y existencial más profunda.

Síntesis: La interacción de las tres dimensiones imaginativas

La integración de lo visual, lo metafórico y lo temático

Los tres tipos de imaginación analizados —visual, metafórica y temática— no operan de manera aislada, sino que se entrelazan y refuerzan mutuamente en el trabajo creativo de los grandes científicos. Un análisis integrado permite comprender la riqueza y complejidad del proceso imaginativo en ciencia.

En el caso de Einstein, por ejemplo, el tema de la unidad (imaginación temática) lo llevó a visualizar escenarios concretos como perseguir un rayo de luz (imaginación visual) y a establecer metáforas como la del campo geométrico (imaginación metafórica). Las tres dimensiones trabajaron conjuntamente para producir las teorías de la relatividad.

En Kepler, el tema pitagórico de la armonía cósmica guió su visualización geométrica de las órbitas y su búsqueda metafórica de analogías musicales en el movimiento planetario. La famosa frase de Kepler sobre "pensar los pensamientos de Dios después de Él" revela hasta qué punto su imaginación operaba simultáneamente en estos tres registros.

En Young, el tema de la continuidad (opuesta al atomismo newtoniano) facilitó la analogía metafórica entre sonido y luz, y probablemente alimentó representaciones visuales de ondas interfiriendo en el espacio.

Conclusión

La obra de Gerald Holton ha transformado nuestra comprensión de la imaginación científica, mostrando que el trabajo creativo de los grandes genios no es un misterio inaccesible, sino un proceso que puede ser analizado y comprendido mediante categorías como las temáticas, las metáforas y las visualizaciones.

Los tres tipos de imaginación examinados —visual, metafórica y temática— representan dimensiones fundamentales del pensamiento creativo en ciencia. La imaginación visual permite a los científicos ver más allá de lo observable, construyendo representaciones internas de fenómenos y procesos. La imaginación metafórica establece puentes entre dominios, transfiriendo significados y estructuras que permiten comprender lo novedoso en términos de lo familiar. La imaginación temática, la contribución más original de Holton, revela cómo presuposiciones profundas sobre la naturaleza del mundo guían la investigación, determinando qué problemas se consideran relevantes y qué soluciones resultan aceptables.

Los casos analizados —Einstein, Galileo, Kepler, Young, Bohr, Millikan, Fermi— demuestran que estos grandes científicos no fueron meros aplicadores de métodos, sino imaginadores que visualizaron lo invisible, establecieron analogías audaces y se mantuvieron fieles a profundas convicciones sobre cómo debía ser el universo. Como señala Holton (1985), la ciencia avanza no solo acumulando datos, sino gracias a hombres y mujeres que, con su imaginación, se atreven a leer el libro de la naturaleza con una hipótesis en el corazón.

Referencias Bibliográficas

- Barbosa, J. L. (2020). Themata e pathosformeln: quando a história da ciência e a história da arte revelam afinidades conceptuais. *Griot: Revista de Filosofia*, 20 (3), 98-111. <https://www.redalyc.org/journal/5766/576664634007/html/>
- Galison, P., Graubard, S. R., & Mendelsohn, E. (Eds.). (2018). *Science in culture*. Routledge.
- Holton, G. J. (1973). *Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein*. Harvard University Press.
- Holton, G. J. (1978). *The scientific imagination: Case studies*. Cambridge University Press.
- Holton, G. J. (1985). *La imaginación científica*. Fondo de Cultura Económica.
- Holton, G. J. (1993). *Ciencia y anti-ciencia*. Ediciones Akal.
- Holton, G. J. (1998). *The scientific imagination: With a new introduction*. Harvard University Press. (Trabajo original publicado en 1978)
- Holton, G. J. (2018). Einstein and the cultural roots of modern science. En P. Galison, S. R. Graubard, & E. Mendelsohn (Eds.), *Science in culture* (pp. 1-28). Routledge.



Capítulo IX

La Diversidad del Aprendizaje Humano

Introducción

La pregunta sobre por qué las personas aprenden de manera diferente ha ocupado un lugar central en la investigación educativa durante décadas. Tradicionalmente, las respuestas se han buscado en teorías psicológicas del aprendizaje, modelos de estilos cognitivos o enfoques neurocientíficos sobre el funcionamiento cerebral. Sin embargo, el marco teórico desarrollado por Gerald Holton sobre la imaginación científica — particularmente sus dimensiones visual, metafórica y temática— ofrece una perspectiva novedosa y profundamente reveladora para comprender la diversidad del aprendizaje humano.

El presente capítulo integra las ideas desarrolladas en el capítulo previo sobre la obra de Holton, aplicándolas al ámbito educativo para explicar cómo y por qué los estudiantes aprenden de manera diferente. Sostendré que las mismas dimensiones imaginativas que operaron en la creatividad de genios como Einstein, Galileo o Kepler —y que Holton (1985, 1998) ha analizado magistralmente— se manifiestan, en distintos grados y combinaciones, en la forma en que todos los seres humanos procesamos información, construimos conocimiento y nos relacionamos con el mundo. Comprender esta diversidad imaginativa tiene implicaciones fundamentales para la práctica educativa, desde el diseño curricular hasta la evaluación y la atención a la diversidad.

La Imaginación Visual o Icónica y su Expresión en el Aprendizaje

Fundamento conceptual

La imaginación visual o icónica, definida en el capítulo previo como la capacidad de generar imágenes mentales, representaciones gráficas o visualizaciones de fenómenos, entidades o procesos no directamente observables, constituye una de las formas más fundamentales de procesamiento cognitivo. En los genios analizados por Holton —Galileo visualizando montañas en la Luna, Einstein imaginándose, cabalgando sobre un rayo de luz, Kepler concibiendo las órbitas planetarias como figuras geométricas— esta dimensión alcanzó su máxima expresión. Pero en todos los seres humanos, la imaginación visual opera como un mecanismo básico de comprensión y aprendizaje.

Manifestaciones en el aprendizaje cotidiano

Los estudiantes con predominio de imaginación visual tienden a procesar la información de manera característica. Prefieren representaciones gráficas, diagramas, mapas conceptuales, líneas de tiempo y cualquier formato que traduzca conceptos abstractos en imágenes concretas. Cuando aprenden matemáticas, necesitan visualizar los problemas; cuando estudian historia, construyen imágenes mentales de los escenarios y personajes; cuando se enfrentan a conceptos científicos, buscan analogías visuales que les permitan ver lo que están aprendiendo.

Holton (1985) señala que la imaginación visual no es meramente ilustrativa, sino que constituye una herramienta epistemológica: permite manipular mentalmente representaciones, explorar posibilidades y extraer consecuencias antes de traducirlas al lenguaje simbólico. En el contexto educativo, esto implica que los estudiantes visuales necesitan tiempo y espacio para desarrollar sus representaciones internas, y que el aprendizaje significativo para ellos ocurre cuando pueden ver mentalmente aquello que están estudiando.

Implicaciones educativas

La comprensión de esta dimensión sugiere que los sistemas educativos deberían incorporar sistemáticamente estrategias que potencien la imaginación visual:

1. Uso de representaciones gráficas: Diagramas, esquemas, mapas conceptuales, líneas de tiempo, infografías y modelos tridimensionales deberían ser herramientas cotidianas en todas las áreas.
2. Fomento de experimentos mentales: Como hacían Galileo y Einstein, los estudiantes deberían ser invitados a imaginar situaciones hipotéticas, visualizar escenarios y explorar mentalmente las consecuencias de sus hipótesis.
3. Conexión entre lo abstracto y lo concreto: Traducir conceptos abstractos a imágenes concretas —por ejemplo, representar ecuaciones mediante gráficas, o procesos históricos mediante líneas de tiempo visuales— facilita la comprensión de los estudiantes visuales.
4. Tecnologías visuales: Las actuales herramientas digitales —simulaciones, realidad virtual, visualizaciones interactivas— ofrecen oportunidades sin precedentes para potenciar la imaginación visual en el aprendizaje.

La Imaginación Metafórica y su Papel en la Comprensión

Fundamento conceptual

La imaginación metafórica opera mediante la transferencia de significados, estructuras o relaciones desde un dominio conocido hacia otro que se busca comprender. En los casos analizados —Thomas Young estableciendo analogías entre sonido y luz, Bohr desarrollando el principio de complementariedad a partir de modelos psicológicos y filosóficos— esta dimensión permitió avances científicos fundamentales. En el aprendizaje cotidiano, la metáfora cumple una función igualmente crucial: permite comprender lo nuevo en términos de lo familiar.

Manifestaciones en el aprendizaje cotidiano

Los estudiantes con predominio de imaginación metafórica aprenden estableciendo conexiones, buscando analogías, transfiriendo conocimientos de un dominio a otro. Para ellos, comprender un concepto nuevo implica encontrar su equivalente en algo que ya conocen. Cuando estudian la estructura del átomo,

lo asimilan mediante la metáfora del sistema solar; cuando aprenden sobre corriente eléctrica, la entienden mediante la analogía del flujo de agua; cuando se enfrentan a conceptos históricos, los relacionan con experiencias personales o eventos contemporáneos.

Holton (1998) muestra cómo la imaginación metafórica permite lo que denomina "síntesis temática", es decir, la integración de dominios mediante la identificación de patrones comunes. En el aprendizaje, esta capacidad es fundamental para la transferencia del conocimiento: los estudiantes que pueden establecer analogías profundas entre diferentes áreas están mejor preparados para aplicar lo aprendido en contextos novedosos.

Implicaciones educativas

La dimensión metafórica del aprendizaje sugiere estrategias educativas específicas:

1. Enseñanza mediante analogías: Introducir conceptos nuevos a través de analogías con dominios familiares facilita la comprensión inicial y proporciona andamios cognitivos para el aprendizaje posterior.
2. Conexiones interdisciplinares: Diseñar actividades que explícitamente establezcan puentes entre diferentes áreas del conocimiento —matemáticas y música, física y poesía, biología y arquitectura— potencia la imaginación metafórica de los estudiantes.
3. Identificación de patrones: Enseñar a los estudiantes a reconocer estructuras subyacentes comunes en fenómenos aparentemente dispares desarrolla su capacidad metafórica y su pensamiento analógico.
4. Lenguaje metafórico: Ser conscientes de que nuestro lenguaje cotidiano está plagado de metáforas que estructuran nuestro pensamiento —como ha mostrado la lingüística cognitiva— puede ayudar a los educadores a utilizarlas intencionadamente para facilitar la comprensión.

La Imaginación Temática (Themata) y los Estilos de Pensamiento

Fundamento conceptual

Como ya se sabe, la contribución más original de Holton al estudio de la imaginación es su teoría de las temáticas (themata): presuposiciones fundamentales, creencias profundas o preferencias conceptuales que guían el trabajo creativo de los científicos. Como se desarrolló en el documento previo, un thema es una "noción orientadora fundamental" (Holton, 1998, p. 116) que condiciona la actividad cognitiva, determinando qué problemas se consideran relevantes, qué soluciones resultan aceptables y qué métodos se emplean.

En los genios analizados, las temáticas operaron como verdaderos motores del pensamiento: la temática de la unidad en Einstein, temática de la armonía en Kepler, temática de la discontinuidad en Millikan, temática de la simplicidad en Fermi. Pero estas mismas dimensiones temáticas —aunque en versiones menos elaboradas y conscientes— operan en todos los seres humanos, configurando lo que podríamos denominar "estilos temáticos de aprendizaje".

Las diadas temáticas y su manifestación en el aprendizaje

Holton (1998) observa que los themata suelen funcionar en pares antitéticos que generan la dialéctica característica del pensamiento creativo. Estas diadas temáticas se manifiestan en el aprendizaje como preferencias cognitivas profundas que diferencian a unos estudiantes de otros:

- Atomismo vs. continuum: Algunos estudiantes prefieren pensar en términos de unidades discretas, elementos separados, componentes identificables. Otros tienden a percibir realidades continuas, flujos, procesos ininterrumpidos. Los primeros se sentirán más cómodos con el análisis desintegrador, la clasificación taxonómica, el estudio de partes; los segundos preferirán aproximaciones holísticas, el estudio de procesos globales, la comprensión de sistemáticas.
- Mecanicismo vs. finalismo: Ciertos estudiantes explican los fenómenos en términos de causas eficientes, mecanismos, relaciones causales lin-

eales. Otros buscan finalidades, propósitos, funciones. Los primeros destacarán en ciencias físicas y matemáticas; los segundos se sentirán más atraídos por biología, psicología o ciencias sociales donde la teleología juega un papel importante.

- **Simplicidad vs. complejidad:** Algunos estudiantes buscan explicaciones simples, elegantes, parsimoniosas; se sienten incómodos con la complejidad innecesaria. Otros disfrutan la complejidad, aprecian los matices, resisten las simplificaciones excesivas. Los primeros pueden sobresalir en la resolución de problemas bien definidos; los segundos en la comprensión de fenómenos multifactoriales.
- **Estática vs. dinámica:** Ciertos estudiantes prefieren pensar en términos de estructuras estables, equilibrios, estados permanentes. Otros se sienten más cómodos con procesos de cambio, transformaciones, flujos. Esta diada influye en la forma de abordar disciplinas como la historia (procesos de cambio), la geología (transformaciones lentas), la economía (equilibrios y desequilibrios) o la biología evolutiva.
- **Continuidad vs. discontinuidad:** Algunos estudiantes perciben la realidad como un continuo sin rupturas; otros tienden a ver saltos, revoluciones, cambios cualitativos. Esta preferencia influye en cómo se comprenden fenómenos como la evolución biológica (gradualismo vs. saltacionismo), la historia (cambios graduales vs. revoluciones) o el desarrollo cognitivo (continuidad vs. estadios).

La dimensión dionisíaca-apolínea en el aprendizaje

Holton (1985) introduce también la metáfora de lo dionisíaco y lo apolíneo para caracterizar estilos científicos. Lo apolíneo representa la tendencia hacia el orden, la claridad, la estructura lógica y la distinción nítida de elementos. Lo dionisíaco encarna la valoración del dinamismo, la continuidad, la fusión y la visión holística.

En el contexto educativo, esta dicotomía se manifiesta claramente: los estudiantes apolíneos prefieren estructuras claras, secuencias lógicas, categorías bien definidas, sistemáticas ordenadas (acciones, procesos o

conjuntos de elementos organizados meticulosamente bajo reglas, métodos o principios lógicos). Los estudiantes dionisiacos se sienten más cómodos con la ambigüedad, las conexiones inesperadas, las aproximaciones holísticas, la integración de perspectivas diversas.

Barbosa (2020, p. 102), al analizar la obra de Holton, señala que "cada período histórico tiene sus *themata* dominantes". Del mismo modo, cada contexto educativo, cada aula, cada disciplina tiende a privilegiar ciertas temáticas sobre otras, creando entornos de aprendizaje que resultan más favorables para unos estudiantes que para otros.

