

Artículo original de reflexión

Las analogías como puentes hacia la comprensión: Una reflexión desde la enseñanza de la bioquímica en las ciencias de la salud.

Analogy as Bridges to Understanding: A Reflection from Biochemistry Teaching in Health Sciences.

Milton Fabian Suárez-Ortegón^{1,a}

1. Bacteriólogo y Laboratorista Clínico, Magíster en Ciencias Biomédicas, Doctor en Ciencias de la Salud Poblacional, Profesor Departamento de Nutrición y Alimentación.

a. Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia).

CORRESPONDENCIA

Milton Fabian Suarez Ortégón
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-0513-5196>
Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia).
E-mail: milton.suarez@javerianacali.edu.co

CONFLICTO DE INTERESES

El autor del artículo hace constar que no existe, de manera directa o indirecta, ningún tipo de conflicto de intereses que pueda poner en peligro la validez de lo comunicado.

RECIBIDO: 03 de julio de 2026.
ACEPTADO: 25 de agosto de 2026.

RESUMEN

La enseñanza en las ciencias de la salud trasciende la simple transmisión de conocimientos y requiere estrategias que involucren activamente a los estudiantes en la construcción de la comprensión. Este desafío es particularmente relevante en disciplinas básicas como la bioquímica, la fisiología y la biología celular, donde los estudiantes deben comprender mecanismos complejos que ocurren a escalas microscópicas no observables de forma directa. Como consecuencia, la memorización suele convertirse en la estrategia predominante de aprendizaje, frecuentemente en detrimento de una comprensión significativa. Este artículo de reflexión explora el uso de las analogías como herramientas pedagógicas para facilitar el aprendizaje de conceptos bioquímicos en la educación superior. A partir de experiencias en la enseñanza de la bioquímica y las ciencias de la salud, se propone una estrategia didáctica en la que las analogías no se presentan como explicaciones acabadas, sino como ejercicios guiados que estimulan a los estudiantes a identificar correspondencias funcionales entre contextos familiares y procesos biológicos. Se discuten cuatro ejemplos ilustrativos: el metabolismo hepático de la vitamina E, el papel del magnesio en las reacciones enzimáticas, la función de la bilis en la digestión de las grasas y la resistencia a la insulina. En cada caso, la analogía se construye alrededor de un patrón funcional compartido —como la selección preferencial, la mediación de conflictos, la creación de interfaces o la respuesta compensatoria—, lo que permite a los estudiantes reconocer relaciones entre situaciones cotidianas y mecanismos bioquímicos. La metodología propuesta enfatiza la observación, la inferencia y la discusión colaborativa, promoviendo la participación activa y el razonamiento conceptual. Más que simplificar contenidos, las analogías actúan como puentes cognitivos que favorecen la abstracción y la imaginación, habilidades esenciales para comprender los sistemas biológicos.

Palabras clave: Analogías, enseñanza de la bioquímica, educación en ciencias de la salud, aprendizaje significativo, aprendizaje activo, comprensión conceptual.

ABSTRACT

Teaching in the health sciences transcends the simple transmission of knowledge and requires strategies that actively engage students in constructing understanding. This challenge is particularly relevant in basic disciplines such as biochemistry, physiology, and cell biology, where students must comprehend complex mechanisms occurring at microscopic scales that are not directly observable. Consequently, memorization often becomes the predominant learning strategy, frequently to the detriment of meaningful understanding. This reflection article explores the use of analogies as pedagogical tools to facilitate the learning of biochemical concepts in higher education. Based on experiences in teaching biochemistry and health sciences, a didactic strategy is proposed in which analogies are not presented as finished explanations, but rather as guided exercises that encourage students to identify functional correspondences between familiar contexts and biological processes. Four illustrative examples are discussed: hepatic metabolism of vitamin E, the role of magnesium in enzymatic reactions, the function of bile in fat digestion, and insulin resistance. In each case, the analogy is built around a shared functional pattern—such as preferential selection, conflict mediation, interface creation, or compensatory response—allowing students to recognize relationships between everyday situations and biochemical mechanisms. The proposed methodology emphasizes observation, inference, and collaborative discussion, promoting active participation and conceptual reasoning. Rather than merely simplifying content, analogies act as cognitive bridges that foster abstraction and imagination—essential skills for understanding biological systems.