Implicaciones educativas

La dimensión temática del aprendizaje tiene implicaciones profundas para la práctica educativa:

1. Reconocimiento de la diversidad temática: El primer paso es reconocer que los estudiantes no llegan al aula como tabulas rasas, sino con preferencias temáticas profundas que influyen en cómo aprenden. Estas preferencias no son meramente estilísticas, sino que constituyen verdaderos marcos interpretativos.
2. Diseño curricular plural: Los currículos deberían ofrecer oportunidades para que estudiantes con diferentes orientaciones temáticas puedan acceder al conocimiento desde sus propias preferencias. Esto implica presentar los contenidos desde múltiples perspectivas, incluyendo tanto aproximaciones analíticas como holísticas, causales como teleológicas, simples como complejas.
3. Diálogo temático: Holton (1998) muestra cómo el progreso científico surge de la dialéctica entre *themata* y *antithemata*. Del mismo modo, el aprendizaje se enriquece cuando estudiantes con diferentes orientaciones temáticas interactúan, debaten y contrastan sus perspectivas. El aula debería ser un espacio donde estas diferencias se expliciten y se conviertan en oportunidades de aprendizaje.
4. Conciencia de las propias temáticas: Ayudar a los estudiantes a tomar conciencia de sus propias preferencias temáticas —qué tipo de explicaciones prefieren, qué aspectos de la realidad les resultan más atractivos, qué métodos les resultan más naturales— puede contribuir a su desarrollo metacognitivo y

a una elección más informada de trayectorias educativas y profesionales.

5. Evaluación diversificada: Si los estudiantes aprenden de manera diferente debido a sus orientaciones temáticas, la evaluación debería reflejar esta diversidad. Evaluar solo mediante métodos que privilegian ciertas temáticas (por ejemplo, pruebas objetivas que favorecen el pensamiento atomista y analítico) discrimina a estudiantes con otras orientaciones.

La perspectiva neurocientífica

Aportes desde la neurociencia cognitiva

Desde esta perspectiva, los tres tipos de imaginación identificados por Holton pueden correlacionarse con diferentes redes neurales: la imaginación visual con la corteza visual y las áreas de procesamiento espacial; la imaginación metafórica con las redes semánticas y de asociación conceptual; la imaginación temática con las sistemáticas de creencias y valores que involucran la corteza prefrontal y el sistema límbico.

Implicaciones para la comprensión de la diversidad en el aprendizaje

La investigación neurocientífica sugiere que las diferencias en el aprendizaje no son meramente superficiales o culturales, sino que tienen correlatos en la estructura y función cerebral. Como señalan Contreras Vidal et al. (2019), la creatividad y la imaginación emergen de la interacción dinámica entre sistemáticas neurales, y esta interacción varía entre individuos.

En términos educativos, esto implica que:

1. La diversidad es biológica, no solo cultural: Las diferencias en cómo aprenden los estudiantes tienen raíces neurobiológicas, lo que significa que no pueden ser simplemente educadas o normalizadas mediante la instrucción. Requieren, más bien, ser comprendidas y acomodadas.
2. La plasticidad cerebral permite el desarrollo: Aunque existen predisposiciones, el cerebro es plástico y puede desarrollar nuevas capacidades. Los estudiantes

pueden fortalecer dimensiones imaginativas que no les son naturales, siempre que se les proporcionen las oportunidades y el apoyo adecuados.

3. La emoción y la cognición están integradas: Contreras Vidal et al. (2019) enfatizan la participación del sistema límbico en los procesos creativos. Esto subraya la importancia de la dimensión afectiva en el aprendizaje: los estudiantes aprenden mejor cuando lo que estudian conecta con sus intereses, valores y emociones —es decir, cuando hay sintonía temática.
4. La experiencia moldea el cerebro: Las prácticas educativas repetidas pueden fortalecer ciertas redes neurales y debilitar otras. Por ello, es crucial ofrecer experiencias educativas diversas que permitan el desarrollo equilibrado de diferentes capacidades imaginativas.

Hacia un modelo comprensivo de la diversidad en el aprendizaje

La imaginación como eje organizador del aprendizaje

El marco teórico de Holton, complementado con las aportaciones de Contreras Vidal, permite construir un modelo comprensivo de la diversidad en el aprendizaje. En este modelo, la imaginación en sus tres dimensiones —visual, metafórica y temática— constituye el eje organizador de los procesos cognitivos.

Cada estudiante posee un perfil imaginativo único, caracterizado por diferentes combinaciones y énfasis en estas dimensiones. Este perfil influye en:

- Cómo accede al conocimiento: Preferencia por representaciones visuales, verbales, analógicas o simbólicas.
- Cómo procesa la información: Tendencia al análisis o a la síntesis, a lo concreto o a lo abstracto, a lo secuencial o a lo holístico.
- Cómo construye significado: Búsqueda de causas, fines, estructuras, procesos, según sus orientaciones temáticas.
- Cómo se motiva: Conexión con problemas que resuenan con sus temáticas fundamentales.

- Cómo se expresa: Preferencia por formatos visuales, verbales, analógicos o simbólicos en la comunicación de lo aprendido.

La interacción de las tres dimensiones

Como en los genios analizados por Holton, en los estudiantes las tres dimensiones no operan aisladamente, sino que se refuerzan mutuamente. Un estudiante con fuerte orientación visual (dimensión icónica) desarrollará metáforas basadas en imágenes (dimensión metafórica) y se sentirá atraído por temáticas que puedan ser visualizados (dimensión temática). Un estudiante con orientación metafórica buscará analogías que conecten diferentes áreas, y estas analogías generarán imágenes mentales que facilitan la comprensión.

La riqueza del aprendizaje reside precisamente en esta interacción. Los estudiantes más exitosos académicamente suelen ser aquellos que pueden moverse flexiblemente entre las diferentes dimensiones, utilizando la que resulte más adecuada para cada tarea y combinándolas creativamente.

Implicaciones para el diseño de ambientes de aprendizaje

Comprender la diversidad imaginativa de los estudiantes tiene implicaciones concretas para el diseño de ambientes de aprendizaje:

1. Diversidad de representaciones: Ofrecer los contenidos a través de múltiples formatos —visual, verbal, analógico, simbólico— permite que cada estudiante acceda desde su modalidad preferente.
2. Diversidad de actividades: Proporcionar actividades que ejerciten diferentes dimensiones imaginativas —dibujar, analizar, establecer analogías, debatir, modelizar, experimentar— asegura que todos los estudiantes encuentren oportunidades para desarrollar sus fortalezas y trabajar sus debilidades.
3. Diversidad de agrupamientos: Combinar estudiantes con diferentes perfiles imaginativos en equipos de trabajo fomenta el diálogo temático y la complementariedad de perspectivas.
4. Diversidad de evaluación: Utilizar múltiples métodos de evaluación —

proyectos visuales, ensayos analógicos, análisis detallados, síntesis holísticas—permite que cada estudiante demuestre su aprendizaje desde sus fortalezas.

5. Personalización: Siempre que sea posible, ofrecer opciones que permitan a los estudiantes aproximarse a los contenidos desde sus orientaciones temáticas preferidas.

La formación de educadores

Finalmente, este marco tiene implicaciones para la formación de educadores. Los docentes también poseen perfiles imaginativos específicos, que influyen en su forma de enseñar. Un docente con fuerte orientación analítica y atomista tenderá a enseñar de manera secuencial y desintegradora; un docente con orientación holística y dionisiaca preferirá aproximaciones integradoras y contextualizadas.

La conciencia de estos perfiles —tanto propios como de los estudiantes— permite a los educadores:

- Ampliar su repertorio didáctico: Incorporar estrategias que no les son naturales pero que benefician a estudiantes con diferentes orientaciones.
- Evitar sesgos en la evaluación: No favorecer inconscientemente a estudiantes que comparten su propio perfil imaginativo.
- Diseñar experiencias equilibradas: Asegurar que todos los estudiantes encuentren momentos de sintonía y momentos de desafío que promuevan su desarrollo integral.

¿Por qué aplicar las categorías de Holton al aprendizaje cotidiano? Una justificación

Una objeción legítima a nuestra propuesta podría ser: las categorías de Holton (imaginación visual, metafórica y temática) fueron desarrolladas para analizar la creatividad de científicos excepcionales. ¿Tiene sentido aplicarlas a estudiantes de secundaria?

Ofrecemos tres argumentos en defensa de esta extrapolación:

1. Continuidad cognitiva: Las investigaciones en psicología cognitiva muestran que las diferencias entre el pensamiento experto y el novato son de grado, no de naturaleza (Chi, Feltovich & Glaser, 1981). Los mismos mecanismos básicos —formación de imágenes, razonamiento analógico, compromiso con marcos interpretativos— operan en todos los seres humanos, aunque con distinta sofisticación.
2. Valor heurístico: Aunque los estudiantes no desarrollen "temáticas" con la profundidad de Einstein o Kepler, sí manifiestan preferencias estables por ciertos tipos de explicación (causal vs. teleológica, analítica vs. holística). Estas preferencias, que denominamos "estilos temáticos incipientes", influyen en su forma de abordar el aprendizaje.
3. Potencial formativo: Si las grandes mentes científicas han utilizado estas formas de imaginación para crear conocimiento, ofrecer a los estudiantes oportunidades para ejercitarlas puede contribuir a desarrollar su pensamiento científico y su creatividad, incluso si no alcanzan el nivel de los genios.

Así, nuestra propuesta no sostiene que los estudiantes sean "pequeños Einstein", sino que *las mismas dimensiones básicas de la imaginación* están presentes en todo aprendizaje, y que atender a ellas puede enriquecer la enseñanza.

Conclusión

La obra de Gerald Holton sobre la imaginación científica, complementada con las investigaciones neurocientíficas de Contreras Vidal, ofrece un marco teórico de extraordinaria riqueza para comprender por qué las personas y los estudiantes aprenden de manera diferente. Las mismas dimensiones imaginativas que permitieron a Einstein visualizar la curvatura del espacio-tiempo, a Young establecer analogías entre sonido y luz, y a Kepler mantener su fe en la armonía cósmica a pesar de las dificultades, se manifiestan en todos los seres humanos configurando formas diversas de acceder al conocimiento, procesar información y construir significado.

La imaginación visual o icónica, la imaginación metafórica y la imaginación temática constituyen tres ejes fundamentales de la diversidad cognitiva. Cada estudiante posee una combinación única de estas dimensiones, que influye en sus preferencias de aprendizaje, sus estilos de pensamiento y sus motivaciones profundas. Las díadas temáticas identificadas por Holton —atomismo vs. continuum, mecanicismo vs. finalismo, simplicidad vs. complejidad— ofrecen categorías precisas para comprender estas diferencias y diseñar entornos educativos que las acojan.

La investigación neurocientífica, por su parte, proporciona un correlato biológico a esta diversidad, mostrando que las diferencias en el aprendizaje tienen raíces en la estructura y función cerebral. Esta perspectiva refuerza la necesidad de abandonar modelos educativos uniformes y avanzar hacia enfoques que reconozcan, valoren y potencien la diversidad imaginativa de los estudiantes.

En última instancia, comprender que los estudiantes aprenden de manera diferente porque poseen diferentes configuraciones de la imaginación —esa facultad que Holton (1985) considera esencial para el avance de la ciencia— nos invita a rediseñar la educación no como un proceso de homogeneización, sino como un espacio donde cada persona pueda desarrollar su potencial imaginativo único y contribuir, desde su singularidad, al conocimiento y la transformación del mundo.

Como señala Barbosa (2020, p. 108) al analizar la obra de Holton, "la ciencia avanza gracias a hombres y mujeres que, con su imaginación temática, se atreven a leer el libro de la naturaleza con una hipótesis en el corazón". Del mismo modo, la educación avanza cuando permitimos a cada estudiante leer el mundo —y construirse a sí mismo— desde la imaginación que le es propia.

Bibliografía

- Barbosa, J. L. (2020). Themata e pathosformeln: quando a história da ciência e a história da arte revelam afinidades conceituais. Griot: Revista de Filosofia, 20 (3), 98-111. <https://www.redalyc.org/journal/5766/576664634007/html/>

- Contreras-Vidal, J. L., Robleto, D., Cruz-Garza, J. G., Azorín, J. M., & Nam, C. S. (Eds.). (2019). Mobile brain-body imaging and the neuroscience of art, innovation and creativity. Springer.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5(2), 121-152
- Holton, G. J. (1973). Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein. Harvard University Press.
- Holton, G. J. (1985). La imaginación científica. Fondo de Cultura Económica.
- Holton, G. J. (1993). Ciencia y anti-ciencia. Ediciones Akal.
- Holton, G. J. (1998). The scientific imagination: With a new introduction. Harvard University Press. (Trabajo original publicado en 1978)
- Holton, G. J. (2018). Einstein and the cultural roots of modern science. En P. Galison, S. R. Graubard, & E. Mendelsohn (Eds.), *Science in culture* (pp. 1-28). Routledge.



Capítulo X

Otros ejemplos del papel de la imaginación en la vida de los genios

Tomemos el ejemplo de Muller que nos ilustra Holton en la conferencia por él escrita para el homenaje latinoamericano que se le realizó el 17 de junio de 2021 y que se recoge en el libro *Cien años de imaginación: Gerald Holton como Historiador, Científico y Humanista*.

En este ejemplo, Holton cuenta como Mueller le dijo: "La estructura de la perovskita era para mí, y sigue siendo, un símbolo de -es un poco exagerado- pero de Santidad. Es un mandala, un símbolo egocéntrico, que me determinó. Soñé con este símbolo de perovskita. En los sueños lo tenía en la mano Wolfgang Pauli, que fue mi maestro".

Dicen que los sueños son una ventana al alma, pero también son, sin duda, una puerta a los mecanismos de nuestra mente. En la noche, los engranajes de nuestros pensamientos no desaparecen, se mezclan con ruedas curvas, como los relojes blandos de Dalí, se deforman, aparecen ruedas nuevas y a veces, de ese caos, surgen cosas que el cerebro despierto no alcanza a imaginar.

Y es que no solo Muller llegó a su descubrimiento a través de un sueño, de una imaginación icónica o visual. También le sucedió algo similar a Dimitri Mendeléiev, a Friedrich August Kekulé von Stradonitz y a Otto Loewi.

Mendeléiev soñó que:

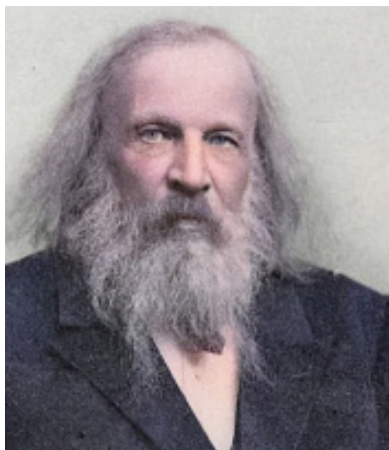
...estaba en un oscuro jardín donde la hierba parecía dibujar una inmensa cuadrícula bajo sus pies. De repente, el jardín se iluminó y desde el cielo comenzaron a caer de forma regular enormes bloques de colores que representaban cada

Tabla Periódica de los Elementos Químicos

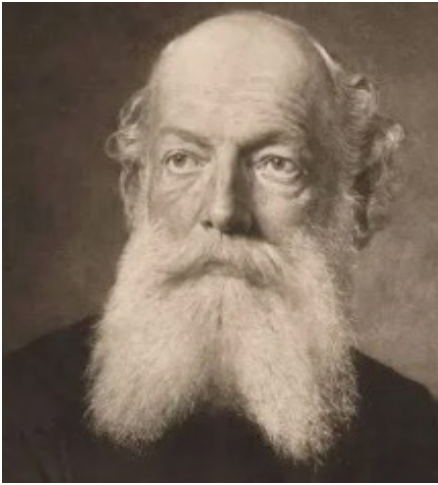
uno de los elementos con los que vivía obsesionado. Primero, cayeron el hidrógeno y el litio, que se situaron próximos el uno del otro, y a continuación, se formó una nueva columna con los elementos berilio, boro, carbono, nitrógeno, oxígeno, flúor y sodio.

Percibió cómo este último se ubicaba a la misma altura que el litio. Había por fin encontrado la periodicidad que tanto ansiaba y entendió la relación que guardaba con la valencia de los elementos, tal y como había intuido su subconsciente. Las propiedades se repetían cada ocho elementos del mismo modo que las notas musicales en las distintas escalas. Contempló entusiasmado cómo el resto de los elementos continuaban encajando de forma perfecta hasta completar un hermoso mosaico de colores bajo sus pies.

También observó que algunos de los bloques ya colocados albergaban un interrogante que predecía la posición de elementos todavía por descubrir. Sin duda alguna, había asistido a la obra de arte más bella que jamás habría podido llegar a imaginar: La Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Al despertar, Dimitri Ivánovich Mendeléiev, buscó a tientas un trozo de papel donde anotar todo lo que había soñado (Souto, M, 2016, p.2; Strathern, P. 2000, p. 8).



Por su parte, August Kekulé, o castellanizado como Augusto Kekulé, fue un químico orgánico alemán. Un aspecto importante de su trabajo es el relativo a un sueño que tuvo. En éste llegó al descubrimiento de la estructura de la molécula del benceno. Según Kekulé, él pudo describir esta estructura porque soñó con una



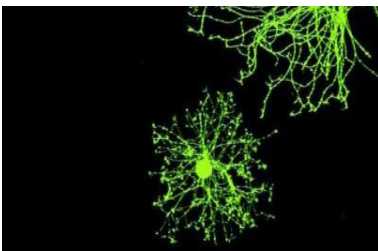
serpiente que se mordía la cola, lo que le llevó a plantearse la posibilidad de que la molécula del benceno tuviera forma de anillo (López Astorga, M. 2009). Textualmente Kekulé cuenta que:

Mi ojo mental, entrenado por las repetidas visiones de este tipo, ahora podía distinguir estructuras más grandes; largas filas se entrelazaban y mezclaban en un movimiento como de serpientes. ¡Pero mira! ¿Qué

fue eso? Una de las serpientes había mordido su propia cola, y la forma giró burlonamente ante mis ojos. Como iluminado por un relámpago, me desperté (Gordon, José, 2013. p.1).

La imagen de la serpiente fue clave en la búsqueda de Kekulé en torno a la estructura molecular del benceno que tanto lo eludía. Se trataba de anillos hexagonales.

Y Otto Loewi, fisiólogo alemán que recibió el Premio Nobel de Medicina, quien realizó contribuciones al conocimiento de la transmisión química de los impulsos nerviosos. Pero quizás nunca hubiera recibido esa distinción ni sería conocido como el "padre de la neurociencia" si no fuera por sus sueños. Ya a comienzos del siglo XX Loewi había desarrollado la teoría de que las señales nerviosas posiblemente se transmitieran usando instrucciones químicas. Pero no encontraba cómo probar su idea.



La solución le llegó como por arte de magia dos décadas más tarde, en 1920. Sobre este sueño Loewi cuenta que:

La noche anterior al domingo de Pascua de [1920] me desperté, encendí la luz y escribí

unas cuantas notas en un pequeño papel. Luego me dormí de nuevo. A las seis de la mañana me di cuenta de que durante la noche había anotado algo importante, pero no pude descifrar el garabato. La noche siguiente, a las 3.00, la idea volvió a aparecer. Era el diseño de un experimento para determinar si la hipótesis de la transmisión química que había formulado 17 años atrás era correcta. Me levanté inmediatamente, fui al laboratorio y realicé un sencillo experimento con un corazón de rana, según el diseño nocturno (McCoy, A. N y Yong Siang Tan, 2014. p.3).

Lamentablemente, cuando estudiamos ciencias, en pocas ocasiones nos hablan de la historia de los descubrimientos científicos, de cómo los genios llegaron a formular conceptos, definiciones, principios, leyes, modelos y teorías. Mucho menos se nos habla de los procedimientos mentales bajo los cuales llegaron a estos, de cómo se imaginaron las explicaciones y los diseños experimentales para verificarlos. Al respecto Holton nos dice que:

No obstante, si deseamos analizar la imaginación de los científicos en pleno funcionamiento, tendrá que ser pillándoles por sorpresa. Por razones bastantes sólidas, los científicos modernos tratan de mantener sus conflictos personales al margen de los datos que publican y de sus libros de texto...

Así pues, es en los registros privados y en los cuadernos de laboratorio donde los historiadores de la ciencia pueden encontrar cualquier cosa que los propios científicos deseen ocultar. Aun cuando la lógica, las matemáticas y la experimentación constituyen guías constantes, no son suficientes en absoluto – si lo fueran, cualquier ordenador podría ocuparse de las mismas investigaciones sin ayuda. Si miramos por el agujero de la cerradura de la puerta del laboratorio, veremos que el científico también necesita muchas otras herramientas. Voy a citar ejemplos de tres de estas herramientas en el quehacer de la ciencia, tres compañeras estrechamente unidas en el progreso de la ciencia moderna y que rara vez son debidamente reconocidas. Les voy a hablar de la *imaginación visual*, la *imaginación metafórica* y la *imaginación temática*... (Holton, G, 1992, pp. 1-2).

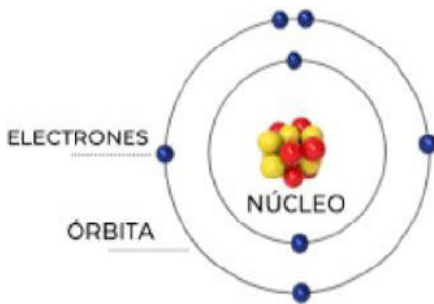
Los ejemplos de descubrimientos hasta aquí tratados, de Einstein, George Bednorz, Alexander Mueller, Dimitri Mendeléiev, Friedrich August Kekulé von Stradonitz y Otto Loewi, son productos de la imaginación visual o icónica de estos genios. Y es que quizás a todos ellos les sucedía como a Einstein quien

escribió al respecto, en dos momentos diferentes:

Las palabras o el lenguaje ya sean en su forma escrita u oral, no parecen jugar papel alguno en mi mecanismo de pensamiento. Las entidades físicas que parecen actuar como elementos del pensamiento son signos concretos e imágenes más o menos claras que pueden producirse y combinarse deliberadamente... Muy rara vez pienso en palabras... suelo hacer una especie de repaso, un repaso visual (Holton, G, 1992, p. 12).

Existen otros ejemplos donde la imaginación visual o icónica y la metafórica han jugado un papel definitorio a la hora de descubrir algo en el mundo de la ciencia. Dentro de los mismos se encuentra:

El átomo de Bohr



...el átomo de Niels Bohr de 1913 adoptó la imaginería del sistema solar copernicano. Al principio, desde luego supuso un gran avance, pero, a mediados del decenio de 1920 empezó a resultar evidente lo peligroso que era considerar los procesos atómicos en términos de una imaginería inicialmente inventada para acontecimientos a gran escala, tales como el movimiento de los planetas (Holton, G, 1992, p. 14).

Nos cuenta Gerald Holton que existe

...otra herramienta conceptual que algunos científicos utilizan con gran maestría en la génesis de sus ideas. Se trata de la metáfora y de su prima hermana, la analogía. Esto quizá les sorprenda a ustedes. Después de todo, algunos filósofos opinan que la imaginación metafórica no sirve para nada en el ámbito de la ciencia. El Diccionario del pensamiento moderno dice de la metáfora

y de la analogía que "representan una forma de razonamiento particularmente propenso a la extracción de conclusiones falsas a partir de premisas verdaderas".

Se considera a la metáfora como "la esencia de la poesía"; opera a través de la ilusión, y desde luego la labor de los científicos es precisamente todo lo contrario. Así pues, podría parecer que la metáfora y la analogía son dos cosas que los científicos deberían evitar con la máxima asiduidad (Holton, G, 1992, pp. 17-18).

Para realizar las metáforas se necesita de la analogía y es que los seres humanos asociamos de cuatro maneras diferentes y a cada una de estas asociaciones les otorgamos un sentido y significado muy único. Estas asociaciones son las siguientes:

1. Asociaciones por contigüidad: se manifiestan claramente, por ejemplo, cuando se aprenden palabras extranjeras, números del teléfono y acciones consecutivas; se observan también cuando el encuentro con una persona conocida motiva el recuerdo de su nombre, de su apellido o de acontecimientos pasados relacionados con esta persona.
2. Asociaciones por semejanza o analogía: tienen lugar cuando los objetos y fenómenos o los pensamientos sobre ellos actualizan el recuerdo de algo parecido. Las asociaciones por semejanza intervienen en la formación de metáforas poéticas cuando, por ejemplo, los ruidos de las olas se asemejan al rumor de las gentes, el olmo a una mujer que llora. Ocupan también un lugar importante en las deducciones por analogía.
3. Asociaciones por contraste: se asocian por contraste fenómenos muy diferentes, el ruido y el silencio, lo blanco y lo negro, lo alto y lo bajo, etc.
4. Asociaciones por causa y efecto: las asociaciones mencionadas con anterioridad reflejan las relaciones más elementales de los objetos y fenómenos de la realidad, pero las de causa-efecto reflejan las relaciones complicadas entre ellos (Contreras Vidal, J.L. 2008, p.35).

Pero también la metáfora por analogía está bien presente en la ciencia y con resultados elocuentes y sorprendentes. De acuerdo a Holton:

Los científicos utilizan analogías continuamente; Thomas Young, un físico del siglo XIX, representa un excelente ejemplo del castigo que puede acarrear el hecho de hacerlo abiertamente...Él realiza una fructífera analogía entre la luz y el sonido -de esta sorprendente extensión de la metáfora del movimiento ondulatorio de un campo a otro, aparentemente sin relación -percibimos el considerable desafío que supone esta transferencia de significado.

De hecho, el valor que supone hacer esta conexión, y lanzar la prueba experimental de la naturaleza ondulatorio de la luz, no le pareció muy acertado ni siquiera a George Peacock, el editor de los *Collected Papers* de Thomas Young, amigo incondicional del mismo, y hombre de ciencia del Trinity College de Cambridge. Cuando Peacock publicó una recopilación de escritos de Young en 1855, es decir, veintiséis años después de que Young falleciera y mucho tiempo después de la consagración de la teoría ondulatoria, Peacock continuaba sintiéndose obligado a evitar que el lector cayera en algún terrible error sobre el tema que nos ocupa y, por ello, añadió un asterisco tras la frase crucial de Young y redactó una severa nota de pie de página que tal vez sea única en la literatura: "Esta analogía es caprichosa y absolutamente infundada. Nota del editor".

El caso de Thomas Young es un ejemplo de la función creativa, aunque arriesgada, de la metáfora o de la analogía durante la fase inicial de la imaginación científica. La utilización de la misma idea una y otra vez en contextos bastante diferentes, era parte del credo científico de Enrico Fermi. Según él, cualquier fenómeno físico se podría entender en términos de una analogía con una de entre más o menos dos situaciones físicas primarias, primitivas.

Por ejemplo, efectivamente dio un gran impulso a la moderna física de las partículas elementales con un trabajo que publicó en 1934 sobre la desintegración beta, en el que decía que cualquier teoría sobre la enigmática emisión de partículas ligeras, como los electrones, a partir de un núcleo, debería entenderse por analogía con la consolidada teoría de la emisión de los quanta luminosos (fotones) a partir de la desintegración del átomo. Así fue como eludió la trampa de tener que pensar que el electrón ya existía en el núcleo antes de su emisión; después de todo, a nadie le había parecido necesario pensar que el fotón ya estaba formado dentro del átomo antes de ser irradiado. Y de nuevo, poco después de escribir un trabajo sobre el efecto ejercido por los electrones lentos al chocar con un átomo, Fermi únicamente era capaz de entender el

efecto de los neutrones lentos sobre el núcleo. Esto ocurría en octubre de 1934, cuando él y su equipo, casi por mero accidente, descubrieron la radiactividad artificial milagrosamente realzada de la plata, que resultó haber sido provocada por la dispersión de neutrones, es decir, por su deceleración.

Las páginas del cuaderno de laboratorio que registran este descubrimiento son bastante lacónicas y el trabajo resultante muy corto, pues no llega a dos páginas. Sin embargo, se podría decir que su utilización de la analogía coloca a Fermi sobre lo que resultó ser el primer paso necesario hacia el reactor nuclear, y de ahí a la llamada era nuclear (Holton, G, 1992, pp. 18-19).

Estas metáforas en la ciencia también se han llevado al lenguaje común y también científico. Ejemplos hay cientos, pero veremos solo algunos de ellos:

- Si, en un principio, el ordenador fue concebido como una especie de cerebro, a la inversa, el cerebro puede conceptualizarse como un ordenador, como un dispositivo de almacenamiento y procesamiento de información.
- En estos momentos me encuentro en modo avión.
- Consideramos la electricidad como un fluido y hablamos del “chorro” de electrones o de la “corriente” eléctrica.
- Parece complicado, pero es algo tan simple como cortar y pegar.
- Cuando se habla del cáncer, las metáforas maestras provienen del vocabulario de la guerra: las células cancerosas se multiplican e “invaden”. También “colonizan” zonas remotas del cuerpo y la radioterapia “bombardea” al paciente con rayos tóxicos. En estos términos, el cuerpo es un campo de batalla.

Otra vez la imaginación temática

Queremos aquí aclarar un poco más el término *Themata* utilizado por Holton o a lo que Lorraine Daston se refiere como la imaginación temática. Estas ideas pueden ser encontradas en *The Role of Themata in Science*, escrita por el propio

Gerald Holton y que fueron publicadas en *Foundations of Physics*, v. 26, 1996.

Hay que decir que mientras Holton estudiaba los trabajos de Einstein, se percató de un hecho que condujo a una nueva y fructífera parte de sus investigaciones sobre éste y otros científicos. Como se muestra en la obra de Einstein, éste recurría una y otra vez, de forma brillante, pero silenciosa, a un conjunto de conceptos rectores fundamentales que no eran ni verificables ni falsables. Estos conceptos incluían, en su construcción de la teoría, la primacía de la búsqueda de la unidad; la invariabilidad; la explicación formal en lugar de la materialista; la parsimonia lógica; la simetría; el continuo, la causalidad y la completitud. Además, sus contrarios, sostenidos por otros científicos, como la acausalidad y la incertidumbre, fueron fuertemente opuestos.

Holton llamó a todos estos conceptos motivadores *Themata* (sing. *Thema*). Descubrió que estos conjuntos temáticos cruciales, que definen el estilo y difieren entre sí, estaban también en el centro de la investigación de muchos otros científicos, desde la antigüedad hasta Johann Kepler y Niels Bohr. Esta idea fue utilizada posteriormente por otros historiadores de la ciencia y por estudiosos de otros campos. Sus descubrimientos llevaron a Holton a publicar su libro *The Thematic Origins of Scientific Thought* (Harvard University Press, 1973, edición revisada en 1988).

Dice Holton que Newton, Kepler, Einstein y:

...muchos otros, se servían para sus investigaciones no solo de las herramientas e intuiciones habituales, sino también, poderosamente, de cierto tipo de concepciones fundamentalmente filosóficas, calladamente asumidas por ellos, que he denominado ideas “temáticas”. Los hallazgos de mis trabajos sobre ellas me llevaron a incorporar también en mis libros y en mis actividades, como profesor y mentor, los elementos humanistas que animan todo verdadero avance y conocimiento (Fundación BBVA, 2021, 25 de septiembre).

El análisis temático, según Holton, son como las huellas dactilares que pueden caracterizar a un científico individual o a una parte de la comunidad científica en un tiempo dado. Kepler trabajaba al mismo tiempo con tres ideas temáticas básicas: el universo como una máquina Física, el universo como una armonía matemática y el universo como un orden central teológico

Para Holton el análisis temático en la enseñanza de la historia de la ciencia es una de las nueve herramientas conceptuales necesitadas para la completa comprensión de un evento o caso en la historia de la ciencia. Les recomiendo para que conozcan, entiendan y comprendan las herramientas mencionadas que lean el artículo de Ricardo Guzmán titulado La filosofía de la ciencia de Gerald Holton: Una alternativa para entender la naturaleza de la creación científica, que aparece en los Apuntes filosóficos 28 del 2006, en las páginas 128-129.

Según Holton, las temáticas con frecuencia aparecen en diadas opuestas. Y coloca los siguientes ejemplos:

- Continuidad/discontinuidad (como en el atomismo)
- Complejidad/simplicidad
- Reduccionismo/holismo
- Unidad/niveles jerárquicos
- Causalidad/probabilismo
- Análisis/síntesis.

También considera que existen algunas tríadas como:

- Evolución/estado de reposo/involución
- Mecanicismo/materialismo/modelos matemáticos

Holton también considera que algunos científicos no han necesitado de un conjunto de ideas temáticas como es el caso de Enrico Fermi, mientras que otros han cometido errores por aferrarse a inapropiadas ideas temáticas como son los casos de Mach y Ehrenhaft (Contreras Vidal, J.L, 2021, pp. 86-87).

También Galileo cometió errores por las mismas razones que Mach y Ehrenhaft. Veremos a continuación uno de esos errores.

...aparte del carácter indigerible del estilo de Kepler a la hora de escribir, su estilo de pensar entronizaba de lleno al manierismo en el sistema solar a los ojos de Galileo. Según éste, según Aristóteles, y también según Copérnico, todo movimiento celeste tenía que proceder en términos de la superposición de círculos, por ejemplo, en un epiciclo circular llevado a un deferente circular. El círculo y el movimiento uniforme a lo largo del círculo eran las marcas propias de la uniformidad, perfección y eternidad. Kepler en un principio también había pensado de esta manera, pero luego se dejó llevar por los datos, y en contra de sus mejores instintos, proclamó su primera ley: que los planetas se mueven describiendo elipses alrededor del Sol. Así pues, no se hallaban en lo que Galileo consideraba como movimiento “natural”, sino que variaban continuamente su velocidad mientras se movían.

Para Galileo, que seguía completamente hechizado por la circularidad, la elipse era un círculo distorsionado -una forma indigna de los cuerpos celestes... primacía del círculo era para Galileo lo que yo he llamado uno de esos presupuestos temáticos irresistibles sin los que su imaginación científica no hubiera podido operar. Y no solamente en el cielo, sino también en la Tierra. Como señala el propio Galileo: “Todos los movimientos humanos o animales son circulares”. Correr, saltar, caminar, etc., son tan sólo movimientos secundarios que dependen de los primarios, de lo que tiene lugar en las articulaciones; “el salto o la carrera son producto del juego de la pierna con la rodilla y del muslo con la cadera, que son movimientos circulares”.

Al final, el encantamiento del círculo no logró socavar gravemente la cosmología de Galileo. Pero sí tuvo consecuencias nocivas para su física, porque le impidió darse cuenta de que el movimiento más natural es el rectilíneo y no el circular. En lugar de eso, Galileo mantenía, como puede comprobarse en el libro I del *Dialogo*, que la naturaleza permite el movimiento en línea recta sólo de vez en cuando y con la única finalidad de restablecer el orden. Una vez que el elemento en cuestión ocupa el lugar que le corresponde, “tiene que permanecer inmóvil o, si se mueve, hacerlo sólo de modo circular”.

Así pues, Galileo paso por alto la idea que constituye la mismísima base de la mecánica moderna y que ahora conocemos como la primera ley de Newton, es decir, que, en ausencia de fuerzas, todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. Es verdaderamente irónico que el honor del

descubrimiento de este principio de inercia al final fuera a parar al inglés, a quien ningún esfuerzo de imaginación podría haberle hecho considerarse a sí mismo admirador ni crítico de ninguna de las artes (Holton, G, 1992, pp. 25-27).

Conclusiones

Hacer ciencia, cualquiera que esta sea, no es tarea sencilla. Todos los profesionales que se dedican a las ciencias deben de conocer sus pormenores y, sobre todo, conocer que sin imaginación es muy difícil avanzar en las mismas. Hay quienes tienen imaginación de sobra, los genios mayormente. Para aquellos que les falta, deben saber que la misma puede trabajarse, que existen diferentes métodos para hacerlo. En este libro se demuestra, a través de variados ejemplos, los tres tipos de imaginación con la que los científicos han llegado a sus resultados: imaginación visual o icónica; imaginación metafórica e imaginación temática. Solo resta profundizar en las ideas aquí tratadas y dedicarse de lleno a investigar y publicar los resultados en revistas de alto nivel.

Bibliografía

- Contreras Vidal, J.L. (2008). Recursos didácticos integradores para facilitar, en la estructura cognoscitiva de los profesores, la formación de conceptos del área de las ciencias naturales en la secundaria básica. ISBN 978-959-16-0801-7. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. Ciudad Habana.
- Contreras Vidal, J.L. (2021). Cien años de imaginación: Gerald Holton como Historiador, Científico y Humanista, Editorial: Ediciones Gesicap, Ecuador, 122pp
- Gordon, José, (2013). Serendipia, el accidente feliz [En línea]. Revista de la Universidad de México. Nueva época. Enero 2013, No. 107
- <http://www.revistadelauniversidad.unam.mx/articulo.php?publicacion=12&art=212&sec=Columnistas>
- Holton, G. (1992). La imaginación en la ciencia. Publicado en Imágenes

y metáforas de la ciencia, compilación realizada por Lorena Preta.
Alianza Editorial, 28pp

- López Astorga, M. (2009). El sueño de Kekulé: ¿Es la creatividad el resultado del esfuerzo o de la inspiración? *Ciencia Cognitiva: Revista Electrónica de Divulgación*, 3:1, 27-29.
- McCoy, A. N y Yong Siang Tan (2014). Otto Loewi (1873–1961): Dreamer and Nobel laureate *Singapore Med J*. Jan; 55(1): 3–4. doi: 10.11622/smedj.2014002. PMCID: PMC4291908
- Souto, M. (2016). El sueño de Dmitri Mendeléiev. <https://principia.io/2016/08/25/el-sueno-de-dmitri-mendeleiev.ljM4OCl/>
- Strathern, P. (2000). El sueño de Mendeléiev. De la alquimia a la química. EAN: 9788432310461. ISBN: 978-84-323-1046-1, 285pp



Capítulo XI

Diseño de clases inclusivas

La inclusión educativa no es solo un principio ético, sino una necesidad didáctica. Diseñar clases inclusivas implica anticipar la diversidad del alumnado y planificar experiencias de aprendizaje que ofrezcan múltiples vías de acceso, procesamiento y expresión del conocimiento. Este capítulo propone un marco práctico para el diseño de clases que integre los conceptos desarrollados a lo largo del libro.

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como marco integrador

El DUA, basado en la neurociencia cognitiva, propone tres principios fundamentales (CAST, 2018):

- Múltiples formas de representación (el "qué" del aprendizaje): presentar la información a través de diferentes canales y formatos.
- Múltiples formas de acción y expresión (el "cómo" del aprendizaje): permitir que los estudiantes demuestren su aprendizaje de diversas maneras.
- Múltiples formas de implicación (el "porqué" del aprendizaje): ofrecer opciones que conecten con los intereses y motivaciones de los estudiantes.

Incorporación de los modelos de Kolb y VAK

El ciclo de Kolb proporciona una estructura temporal para la secuencia didáctica, mientras que el modelo VAK orienta la diversificación de recursos dentro de cada fase. A continuación, una tabla que integra ambos enfoques con el DUA:

Fase de Kolb	Objetivo	Actividades posibles	Énfasis VAK	Principio DUA asociado
Experiencia concreta	Vivenciar el tema	Simulaciones, visitas, experimentos, juego de roles	Kinestésico, visual	Implicación
Observación reflexiva	Analizar la experiencia	Diarios, discusiones, análisis de casos, mapas mentales	Visual, auditivo	Representación
Conceptualización abstracta	Construir teoría	Exposiciones, lecturas, elaboración de esquemas	Auditivo, visual	Representación
Experimentación activa	Aplicar el conocimiento	Proyectos, problemas, investigaciones	Kinestésico, visual	Acción/expresión

Integración de las dimensiones imaginativas de Holton

Para enriquecer el diseño, proponemos incorporar explícitamente las tres dimensiones imaginativas:

- Imaginación visual/icónica: Incluir representaciones gráficas, diagramas, líneas de tiempo visuales, infografías, modelos tridimensionales.
- Imaginación metafórica: Utilizar analogías, metáforas, cuentos y narrativas que conecten lo nuevo con lo familiar.
- Imaginación temática: Organizar los contenidos en torno a preguntas o problemas centrales que den sentido al aprendizaje, y ayudar a los estudiantes a identificar sus propias preferencias temáticas.

Ejemplo de planificación de una clase de 90 minutos (Física: Caída libre)

Tiempo	Fase Kolb	Actividad	Recursos	Imaginación	Atención a diversidad
10'	Experiencia concreta	Los estudiantes dejan caer diferentes objetos y observan	Objetos variados, cronómetros	Visual (Observación)	Kinestésico trabajo en parejas
15'	Observación reflexiva	Discusión grupal: qué objetos caen más rápido? porqué?	Pizarra para registrar hipótesis	Metafórica (analogías con experiencias cotidianas)	Auditivo participativo oral
20'	Conceptualización abstracta	Explicación del docente sobre caída libre y ecuaciones	Video simulación, ecuaciones en pizarra	Visual (simulación)	Visual, se ofrecen apuntes escritos
25'	Experimentación activa	Resolución de problemas en grupos con diferentes niveles de complejidad	Guía de problemas graduados	Temática (cómo se aplica esto en deportes?)	Kinestésico (si se usan simuladores opción de presentar solución gráfica o analítica)
20'	Evaluación formativa	Puesta en común y reflexión qué aprendimos que nos resultó difícil	Diario de aprendizaje	Intrapersonal	Se aceptan respuestas orales o escritas

La evaluación inclusiva

La evaluación debe ser coherente con el diseño inclusivo. Proponemos:

- Evaluaciones formativas continuas, con retroalimentación específica.
- Diversidad de instrumentos: pruebas escritas, exposiciones orales, proyectos prácticos, portafolios, autoevaluaciones.
- Criterios claros y transparentes, comunicados con antelación.
- Flexibilidad en los formatos de entrega, permitiendo a los estudiantes elegir cómo demostrar su aprendizaje.

Otra manera para diseñar clases inclusivas

El punto de partida: El diagnóstico y la diversidad como eje

Antes de planificar cualquier actividad, es crucial conocer al grupo. La diversidad en el aula (cultural, social, de género, de capacidades, de intereses) es el telón de fondo de toda planificación. Esto implica:

- Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): Adoptar el principio de ofrecer múltiples formas de representación, acción y expresión, y motivación. Esto sienta las bases para integrar los demás elementos.

La estructura de la clase: Un andamiaje basado en Kolb

El ciclo del aprendizaje experiencial de David Kolb (Experiencia Concreta, Observación Reflexiva, Conceptualización Abstracta y Experimentación Activa) ofrece una excelente estructura para organizar una secuencia didáctica, asegurando que todos los estudiantes encuentren su punto de entrada y salida en el ciclo.

Fase 1: Experiencia concreta (El "Por qué" y el "Sentir")

- Objetivo: Vivenciar el tema. Aquí se activa la imaginación temática, conectando el contenido con la vida real o un problema concreto.
- Integración de Inteligencias Múltiples (IIM): Se puede usar la inteligencia interpersonal (trabajo en equipo para resolver un reto), la inteligencia corporal-kinestésica (una simulación o juego de roles) o la inteligencia naturalista (observación de un fenómeno). El modelo VAK aquí se enfoca en lo Kinestésico y lo Visual (imágenes impactantes que provocan una reacción).

Fase 2: Observación Reflexiva (El "Qué" y el "Ver")

- Objetivo: Analizar la experiencia desde diferentes perspectivas. Es el momento de activar la imaginación visual o icónica. Se pide a los alumnos que "vean" el problema: crear mapas mentales, líneas de tiempo

ilustradas, infografías o simplemente observar y describir lo que ocurrió en la fase anterior sin juzgar.

- Integración de IIM: Predomina la inteligencia visual-espacial (al crear representaciones gráficas de lo observado) y la inteligencia intrapersonal (a través de diarios de reflexión o bitácoras donde analizan su propio proceso).

Fase 3: Conceptualización Abstracta (El "Cómo" y el "Pensar")

- Objetivo: Construir el conocimiento teórico. Es el momento de la explicación formal del docente. Para hacerla accesible y profunda, se recurre a la imaginación metafórica. En lugar de solo dar definiciones, se crean analogías poderosas: "La célula es como una fábrica", "La corriente eléctrica es como el flujo de agua por una tubería". Esto conecta lo nuevo con lo conocido y activa un pensamiento de orden superior.
- Integración de IIM: Brillan la inteligencia lingüístico-verbal (a través de la exposición oral y la lectura) y la inteligencia lógico-matemática (estableciendo relaciones de causa-efecto, clasificando y organizando la información en esquemas). En el modelo VAK, esta fase se apoya fuertemente en lo Auditivo (la explicación, el debate) y lo Visual (esquemas en la pizarra).

Fase 4: Experimentación Activa (El "Qué pasaría si..." y el "Hacer")

- Objetivo: Aplicar lo aprendido a nuevas situaciones. Es el momento de demostrar comprensión y creatividad. Se puede proponer un proyecto final que integre todas las formas de imaginar.
- Integración de IIMM y VAK: Aquí se ofrece la máxima diversidad de opciones. Los estudiantes pueden:
- Crear una campaña visual (imaginación icónica, inteligencia visual, VAK-visual).

- Componer una canción o un podcast (inteligencia musical, VAK-auditivo).
- Diseñar un experimento o una maqueta (inteligencia cinestésica, VAK-kinestésico).
- Escribir un cuento donde los personajes encarnen los conceptos aprendidos (imaginación metafórica y temática, inteligencia lingüística).
- Realizar un debate o una entrevista simulada (inteligencia interpersonal, VAK-auditivo).

En síntesis

Elemento	Como se integra en la preparación de la clase?	Ejemplo práctico: Tema “El Ciclo del Agua”
Diversidad	Diagnóstico previo. Ofrecer opciones de representación, acción y expresión (DUA). Agrupamientos flexibles.	Tener textos en diferentes niveles de lectura, videos con subtítulos, permitir dibujar, actuar o escribir.
Inteligencias múltiples	Diseñar estaciones de aprendizaje o tareas variadas que apelen a diferentes inteligencias a lo largo de la unidad	Lógico matemática: Calcular porcentajes de agua en el planeta. Visual: Crear un moral del ciclo. Cinestésica: Representar con el cuerpo las moléculas en cada estado.
Ciclo de Kolb	Usar el ciclo para secuenciar las 4 fases de la clase o proyecto. Dar un tiempo y una actividad específica para cada momento.	1. EC: Salir a observar un charco después de llover. 2 OR: Dibujar el proceso observado. 3 CA: Explicación del maestro con una analogía (imaginación metafórica) 4 EA: Crear un filtro de agua casero
Modelo VAK	Asegurar que cada contenido se presente de forma visual, auditiva y kinestésica. Y que los alumnos puedan demostrar su aprendizaje en su estilo preferido.	Visual: Video, diagrama. Auditivo: Canción del ciclo del agua, explicación del compañero. Kinestésico: Juego de roles donde unos son el sol, otros las nubes.

Elemento	Como se integra en la preparación de la clase?	Ejemplo práctico: Tema “El Ciclo del Agua”
Imaginación Visual / Icónica	Incluir tareas que requieran crear o interpretar imágenes, gráficos, mapas conceptuales con íconos.	Crear un storyboard sin palabras que cuente un viaje de una gota de agua.
Imaginación metafórica	Introducir los conceptos nuevos a través de comparaciones potentes y creativas. Pedir a los alumnos que inventen sus propias metáforas.	“Las nubes son las esponjas del cielo” Preguntar Qué sería la evaporación en una metáfora de cocina?
Imaginación Temática	Conectar el tema con narrativas, problemas reales o contextos históricos y sociales que den significado.	Investigar cómo el ciclo del agua afecta a una comunidad con sequía. Contar la historia de una civilización antigua y su relación con el agua

Conclusiones

Preparar una clase bajo este enfoque es un acto de equilibrio y creatividad docente. No se trata de incluir todos los elementos en una sola sesión de 50 minutos, lo cual sería abrumador, sino de planificar una unidad didáctica o un proyecto donde, a lo largo de varias sesiones, se recorran todas estas dimensiones. El objetivo final es garantizar que cada estudiante, con su perfil único de inteligencias, estilos de aprendizaje y formas de imaginar, se sienta desafiado, apoyado y capaz de construir un aprendizaje significativo y profundo. La clave está en la flexibilidad, la observación constante y la voluntad de adaptar el plan en función de las respuestas del grupo.

Bibliografía

- CAST (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. Wakefield, MA.



Capítulo XII

Integración de estilos de aprendizaje

Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje es una realidad compleja en la que interactúan múltiples variables: el docente, el estudiante, los contenidos, el contexto y las estrategias didácticas. La didáctica, como ciencia que estudia este proceso, busca optimizarlo mediante la comprensión de cómo aprenden los alumnos y cómo se pueden adaptar los métodos de enseñanza a sus características. En este marco, conceptos como estilos de aprendizaje, inteligencias múltiples, diversidad en el aula, modelos de aprendizaje experiencial (Kolb) y preferencias sensoriales (VAK) se entrelazan para ofrecer una visión más completa del aprendizaje. Además, recursos como la imaginación visual, icónica, metafórica y temática enriquecen las posibilidades didácticas, mientras que la tradicional medición de la aptitud mediante el coeficiente intelectual (CI) es puesta en perspectiva. El presente capítulo analiza las relaciones entre estos elementos y propone una forma de organizar los contenidos de una asignatura que atienda la diversidad del alumnado.

Relaciones entre los conceptos clave

Didáctica y proceso de enseñanza-aprendizaje

La didáctica es la disciplina pedagógica que se ocupa de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su objetivo es diseñar, implementar y evaluar situaciones educativas que favorezcan la construcción del conocimiento. En este sentido, el proceso de enseñanza-aprendizaje es el objeto de estudio de la didáctica, que busca comprender cómo se produce el aprendizaje y cómo la enseñanza puede facilitarlo. La didáctica moderna reconoce que no existe

una única forma de enseñar que sea válida para todos, sino que es necesario adaptarse a las características de los estudiantes.

Estilos de aprendizaje: VAK y Kolb

Los estilos de aprendizaje se refieren a las preferencias o tendencias globales de una persona a la hora de aprender. Dos modelos ampliamente conocidos son:

- Modelo VAK (Visual, Auditivo, Kinestésico): clasifica a los alumnos según su canal sensorial preferente. Los visuales aprenden mejor con imágenes, diagramas y representaciones gráficas; los auditivos con explicaciones orales, debates y música; los kinestésicos mediante la manipulación, el movimiento y la experimentación.
- Modelo de Kolb: propone un ciclo de aprendizaje experiencial que consta de cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Según Kolb, los individuos tienen preferencias por una o varias de estas fases, dando lugar a estilos como divergente, asimilador, convergente y acomodador.

Ambos modelos coinciden en que los alumnos aprenden de manera diferente, lo que obliga al docente a diversificar sus estrategias.

Inteligencias múltiples (Gardner)

La teoría de las inteligencias múltiples amplía la concepción de la inteligencia más allá de lo puramente lógico-matemático y lingüístico. Gardner identifica al menos ocho inteligencias: lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-kinestésica, interpersonal, intrapersonal y naturalista. Esta teoría guarda relación con los estilos de aprendizaje, ya que un alumno con alta inteligencia espacial puede sentirse más cómodo con estímulos visuales (VAK), mientras que alguien con inteligencia corporal-kinestésica preferirá el aprendizaje activo (estilo kinestésico o acomodador en Kolb). La diversidad de inteligencias implica que en el aula conviven alumnos con perfiles muy distintos, lo que exige una enseñanza que atienda esa pluralidad.

Diversidad en el aula

La diversidad es un hecho ineludible: los estudiantes difieren en capacidades, intereses, ritmos, estilos de aprendizaje, inteligencias, bagaje cultural y motivaciones. Ignorar esta diversidad conduce a la exclusión y al fracaso escolar. La didáctica inclusiva propone precisamente adaptar la enseñanza a esa heterogeneidad, utilizando metodologías activas y recursos variados que permitan a cada alumno progresar desde su punto de partida.

Imaginación visual e icónica, metafórica y temática

Estos conceptos se refieren a tipos de recursos o estrategias para presentar la información:

- Imaginación visual e icónica: uso de imágenes, gráficos, mapas conceptuales, vídeos, etc. Apela a la inteligencia espacial y al estilo visual.
- Imaginación metafórica: empleo de analogías y metáforas para explicar conceptos abstractos; conecta con la capacidad de establecer relaciones y puede activar múltiples inteligencias.
- Imaginación temática: organización de contenidos en torno a temas o proyectos que den sentido al aprendizaje; favorece la contextualización y la motivación.

Estos recursos son herramientas didácticas que, bien utilizadas, pueden atender diferentes estilos e inteligencias, haciendo el aprendizaje más accesible y significativo.

La aptitud medida por el coeficiente intelectual (CI)

Tradicionalmente, la aptitud intelectual se ha medido mediante test de CI, que evalúan habilidades lógico-matemáticas y verbales fundamentalmente. Sin embargo, esta visión reduccionista ha sido criticada por no reflejar la complejidad de la mente humana. La teoría de las inteligencias múltiples y los enfoques de estilos de aprendizaje proponen una concepción más amplia, donde el CI es solo un indicador parcial. En la práctica educativa, un alumno con un CI alto puede tener dificultades si su estilo de aprendizaje no coincide con la

metodología empleada, mientras que otro con un CI más bajo puede destacar si se le presentan los contenidos de forma adecuada a sus capacidades. Por tanto, la organización de los contenidos no debe basarse únicamente en el CI, sino en un perfil multidimensional.

Organización del contenido de una asignatura a partir de estas relaciones

Para diseñar una asignatura que integre los elementos anteriores, se propone un proceso en varias fases:

Diagnóstico inicial

Antes de planificar, es necesario conocer a los estudiantes. Se pueden aplicar cuestionarios de estilos de aprendizaje (VAK, Kolb) y actividades que permitan identificar las inteligencias predominantes. También es útil recoger información sobre intereses y experiencias previas. Este diagnóstico no debe etiquetar, sino orientar la toma de decisiones.

Selección y organización de contenidos

Los contenidos deben estructurarse de manera que puedan abordarse desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, en una unidad de ciencias naturales sobre el ecosistema:

- Se presentará el concepto mediante una imagen icónica (un diagrama del ecosistema) para los visuales.
- Se narrará una historia o metáfora (el ecosistema como una red de relaciones) para activar la imaginación metafórica y conectar con inteligencias lingüística e interpersonal.
- Se propondrá una actividad práctica (salida al campo, simulación) para los kinestésicos y los que prefieren la experiencia concreta (Kolb).
- Se organizará un debate o trabajo en grupo (inteligencias interpersonal y lingüística) para reflexionar sobre el equilibrio ecológico.

- Se incluirán problemas numéricos (inteligencia lógico-matemática) sobre cadenas tróficas, pero también se ofrecerá la opción de expresar las conclusiones mediante un dibujo o collage (inteligencia espacial) o una canción (inteligencia musical).

Diseño de actividades que recorran el ciclo de Kolb

Para que todos los estudiantes puedan aprender según su estilo preferido y además desarrollen los demás, conviene diseñar actividades que aborden las cuatro fases del ciclo de Kolb:

- Experiencia concreta: actividades prácticas, visitas, experimentos.
- Observación reflexiva: diarios de aprendizaje, discusiones, análisis de casos.
- Conceptualización abstracta: lecturas, exposiciones teóricas, elaboración de esquemas.
- Experimentación activa: proyectos, simulaciones, aplicaciones prácticas.

De este modo, se garantiza que cada alumno encuentre momentos en los que se sienta cómodo y también oportunidades para potenciar otras formas de aprender.

Uso de recursos variados

La presentación de los contenidos debe ser multimodal:

- Recursos visuales: mapas conceptuales, infografías, vídeos, presentaciones con imágenes.
- Recursos auditivos: explicaciones orales, podcasts, música relacionada con el tema.
- Recursos kinestésicos: manipulativos, experimentos, juego de roles
- Recursos metafóricos y temáticos: analogías, cuentos, proyectos

interdisciplinarios que den sentido global a los contenidos.

Evaluación diversificada

La evaluación debe ser coherente con la diversidad de estilos e inteligencias. No se trata solo de exámenes escritos, sino de permitir que los alumnos demuestren su aprendizaje de diferentes maneras: exposiciones orales, trabajos escritos, representaciones gráficas, maquetas, portfolios, etc. Esto evita penalizar a quienes tienen dificultades con un formato concreto y valora las distintas aptitudes.

Atención a la diversidad y al CI

El CI puede ser un dato orientativo, pero no determinante. Un alumno con un CI más bajo puede sobresalir en actividades prácticas o creativas; otro con CI alto puede necesitar retos adicionales. La organización de contenidos debe prever niveles de profundización y actividades de refuerzo o ampliación, así como agrupamientos flexibles que favorezcan la cooperación entre iguales.

Conclusión

La relación entre didáctica, proceso de enseñanza-aprendizaje, estilos de aprendizaje, inteligencias múltiples, diversidad y recursos como la imaginación visual, metafórica y temática es fundamental para diseñar una enseñanza verdaderamente inclusiva y eficaz. Superar la visión reduccionista del CI y adoptar un enfoque multidimensional permite que cada estudiante encuentre caminos para construir su conocimiento. Organizar los contenidos de una asignatura desde esta perspectiva implica un cambio de paradigma: pasar de una enseñanza homogénea a una enseñanza personalizada, donde la variedad de métodos, actividades y evaluaciones sea la norma. Solo así se puede responder a la riqueza y complejidad de la diversidad humana en el aula.



Capítulo XIII

Secuenciación didáctica de la asignatura de Mecánica en Física: una propuesta integradora de estilos, inteligencias y diversidad

Introducción

La Mecánica es la rama de la Física que estudia el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que lo producen. Tradicionalmente, sus contenidos se han organizado de forma lineal: cinemática, dinámica, trabajo y energía, y finalmente estática. Sin embargo, esta secuencia, aunque lógica desde el punto de vista disciplinar, no siempre respeta los procesos de aprendizaje del alumnado ni atiende a la diversidad de estilos, inteligencias y formas de comprender presentes en el aula. La presente propuesta organiza los contenidos de Mecánica (nivel de bachillerato o primeros cursos universitarios) teniendo en cuenta las relaciones entre didáctica, proceso de enseñanza-aprendizaje, estilos de aprendizaje (VAK y Kolb), inteligencias múltiples, diversidad, recursos imaginativos (visuales, metafóricos, temáticos) y la superación del modelo basado exclusivamente en el coeficiente intelectual.

Principios didácticos para la organización de contenidos

Antes de establecer la secuencia, es necesario explicitar los principios que la guían:

1. Partir de la experiencia concreta (Kolb): iniciar con fenómenos observables y vivenciales para luego avanzar hacia la abstracción.
2. Atender a los canales sensoriales (VAK): presentar cada concepto de forma visual, auditiva y kinestésica.
3. Activar múltiples inteligencias (Gardner): no limitarse a la lógico-matemática, sino incluir la espacial, corporal, lingüística, interpersonal, etc.
4. Usar recursos imaginativos: emplear metáforas, imágenes icónicas y organización temática para dar significado.
5. Flexibilizar la evaluación: ofrecer diversas formas de demostrar el aprendizaje, reconociendo que el CI no es el único indicador de aptitud.

Propuesta de secuenciación de contenidos de Mecánica

La asignatura se organiza en cinco bloques temáticos, secuenciados de menor a mayor abstracción, pero con constantes conexiones y vueltas atrás (espiral). Cada bloque incluye una justificación didáctica basada en los conceptos mencionados.

BLOQUE 1: El movimiento humano y cotidiano (De lo vivencial a lo conceptual)

Contenidos: Concepto de movimiento, sistemas de referencia, trayectoria, posición, desplazamiento, rapidez media.

Justificación y relaciones:

- Experiencia concreta (Kolb): Se parte de la propia experiencia del alumno: caminar, correr, un coche en la calle. Se realizan actividades kinestésicas como medir el tiempo en recorrer un pasillo, o filmarse caminando para analizar el movimiento.
- Inteligencias: Se activa la corporal-kinestésica (moverse), la interpersonal (trabajo en parejas) y la espacial (observar trayectorias).

- VAK: Kinestésico (caminar, medir), Visual (observar vídeos, dibujar trayectorias en el suelo con tiza), Auditivo (describir oralmente lo observado).
- Recursos imaginativos: Se utiliza la imaginación temática ("Somos científicos del movimiento") y la metáfora del movimiento como una historia que transcurre en el escenario del espacio y el tiempo.
- Diversidad: Los alumnos con menor habilidad matemática inicial pueden participar plenamente en la observación y descripción cualitativa.

BLOQUE 2: Describiendo el movimiento con palabras, números y dibujos (Cinemática 1D)

Contenidos: Velocidad media e instantánea, aceleración, MRU y MRUA. Gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo.

Justificación y relaciones:

- Conceptualización abstracta y observación reflexiva (Kolb): A partir de los datos recogidos en el bloque 1, se introducen los conceptos de velocidad y aceleración. Se reflexiona sobre qué significan.
- Inteligencias: Se potencia la lógico-matemática (cálculos) y la espacial (interpretación de gráficas).
- VAK: Visual (análisis de gráficas, creación de infografías con las fórmulas y su significado), Auditivo (explicación del profesor, debates sobre ¿qué pasa si la velocidad es negativa), Kinestésico (simulaciones con móviles en el ordenador o con coches de juguete y sensores de movimiento).
- Recursos imaginativos: Se usa la imaginación icónica para representar el MRU y MRUA mediante dibujos de un coche a intervalos regulares de tiempo. Se introduce la metáfora de "la aceleración como el pie en el acelerador" o "la gráfica como la fotografía del movimiento".
- Diversidad: Se ofrecen problemas con diferentes niveles de

complejidad matemática. Los alumnos con alta inteligencia lingüística pueden redactar un cuento donde describan un viaje usando los conceptos de cinemática.

BLOQUE 3: ¿Por qué se mueven las cosas? (Dinámica)

Contenidos: Fuerza como interacción, leyes de Newton, tipos de fuerzas (peso, normal, rozamiento), diagramas de cuerpo libre.

Justificación y relaciones:

- Experiencia concreta y experimentación activa (Kolb): Se retoma la experiencia. ¿Por qué un cuerpo empieza a moverse? ¿Por qué para? Se realizan experimentos sencillos con planos inclinados, dinamómetros y superficies de diferente rugosidad.
- Inteligencias: Se activa la corporal-kinestésica (tirar de objetos, sentir la inercia), la intrapersonal (reflexionar sobre la propia experiencia al empujar algo) y la naturalista (observar la caída de los objetos, el rozamiento en la naturaleza).
- VAK: Kinestésico (manipulación de objetos, sentir la fuerza), Visual (diagramas de cuerpo libre, ver animaciones de las leyes de Newton), Auditivo (discusiones sobre situaciones cotidianas: un coche frenando, un libro en una mesa).
- Recursos imaginativos: Se utiliza la imaginación metafórica de alto nivel: La inercia es la pereza de los cuerpos a cambiar su estado, La fuerza es un empujón o un tirón. Se pueden crear cómics (icónico) que representen las tres leyes de Newton.
- Diversidad: Alumnos con mayor capacidad de abstracción (y posiblemente alto CI en componentes lógicas) pueden profundizar en la formulación vectorial. Otros pueden destacar en la construcción de los diagramas de cuerpo libre (inteligencia espacial) o en el diseño de los experimentos (cinestésica).

BLOQUE 4: El movimiento en dos dimensiones y sus causas (Cinemática 2D y fuerzas)

Contenidos: Vectores (repaso o introducción), lanzamiento de proyectiles, movimiento circular, fuerzas en el movimiento circular (centrípeta), momento de una fuerza (torque).

Justificación y relaciones:

- Conceptualización abstracta y observación reflexiva (Kolb): Se introduce el formalismo vectorial. Se observan y analizan movimientos más complejos (tiro parabólico, curvas).
- Inteligencias: Se potencia enormemente la inteligencia espacial (visualizar y descomponer vectores, entender la dirección de la fuerza centrípeta) y la lógico-matemática (trigonometría).
- VAK: Visual (simulaciones por ordenador de proyectiles, dibujo de vectores), Auditivo (explicaciones sobre la independencia de los movimientos), Kinestésico (lanzar objetos, experimentar con un péndulo cónico).
- Recursos imaginativos: La imaginación icónica es crucial: flechas que representan vectores. La metáfora de la fuerza centrípeta como una correa invisible que ata al objeto al centro ayuda a comprender su dirección.
- Diversidad: Este bloque puede ser complejo para algunos. Se ofrecen andamios: desde la resolución gráfica de vectores (para los más visuales) hasta la analítica (para los más lógicos). Se permiten agrupamientos flexibles donde los alumnos se ayuden mutuamente.

BLOQUE 5: Las cuentas del movimiento: trabajo y energía (Un enfoque alternativo)

Contenidos: Trabajo mecánico, potencia, energía cinética y potencial, principio de conservación de la energía mecánica.

Justificación y relaciones:

- Experimentación activa y aplicación (Kolb): Se presenta la energía como una herramienta poderosa para resolver problemas de forma más sencilla que con las leyes de Newton. Se aplica a situaciones reales: montañas rusas, saltos de trampolín, frenado de un coche.
- Inteligencias: Se conecta con la inteligencia lógico-matemática (balance energético) y la naturalista (energía en sistemas naturales, cascadas).
- VAK: Visual (diagramas de barras de energía, ver vídeos de montañas rusas), Auditivo (explicar con palabras la transformación energética), Kinestésico (construir un pequeño bucle con canicas para ver la conversión de energía potencial en cinética).
- Recursos imaginativos: Se utiliza la imaginación temática para crear un proyecto final: Diseña un recorrido de montaña rusa ecológica donde se señalen las transformaciones energéticas. Esto integra todo lo aprendido.
- Diversidad: Este bloque permite una evaluación muy diversa: desde el proyecto creativo (maqueta, cartel, presentación digital) hasta la resolución de problemas teóricos. El alumno puede elegir el formato que mejor se adapte a sus inteligencias y estilo.

Evaluación coherente con la organización

La evaluación no se limitará a un examen final de resolución de problemas (que beneficia casi exclusivamente a la inteligencia lógico-matemática y al estilo reflexivo/abstracto). Se propondrá:

- Portafolio que incluya: informes de laboratorio (kinestésico/reflexivo), mapas conceptuales (visual), resolución de problemas (lógico), pequeños ensayos o redacciones (lingüístico), y el proyecto final del bloque 5 (integrador).
- Observación directa del trabajo en grupo y de las actividades kinestésicas.

- Pruebas orales para aquellos alumnos con alta inteligencia lingüística o que se expresen mejor oralmente.
- Autoevaluación y reflexión sobre el propio estilo de aprendizaje (inteligencia intrapersonal).

Conclusión

Esta secuenciación no es un orden rígido, sino una guía flexible. Al partir de lo vivencial (Bloque 1), describirlo (Bloque 2), preguntarse por sus causas (Bloque 3), complejizarlo espacialmente (Bloque 4) y buscar un principio unificador y aplicado (Bloque 5), se respeta un ciclo de aprendizaje natural que conecta con las fases de Kolb. Al diversificar las actividades según el modelo VAK y las inteligencias múltiples, se garantiza que cada alumno encuentre un punto de entrada accesible a los conceptos, independientemente de su perfil o de su puntuación en un test de CI. La clave está en que el orden de los contenidos sirve al orden del aprendizaje, y no al revés. La organización propuesta convierte la Mecánica, a menudo vista como una asignatura árida y abstracta, en una aventura de descubrimiento donde hay un lugar para la imaginación, la creatividad y todas las formas de ser inteligente.

Anexo: Relación rápida de la secuencia con conceptos

Bloque	Contenido	Fase Dominante de Kolb	Inteligencias Clave	VAK Dominante	Recurso imaginativo
1	Movimiento humano	Experiencia concreta	Corporal, Interpersonal, Espacial	Kinestésico, Visual	Temática (Somos Científicos)
2	Cinemática 1D	Observación reflexiva / Conceptualización	Lógico-matemática, Espacial	Visual, Auditivo	Ikónica (gráficas), Metáfora
3	Dinámica (Leyes)	Experiencia concreta / Experimentación	Corporal, interpersonal, naturalista	Kinestésico, Visual	Metafórica ("pereza", "empujón")

Bloque	Contenido	Fase Dominante de Kolb	Inteligencias Clave	VAK Dominante	Recurso imaginativo
4	Cinemática 2D / Fuerzas	Conceptualización abstracta	Espacial, Lógico-Matemática	Visual	Ikónica (vectores)
5	Trabajo y energía	Experimentación activa / Aplicación	Lógico Matemática, Naturalista	Visual, Kinestésico	Temática (Proyecto Montaña Rusa)



Capítulo XIV

Organización de los contenidos de "Estructura de la Materia" en Química desde una perspectiva integradora de estilos de aprendizaje e inteligencias múltiples

Introducción y valoración general

La enseñanza de la estructura de la materia constituye uno de los núcleos fundamentales en la formación química, tanto en educación media como en niveles universitarios iniciales. Comprender cómo están constituidos los átomos, cómo se organizan en moléculas y cómo esta organización determina las propiedades macroscópicas de las sustancias resulta esencial para el desarrollo del pensamiento científico. Sin embargo, la forma tradicional de abordar estos contenidos ha sido objeto de críticas por su carácter excesivamente abstracto y descontextualizado.

El presente análisis examina cómo organizar los contenidos de estructura de la materia atendiendo a las relaciones entre didáctica, proceso de enseñanza-aprendizaje, estilos de aprendizaje (Kolb, VAK), inteligencias múltiples, diversidad en el aula y recursos imaginativos.

El modelo de Kolb y su aplicación a la estructura de la materia

El modelo de estilos de aprendizaje de David Kolb distingue cuatro fases en el ciclo de aprendizaje: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa, dando lugar a cuatro tipologías de alumnos: activos/divergentes, reflexivos/asimiladores, teóricos/convergentes y pragmáticos/acomodadores.

La enseñanza tradicional de la estructura de la materia se ha centrado casi exclusivamente en las fases de conceptualización abstracta (presentación de teorías y modelos) y, en menor medida, observación reflexiva, privilegiando a los alumnos teóricos y reflexivos en detrimento de los activos y pragmáticos. Esto explica en parte las dificultades que muchos estudiantes encuentran con estos contenidos.

Una secuencia didáctica que atienda los cuatro estilos debería contemplar:

Para alumnos activos/divergentes (experiencia concreta):

- Iniciar con fenómenos observables que planteen preguntas: ¿por qué el hierro se oxida y el oro no? ¿cómo sabemos que existen los átomos si no podemos verlos?
- Actividades de laboratorio sencillas: electrólisis del agua, formación de precipitados, observación de espectros de llamas.
- Uso de analogías y metáforas visuales que activen la imaginación.

Para alumnos reflexivos/asimiladores (observación reflexiva):

- Análisis de datos experimentales históricos: los experimentos de Rutherford, los espectros de emisión del hidrógeno.
- Comparación de diferentes modelos atómicos (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr) identificando sus limitaciones.
- Discusión sobre la naturaleza de los modelos científicos como representaciones aproximadas de la realidad.

Para alumnos teóricos/convergentes (conceptualización abstracta):

- Formalización de conceptos: números cuánticos, configuración electrónica, geometría molecular.
- Establecimiento de relaciones: cómo la configuración electrónica determina la posición en la tabla periódica y las propiedades.
- Resolución de problemas teóricos que requieran aplicar principios generales.

Para alumnos pragmáticos/acomodadores (experimentación activa):

- Aplicaciones prácticas: ¿cómo se utiliza la espectroscopia para identificar elementos en estrellas?
- Simulaciones computacionales de estructuras moleculares.
- Proyectos de investigación sobre aplicaciones tecnológicas (semiconductores, materiales avanzados).

El modelo VAK: canales sensoriales preferentes

La teoría VAK (Visual, Auditivo, Kinestésico) complementa el enfoque de Kolb al considerar los canales sensoriales predominantes en el aprendizaje. Para el tema de estructura de la materia, esta consideración es crucial dada la naturaleza abstracta de los conceptos:

Estudiantes visuales: Se beneficiarán de representaciones gráficas de orbitales, modelos tridimensionales (físicos o virtuales), diagramas de configuración electrónica, mapas conceptuales que relacionen conceptos, infografías sobre la historia del modelo atómico. La imaginación visual e icónica juega aquí un papel fundamental.

Estudiantes auditivos: Aprovecharán explicaciones orales estructuradas,

discusiones sobre la interpretación de los modelos, narraciones de la historia de los descubrimientos, canciones o rimas mnemotécnicas para recordar configuraciones electrónicas, debates sobre las implicaciones de la mecánica cuántica.

Estudiantes kinestésicos: Requerirán actividades manipulativas: construir modelos atómicos con materiales sencillos, representar con el cuerpo la disposición de electrones, simular experimentos de dispersión de partículas, utilizar simuladores interactivos que requieran acción.

Inteligencias múltiples en la enseñanza de la estructura de la materia

La teoría de Howard Gardner, que identifica al menos ocho tipos de inteligencia, ofrece un marco particularmente rico para diversificar la enseñanza de la estructura de la materia. A continuación, se propone cómo cada inteligencia puede ser movilizada en este tema:

Esta diversificación permite atender la premisa fundamental de la teoría de Gardner: "cada persona tiene capacidades en las ocho inteligencias y cada una funciona de una manera particular en cada persona". Además, reconoce que "hay muchas maneras de ser inteligentes dentro de cada categoría", lo que implica que no existe una única forma correcta de demostrar comprensión de la estructura de la materia.

Inteligencia	Activación en el tema de estructura de la materia
Lógico-matemática	Resolución de problemas de configuración electrónica, cálculo de números cuánticos, determinación de geometrías moleculares mediante teoría RPECV, relaciones cuantitativas en espectroscopia
Linguística	Redacción de explicaciones sobre los modelos atómicos, debates sobre la interpretación de la mecánica cuántica, elaboración de informes de laboratorio, lectura de textos históricos

Inteligencia	Activación en el tema de estructura de la materia
Espacial	Visualización de orbitales y geometrías moleculares, interpretación de representaciones tridimensionales, construcción de modelos físicos, uso de simulaciones computacionales
Corporal-kinestésica	Modelización con el cuerpo de estructuras atómicas y moleculares, construcción de maquetas, experimentos de laboratorio, representaciones teatrales de descubrimientos científicos.
Musical	Creación de canciones para recordar configuraciones electrónicas, exploración de relaciones entre frecuencias en espectros y escalas musicales, patrones rítmicos en la tabla periódica
Interpersonal	Trabajo colaborativo en la resolución de problemas, debates sobre implicaciones éticas de aplicaciones tecnológicas, enseñanza entre pares, discusión de controversias históricas
Intrapersonal	Reflexión sobre el propio proceso de comprensión, diarios de aprendizaje, autoevaluación de la evolución conceptual, conexión con intereses personales
Naturalista	Relación entre estructura atómica y fenómenos naturales (color de minerales, propiedades de los materiales, procesos geológicos) observación de patrones en la naturaleza que reflejen principios atómicos

Propuesta de organización integradora para la estructura de la materia

A partir de los elementos analizados, se propone una secuencia organizada en torno a preguntas, con actividades que atienden diferentes estilos e inteligencias, y que incorpora recursos imaginativos:

BLOQUE 1: ¿De qué está hecha la materia? (De lo macroscópico a lo submicroscópico)

Contenidos: Clasificación de la materia (sustancias puras, elementos, compuestos, mezclas homogéneas y heterogéneas), propiedades de la materia, primeras ideas sobre la naturaleza corpuscular.

Estilos de aprendizaje (Kolb):

- Experiencia concreta: Observación y clasificación de materiales cotidianos. Experimentos de separación de mezclas.
- Observación reflexiva: Discusión sobre qué tienen en común todos los materiales observados.
- Conceptualización abstracta: Introducción del concepto de átomo como unidad constituyente.
- Experimentación activa: Diseño de experimentos sencillos para identificar tipos de materia.
- Inteligencias múltiples: Naturalista (observación de materiales), espacial (representación de mezclas), lógico-matemática (clasificación), lingüística (descripción de observaciones).

Recursos imaginativos: Metáfora del "juego de construcciones" para entender la combinación de elementos. Imaginación icónica mediante dibujos de la disposición de partículas en sólidos, líquidos y gases.

BLOQUE 2: ¿Cómo sabemos que existen los átomos? (Modelos atómicos históricos)

Contenidos: Evidencias experimentales de la existencia de átomos, modelos de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr. Limitaciones de cada modelo.

Estilos de aprendizaje (Kolb):

- Experiencia concreta: Simulación de experimentos históricos (ej. analogía del experimento de Rutherford con canicas).
- Observación reflexiva: Análisis de los datos que llevaron a cada modelo.
- Conceptualización abstracta: Comparación sistemática de los modelos.
- Experimentación activa: Creación de líneas de tiempo interactivas, representaciones teatrales.

Inteligencias múltiples: Lingüística (narración histórica), espacial (representación de los modelos), corporal-kinestésica (simulaciones), interpersonal (trabajo en grupo).

Recursos imaginativos: Imaginación temática (convertirse en científicos del pasado). Metáfora de las "capas de cebolla" para entender la superación de modelos.

BLOQUE 3: ¿Cómo se organizan los electrones en los átomos? (Configuración electrónica y tabla periódica)

Contenidos: Números cuánticos, principio de exclusión de Pauli, regla de Hund, configuración electrónica, organización de la tabla periódica, propiedades periódicas.

Estilos de aprendizaje (Kolb):

- Experiencia concreta: Juegos de roles donde los estudiantes representan electrones ocupando orbitales.
- Observación reflexiva: Identificación de patrones en la tabla periódica.
- Conceptualización abstracta: Formalización de la configuración electrónica.

- Experimentación activa: Predicción de propiedades a partir de la posición en la tabla.

Inteligencias múltiples: Lógico-matemática (patrones y regularidades), musical (ritmos en la configuración), espacial (organización de la tabla), intrapersonal (reflexión sobre el propio aprendizaje).

Recursos imaginativos: Imaginación visual mediante diagramas de orbitales. Metáfora de los "edificios de electrones" (plantas = niveles, apartamentos = orbitales). Canciones mnemotécnicas.

BLOQUE 4: ¿Cómo se unen los átomos para formar moléculas? (Enlace químico)

Contenidos: Regla del octeto, enlace iónico, covalente y metálico, estructuras de Lewis, geometría molecular (RPECV), polaridad.

Estilos de aprendizaje (Kolb):

- Experiencia concreta: Construcción de modelos moleculares con plastilina y palillos.
- Observación reflexiva: Comparación de propiedades de sustancias con diferentes tipos de enlace.
- Conceptualización abstracta: Formalización de las teorías de enlace.
- Experimentación activa: Predicción de geometrías y polaridad de moléculas.

Inteligencias múltiples: Espacial (geometría molecular), corporal-kinestésica (construcción de modelos), lógico-matemática (predicción de estructuras), naturalista (relación con propiedades de materiales).

Recursos imaginativos: Imaginación metafórica ("el baile de los electrones", "el intercambio de regalos" para el enlace covalente). Imaginación icónica mediante representaciones tridimensionales.

BLOQUE 5: ¿Cómo se relacionan las moléculas entre sí? (Fuerzas intermoleculares y propiedades)

Contenidos: Fuerzas intermoleculares (dipolo-dipolo, London, puente de hidrógeno), relación con propiedades como puntos de fusión y ebullición, solubilidad.

Estilos de aprendizaje (Kolb):

- Experiencia concreta: Experimentos sencillos sobre tensión superficial, capilaridad, evaporación.
- Observación reflexiva: Análisis de tablas de propiedades.
- Conceptualización abstracta: Modelización de las interacciones.
- Experimentación activa: Explicación de fenómenos cotidianos (¿por qué el agua moja? ¿por qué el mercurio forma gotas?).

Inteligencias múltiples: Naturalista (observación de fenómenos), lingüística (explicaciones), espacial (representación de interacciones), interpersonal (discusión de aplicaciones).

Recursos imaginativos: Metáfora de las "manos invisibles" para las fuerzas intermoleculares. Proyecto final integrador que conecte todos los niveles.

Evaluación coherente con el enfoque integrador

La evaluación debe ser consecuente con la diversidad de estilos e inteligencias. Se propone:

- Evaluación diversificada que permita a los estudiantes demostrar su comprensión a través de:
- Mapas conceptuales (visual/espacial)
- Explicaciones orales o escritas (lingüística)

- Modelos tridimensionales (espacial/kinestésica)
- Resolución de problemas (lógico-matemática)
- Proyectos de aplicación (integrador)
- Evaluación del proceso que considere:
- La evolución en la comprensión de los modelos
- La capacidad de utilizar los modelos para explicar fenómenos
- La reflexión metacognitiva sobre el propio aprendizaje
- Autoevaluación y coevaluación que desarrollen la inteligencia intrapersonal e interpersonal.

Conclusiones

Los principios clave de esta organización integradora son:

1. Partir de preguntas significativas que den sentido al aprendizaje y conecten con fenómenos observables.
2. Ofrecer múltiples vías de acceso a los conceptos a través de actividades que activen diferentes estilos e inteligencias.
3. Utilizar recursos imaginativos (visuales, icónicos, metafóricos, temáticos) que faciliten la representación de entidades abstractas.
4. Conectar permanentemente los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico.
5. Evaluar de forma diversificada, reconociendo que la comprensión puede manifestarse de múltiples maneras.
6. Considerar el coeficiente intelectual como un dato orientativo más, no

como determinante exclusivo de las posibilidades de aprendizaje.

Esta propuesta no solo facilita el aprendizaje de la estructura de la materia, sino que contribuye a formar un pensamiento científico más auténtico, donde los modelos se entienden como construcciones humanas para explicar y predecir fenómenos, y donde hay lugar para todas las formas de ser inteligente. Como señala la pedagogía activa, se trata de ofrecer actividades lo más abiertas posibles, dando el tiempo y los recursos materiales necesarios para que estas potencialidades se desplieguen. Solo así la química dejará de ser una asignatura excluyente para convertirse en una aventura intelectual accesible a todos.



Capítulo XV

Propuesta didáctica: Aplicación de la Teoría de la Omisión (TOMs) en la enseñanza de la Física y la Química

La Teoría de la Omisión (Toms) propone que la información, conocimientos y conceptos que se desarrollan en los libros de texto no deben ser contradictorios, incoherentes o invalidados por los que se omiten. En muchos temas, el efecto de lo omitido en la información desarrollada provoca su incomprensión, cambia su significado y/o interpretación, demuestra que el análisis realizado es incorrecto.

El concepto de la TOMs se aplica en ejemplos que son fundamentales para aclarar y comprender su significado. En los ejemplos de física y química, un concepto, principio, ley, teoría o modelo se desarrolla desde un estado inicial (EI) en una dirección o secuencia de avance seleccionado, dicho avance es hasta un estado final (EF). En general, un concepto, principio, ley, teoría o modelo no termina en el EF, sino que continúa, o sea el desarrollo estado inicial-estado final es parcial.

Los conceptos, principios, leyes y teorías, durante el estado inicial-estado final deben ser coherentes con los omitidos o no desarrollados y enriquecerse en la medida que el desarrollo histórico de estos lo permita. En consonancia con lo expuesto anteriormente, un objetivo fundamental de la TOMs es avisar, destacar, señalar que al abordar un concepto, principio, ley o teoría se deben tener muchas precauciones y que estos aspectos se abordan siempre teniendo

en cuenta lo que se omite.

Es preciso señalar que durante las actividades y procesos de enseñanza-aprendizaje en el nivel medio y universitario, se han detectado conceptos, principios, leyes, teorías y modelos confusos o incorrectos que constituyen ideas previas de los estudiantes. Como conclusión de la tarea docente se considera que son consecuencia del tratamiento de los contenidos en forma incorrecta y de los conocimientos no desarrollados. Al analizar textos y artículos también se encuentran temas argumentados con características semejantes. Por tanto, los ejemplos son esenciales para aclarar y comprender el concepto de la TOMs. En general, los temas seleccionados como ejemplos se describen y analizan en forma sinóptica.

Se sostiene, que en el análisis realizado de los libros de física y química por los cuales estudian los profesores y estudiantes, se ha podido constatar que existen contenidos esenciales que han sido omitidos, lo cual va en detrimento de la motivación, en el desarrollo de una cultura y educación científica adecuada y en el establecimiento de asociaciones contradictorias en la estructura cognitiva de los estudiantes. La omisión de estos contenidos lleva, por tanto, a que la enseñanza de determinados temas no sea todo lo eficiente que puede ser y que el aprendizaje no alcance la riqueza necesaria que debe poseer. Por ello, es indispensable lograr que los contenidos que se omiten en los libros de física y química no hagan que aquellos que se desarrollan en las clases sean contradictorios, incoherentes o invalidados por estos. De lo contrario, dicha situación puede acarrear ideas alternativas, errores conceptuales y confusión en los contenidos recibidos.

Aplicación en Física: Cinemática y Dinámica

El error clásico en la enseñanza de la cinemática y la dinámica es presentar las ecuaciones y leyes como hechos aislados, omitiendo el proceso histórico-epistemológico y las condiciones de contorno que les dan significado.

Omisión típica a identificar (TOMs): Se enseñan las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) y las Leyes de Newton como verdades absolutas, omitiendo que la primera ley de Newton (ley de la inercia) solo es válida en sistemas de referencia inerciales. Esta omisión lleva

a que, cuando el estudiante intente aplicarla en un sistema acelerado (como un auto que frena), se genere un error conceptual al no poder explicar por qué siente que "algo" lo empuja hacia adelante (la fuerza inercial, que no es una fuerza real en el sentido de interacción).

Estrategia didáctica integrando modelos:

1. **Experiencia Concreta (Kolb) y Kinestésica (VAK):** Los estudiantes realizan un experimento sencillo: colocan una canica sobre una bandeja. Primero mueven la bandeja a velocidad constante y observan la canica. Luego, frenan bruscamente la bandeja y observan que la canica "sale disparada" hacia adelante. Esto activa la imaginación visual y la experiencia kinestésica.
2. **Observación Reflexiva (Kolb) e Inteligencias Interpersonal/Lingüística:** En grupos pequeños, los estudiantes discuten: "¿Por qué la canica se comporta diferente? ¿Hubo algo que la empujó hacia adelante cuando frenamos?". Aquí se fomenta la reflexión y el debate, permitiendo que surjan las ideas intuitivas (y erróneas) basadas en la omisión original.
3. **Conceptualización Abstracta (Kolb) e Inteligencia Lógico-Matemática/ Espacial:** El docente introduce el concepto de sistema de referencia inercial y no inercial. Se utiliza la imaginación metafórica de Holton: "Un sistema inercial es como una plataforma de tren que se mueve suave y constantemente; si el tren frena, la plataforma se vuelve extraña, ya no es un lugar tranquilo para hacer tus mediciones de las leyes de Newton". Se corrige la omisión mostrando que la primera ley solo "funciona" en la plataforma tranquila (inercial). Se utilizan diagramas (estilo visual) para representar los vectores de fuerza en cada sistema, explicando que en el sistema no inercial aparece una "falsa fuerza" (fuerza ficticia) para salvar las apariencias.
4. **Experimentación Activa (Kolb) e Inteligencia Lógico-Matemática:** Se proponen problemas donde el estudiante deba identificar primero el tipo de sistema de referencia antes de aplicar las leyes. Por ejemplo: analizar el movimiento de un péndulo dentro de un vagón de tren que acelera. Esto exige aplicar el nuevo conocimiento (lo que antes se

omitía) para resolver una situación novedosa, atendiendo a diferentes niveles de complejidad (graduación por CI).

Aplicación en Química: Estructura de la Materia

Uno de los conceptos más difíciles en química es la transición del modelo atómico de Bohr (planetario, visualmente atractivo pero incorrecto) al modelo de la mecánica cuántica (orbitales, probabilístico).

Omisión típica a identificar (TOMs): A menudo se enseña el modelo de Bohr y luego se " nombra" el modelo cuántico, omitiendo la explicación de por qué el primero es insuficiente (viola el principio de incertidumbre de Heisenberg, no predice espectros de átomos multielectrónicos). Esta omisión hace que los estudiantes se queden con la imagen mental del "electrón como planetita" (error conceptual) y vean los orbitales como "órbitas complicadas", lo cual es radicalmente diferente.

Estrategia didáctica integrando modelos:

1. **Experiencia Concreta (Kolb) y Visual:** Se presenta una simulación por computadora que muestre primero el modelo de Bohr (trayectorias definidas) y luego una nube de probabilidad (modelo cuántico). La comparación visual inmediata (estilo visual) activa la imaginación visual de Holton y plantea la pregunta: ¿cuál es la correcta?
2. **Observación Reflexiva (Kolb) e Inteligencia Intrapersonal:** Se pide a los alumnos que escriban en un diario de aprendizaje (reflexión individual) qué similitudes y diferencias encuentran entre ambos modelos. ¿Qué sensación les genera pasar de algo "ordenado" como una órbita a algo "difuso" como una nube?
3. **Conceptualización Abstracta (Kolb) e Imaginación Metafórica/ Temática:** El docente guía la corrección de la omisión. Explica que el modelo de Bohr era un paso intermedio, pero que experimentos posteriores (como la difracción de electrones) demostraron que los electrones tienen también propiedades ondulatorias. Aquí, la imaginación metafórica es vital: "No podemos preguntar dónde está el

electrón en cada instante, como no podemos preguntar dónde está una nota musical en una canción. El orbital es como el área de resonancia de esa nota, el espacio donde es más probable encontrarla". Se introduce el principio de incertidumbre como un tema** (imaginación temática de Holton) que guía la nueva física.

4. Experimentación Activa (Kolb) e Inteligencia Lógico-Matemática/ Espacial: Se proponen ejercicios donde los estudiantes deben dibujar o construir modelos tridimensionales (kinestésico, espacial) de orbitales s y p, entendiendo que el dibujo representa una superficie de probabilidad (95% de encontrar el electrón), no una trayectoria. Esto aplica el concepto correcto, reemplazando la imagen mental errónea de la "órbita". Los estudiantes con alta capacidad lógica (CI) pueden profundizar en el significado de la ecuación de onda, mientras que otros se centran en la forma y la probabilidad.

Conclusión: Hacia una enseñanza que no omite al estudiante

Integrar la Teoría de la Omisión en la planificación didáctica implica un cambio de paradigma. No se trata solo de llenar vacíos de contenido, sino de identificar qué omisiones estructurales en nuestra enseñanza generarán inevitablemente conceptos erróneos en las mentes diversas de nuestros alumnos.

Al diseñar estrategias que consideran:

- La TOMs, para garantizar la solidez lógica de lo enseñado.
- Los tipos de imaginación de Holton, para conectar con la creatividad científica.
- Kolb y el VAK, para abordar el ciclo completo del aprendizaje y las preferencias sensoriales.
- Las inteligencias múltiples, para ofrecer múltiples puertas de entrada al conocimiento.
- La diversidad cognitiva (CI), para graduar la profundidad y abstracción.

...se construye un andamiaje mucho más robusto que permite al estudiante no solo "saber" la definición, sino comprender el porqué y el para qué de un concepto, anclándolo en su estructura cognitiva de manera significativa y duradera, justo como lo que los autores de la TOfs buscan al advertir sobre los peligros de la información incompleta.

La Teoría de la Omisión en diálogo con otras tradiciones

La intuición central de la TOfs —que lo no dicho puede ser tan determinante como lo dicho— encuentra resonancias en diversas tradiciones de pensamiento educativo y filosófico. Establecer estos vínculos no solo legitima la propuesta, sino que la enriquece y la sitúa en un debate más amplio.

- El currículo oculto (Jackson, 1968; Eisner, 1985): La noción de que la escuela transmite mensajes implícitos a través de su organización, sus rutinas y sus prácticas, más allá del currículo explícito. La TOfs complementa esta idea al centrarse en las omisiones dentro del propio contenido disciplinar, no solo en las prácticas institucionales.
- El conocimiento tácito (Polanyi, 1966): La tesis de que "sabemos más de lo que podemos decir" ilumina cómo ciertos saberes fundamentales permanecen implícitos en la enseñanza, transmitiéndose de manera no verbal. La TOfs advierte que cuando estos saberes tácitos contradicen lo explícito, se generan confusiones.
- La teoría de la relevancia (Sperber & Wilson, 1986): En la comunicación, lo que se omite puede ser tan informativo como lo que se dice, pues el oyente infiere significados a partir de lo no dicho. En el aula, los estudiantes realizan inferencias constantes sobre lo que el docente o el texto callan.

Implicaciones para la investigación y la práctica:

1. Desarrollar protocolos de "análisis de omisiones" en textos y planificaciones docentes.
2. Formar a los profesores en la identificación de puntos ciegos en sus explicaciones.

3. Incorporar la pregunta "¿qué estoy omitiendo?" como rutina de planificación.

Bibliografía

- Contreras Vidal, J.L; Benvenuto Pérez; E.R; Sifredo Barrios, C; Rivero Pérez, H.R; Pedraza González, X. (2019). La Teoría de la Omisión y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física. ISBN: 978-959-7225-42-3 Editorial Académica Universitaria (Edacun) Universidad de Las Tunas.
- Eisner, E. W. (1985). The educational imagination: On the design and evaluation of school programs. Macmillan.
- Jackson, P. W. (1968). Life in classrooms. Holt, Rinehart and Winston.
- Polanyi, M. (1966). The tacit dimension. Doubleday.
- Sperber, D., & Wilson, D. (1986). Relevance: Communication and cognition. Harvard University Press.



Capítulo XVI

El papel de la humanística en la enseñanza de la física y la química

La enseñanza de las ciencias, en particular de la física y la química, enfrenta el desafío constante de ser percibida por los estudiantes como un conjunto de verdades abstractas, desvinculadas de la realidad y de la experiencia humana. Frente a esta problemática se propone un enfoque transformador: la integración de la humanística como eje fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje. Lejos de ser una mera adición cultural, la humanística se presenta como una dimensión esencial que dota de significado, contexto y sentido ético a la formación científica.

Fundamentos del enfoque humanístico

La enseñanza de las "ciencias duras" no puede ser un proceso mecánico de transmisión de conocimientos. Por el contrario, debe estar impregnada de una profunda reflexión sobre el ser humano, su historia, sus valores y su impacto en la sociedad. La humanística es crucial en la formación de conductas, valores y actitudes en los estudiantes, algo particularmente necesario en el mundo contemporáneo.

La Integración del Saber: Un Mundo que no se Analiza por Partes Aisladas

Uno de los pilares de esta corriente de pensamiento es la idea de que la realidad es una totalidad interconectada. En el libro "Historias relacionadas desde las ciencias con humanística" (2022), Contreras Vidal y sus coautores

(entre ellos, Edgardo Remo Benvenuto Pérez) parten de la premisa de que existe una "concatenación universal de los fenómenos". El objetivo central de esta obra es que el estudiante se apropie de la idea de que el mundo es integrado y que analizarlo por partes aisladas impide llegar a la esencia del todo. Siguiendo el espíritu de Einstein, los autores consideran que la ciencia es parte de una unidad mayor, y que esta unidad, cuando se "baña de humanismo", se enriquece y se vuelve más comprensible y significativa.

Esta visión tiene una implicación directa en la didáctica de la física y la química. No se trata solo de enseñar la ley de la gravitación universal o la estructura del átomo, sino de mostrar cómo estos conceptos se entrelazan con la historia, la filosofía, el arte y la literatura, ofreciendo una comprensión más rica y profunda.

Estrategias para una Enseñanza Humanizada de las "Ciencias Duras"

Los escritos de Contreras Vidal, especialmente el capítulo "La humanística en la enseñanza de las 'ciencias duras'" dentro de "Humanística en 3P", y su artículo homónimo en la Revista Varela (2021), delinean estrategias concretas para llevar este enfoque al aula:

- **Historias de Vida de Científicos como Modelos Formativos:** Se analizan las biografías de figuras como Albert Einstein, Richard Feynman, Marie Curie, Michael Faraday, y Charles Chaplin (como humanista), no solo por sus contribuciones técnicas, sino por su dimensión humana. Estos personajes se presentan como "genios de la pedagogía" y "generadores de valores y actitudes". Conocer sus luchas, dudas, errores y contextos sociales humaniza la ciencia y la acerca a los estudiantes, mostrándola como una construcción colectiva y falible, en lugar de un dogma revelado.
- **Análisis de Obras Literarias como Herramienta Didáctica:** Una de las propuestas más innovadoras es el uso de la literatura para enseñar ciencias exactas. La obra explora cómo clásicos como "La isla misteriosa" de Julio Verne o "Las aventuras de Tom Sawyer" de Mark Twain pueden ser una fuente inagotable de integración entre las ciencias humanísticas y

las exactas. A través de estas historias, los estudiantes pueden explorar principios físicos o químicos en un contexto narrativo atractivo, desarrollando a la vez su imaginación y su capacidad de análisis.

- **El Papel de la Mujer en la Historia de la Ciencia:** Un apartado específico se dedica a visibilizar el rol de la mujer en la ciencia, desde los inicios de su reconocimiento formal hasta la contribución de mujeres cubanas a la ciencia. Esta perspectiva es crucial para ofrecer una imagen más completa y equitativa de la historia científica, y para inspirar a todas las estudiantes.
- **Análisis del Pensamiento de Grandes Humanistas y Científicos Latinoamericanos:** La obra de Contreras Vidal también revaloriza el pensamiento de figuras clave de América Latina, como los sacerdotes y pedagogos Félix Varela y Francisco Javier Clavijero, o el Maestro Luis Beltrán Prieto Figueroa. Se analiza cómo estos pensadores integraron la ciencia en su visión humanista y educativa, ofreciendo un modelo de "profesor humanista" aplicable a las ciencias naturales, como ejemplifica también la figura del naturalista cubano Felipe Poey.

Conclusión: Hacia una cultura científica con sentido

En síntesis, el trabajo de Jorge Luis Contreras Vidal propone un replanteamiento profundo de la didáctica de la física y la química. La humanística no es un adorno, sino un componente estructural que permite:

1. Contextualizar el conocimiento científico, mostrando su origen y evolución histórica.
2. Humanizar a los científicos, presentándolos como seres humanos complejos y apasionados.
3. Integrar saberes, demostrando que la ciencia dialoga constantemente con la literatura, la filosofía y el arte.
4. Formar en valores, utilizando la historia de la ciencia para reflexionar sobre la ética, la responsabilidad social y la justicia.

Al adoptar este enfoque, la enseñanza de la física y la química deja de ser un ejercicio de memorización para convertirse en una aventura del pensamiento, que forma no solo a futuros científicos, sino a ciudadanos cultos, críticos y comprometidos con su realidad. Es, en definitiva, un llamado a enseñar las ciencias "en su forma natural", como una parte viva y fundamental de la cultura humana.

Bibliografía

- Contreras, J. L., Valle, S. O, González, L. A, Benvenuto, E. R y Pedraza, X. (2020). La humanística en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física y la Química. Editorial Académica Universitaria (Edacun). ISBN. 978- 959-7225-74-4. Universidad de las Tunas. Cuba
- Contreras Vidal, J.L. y otros (2020). GENIALES ACTITUDES (+) Principio de Grandeza. Editorial Tecnocientífica Americana. ISBN: 978-0-3110-0008-1. Disponible en: <http://www.etecam.com/index.php/etecam/article/download/28/58>



Epílogo

 Al llegar al final de este recorrido, el lector habrá compartido con nosotros un viaje que comenzó en las preguntas más elementales ¿cómo aprendemos? ¿por qué aprendemos diferente? y nos condujo a través de los territorios de la psicología cognitiva, la epistemología, la didáctica específica y la reflexión humanística. Hemos visitado las mentes de genios como Einstein, Galileo, Kepler, Young, Bohr, Fermi y Millikan, no para venerarlos como figuras inalcanzables, sino para comprender que su grandeza residió, en buena medida, en su capacidad de imaginar de formas que todos, en alguna medida, compartimos.

Hemos explorado la diversidad cognitiva no como una dificultad que deba ser normalizada, sino como una riqueza que debe ser cultivada. Hemos aprendido que existen múltiples inteligencias, múltiples estilos, múltiples formas de percibir, procesar y expresar el conocimiento. Hemos descubierto que la imaginación visual, la metafórica y la temática son herramientas fundamentales no solo para los científicos, sino para todos aquellos que desean comprender el mundo en profundidad.

Hemos introducido la Teoría de la Omisión como una llamada de atención: enseñar bien implica también ser conscientes de lo que callamos, de lo que dejamos fuera, de lo que, por acción u omisión, puede generar en nuestros estudiantes conceptos erróneos y aprendizajes superficiales. La omisión no es neutral; es una elección que conlleva responsabilidades éticas y epistemológicas.

Y hemos reivindicado el lugar de la humanística en la enseñanza de las ciencias, porque la física y la química no son únicamente ecuaciones y experimentos, sino también historia, filosofía, arte, valores y compromiso social. Enseñar ciencias es enseñar a pensar, pero también a sentir, a dudar, a maravillarse y a responsabilizarse.

Ahora, al cerrar estas páginas, el desafío no ha hecho más que comenzar. La verdadera prueba de las ideas aquí expuestas no está en su coherencia interna ni en su elegancia teórica, sino en su capacidad para transformar la práctica

cotidiana en las aulas. Cada docente que tome este libro encontrará en él no un recetario, sino un estímulo para reflexionar sobre su propia enseñanza, para observar con nuevos ojos a sus estudiantes, para atreverse a innovar, para incorporar nuevas estrategias, para preguntarse constantemente: ¿qué estoy omitiendo que podría ser esencial? ¿cómo puedo llegar a aquellos que no aprenden como yo? ¿de qué manera puedo integrar la historia, el arte, la literatura, la vida, en mis clases de física o química?

Sabemos que el camino no es fácil. La inercia de las tradiciones educativas, las exigencias curriculares, la falta de tiempo y recursos, las resistencias institucionales son obstáculos reales. Pero también sabemos, por nuestra propia experiencia, que el cambio es posible cuando se emprende con convicción, con creatividad y, sobre todo, con el compromiso inquebrantable de poner al estudiante en el centro del proceso educativo.

Este libro no es un punto de llegada, sino un punto de partida. Queda mucho por investigar, mucho por experimentar, mucho por compartir. Por ello, invitamos a los lectores a convertirse también en autores: a poner a prueba estas ideas en sus aulas, a adaptarlas a sus contextos, a enriquecerlas con sus propias experiencias, a comunicar sus hallazgos y a mantener vivo el diálogo sobre cómo hacer de la enseñanza de las ciencias una experiencia más humana, más inclusiva y más profundamente significativa.

Porque, al final, enseñar no es solo transmitir conocimientos. Es abrir ventanas a mundos nuevos, es encender la chispa de la curiosidad, es acompañar a cada persona en el descubrimiento de su propia forma de ser inteligente, es recordar que, como decía Einstein, "la imaginación es más importante que el conocimiento". Que estas páginas sirvan para que muchos más educadores y estudiantes se atrevan a imaginar.

CÓMO ENSEÑAR, SI TODOS NO APRENDEMOS IGUAL



Edgardo Remo Benvenuto Pérez

Jorge Luis Contreras Vidal

Leidy Uc Tzec

Eberto Tuniesky Gutierrez De León

Sandra Landazuri Espinoza

Sandra Paulina Castillo Cárdenas

La obra que el lector tiene en sus manos, “Cómo enseñar si todos no aprendemos igual”, constituye un hito en la literatura pedagógica contemporánea, no solo por la ambición de su propósito, sino por la honestidad con que aborda la complejidad del acto educativo. Los autores, con una trayectoria académica bien valorada en el ámbito de la educación, nos invitan a recorrer un camino que va desde la reflexión más profunda sobre la naturaleza del pensamiento científico hasta la aplicación más concreta en el aula de física y química. A lo largo de sus páginas, el lector descubrirá que enseñar ciencias no es transmitir fórmulas y definiciones, sino formar mentes capaces de imaginar, de establecer analogías, de sostener convicciones temáticas y, sobre todo, de reconocer que el conocimiento es siempre una construcción incompleta que se enriquece cuando se integra con la dimensión humanística.

ISBN: 978-9942-626-46-2




EDICIONES
GESICAP