Key words: Analogies, biochemistry teaching, health sciences education, meaningful learning, active learning, conceptual understanding.

Suárez-Ortegón MF. Las analogías como puentes hacia la comprensión: Una reflexión desde la enseñanza de la bioquímica en las ciencias de la salud. *Salutem Scientia Spiritus* 2026; 12(3):20-29.



La Revista *Salutem Scientia Spiritus* usa la licencia Creative Commons de Atribución - No comercial - Sin derivar.

Los textos de la revista son posibles de ser descargados en versión PDF siempre que sea reconocida la autoría y el texto no tenga modificaciones de ningún tipo.

INTRODUCCIÓN

La docencia puede entenderse a partir de cuatro preguntas fundamentales: ¿qué se enseña?, ¿quién orienta el proceso?, ¿a quién está dirigido? y ¿cómo se desarrolla? Estas preguntas representan cuatro dimensiones esenciales de cualquier experiencia educativa: el concepto, el orientador, la audiencia y la metodología.

El *qué* corresponde al concepto que se desea enseñar. Sin embargo, hablar únicamente de transmisión del conocimiento puede resultar en una visión limitada de la educación. El término transmitir sugiere una vía unidireccional en la que la información fluye desde el docente hacia el estudiante. En la práctica, la enseñanza implica también discutir, cuestionar, construir y reconstruir conocimientos. Cuando los conceptos se convierten en objeto de diálogo y construcción conjunta, aumentan las oportunidades para que el aprendizaje sea significativo y para que la experiencia educativa se transforme en un proceso de retroalimentación mutua.^{1,2}

El *quién* corresponde al docente o, en un sentido más amplio, al orientador del aprendizaje. Su función va más allá de exponer contenidos; consiste en crear las condiciones necesarias para que los estudiantes se involucren activamente en el proceso educativo. Más que un transmisor de información, el docente actúa como facilitador, mediador y guía en la construcción del conocimiento.^{3,4}

La tercera dimensión, el *a quién*, hace referencia a la audiencia. Comprender quiénes son los estudiantes, cuál es su nivel de formación, cuáles son sus expectativas y, especialmente, cuál es su grado de motivación, constituye un elemento fundamental para el diseño de cualquier estrategia pedagógica.

La motivación estudiantil rara vez es homogénea. Algunos estudiantes ingresan a un programa académico convencidos de haber elegido la profesión adecuada y muestran una disposición favorable hacia la mayoría de las asignaturas. Otros comparten esa convicción profesional, pero manifiestan diferentes niveles de interés según la naturaleza de cada curso. También existen estudiantes que aún no tienen certeza sobre su elección profesional, circunstancia que puede influir en su compromiso con determinadas asignaturas. Finalmente, algunos estudiantes, aun cuando mantienen dudas sobre su futuro profesional, conservan una actitud abierta y buscan aprovechar al máximo las oportunidades de aprendizaje disponibles. Esta diversidad de trayectorias, intereses y motivaciones configura grupos de estudiantes profundamente heterogéneos. En consecuencia, uno de los principales desafíos de la docencia universitaria consiste en desarrollar estrategias capaces de despertar el interés de audiencias diversas y promover su participación activa en el proceso educativo.^{4,5}

Finalmente, el *cómo* corresponde a la metodología empleada para favorecer la comprensión de los conceptos. Más allá de lograr que

los estudiantes recuerden determinada información, el objetivo es promover niveles de comprensión que les permitan analizar, relacionar y aplicar los conocimientos adquiridos desde diferentes perspectivas, favoreciendo aprendizajes profundos y transferibles a nuevas situaciones.^{1,6}

APRENDEMOS DE NUESTROS MODELOS

Ningún docente ha llegado a serlo sin haber sido antes estudiante. Por esta razón, gran parte de nuestras prácticas pedagógicas están influidas por las experiencias que vivimos durante nuestra formación académica. Con relativa facilidad recordamos a aquellos profesores que dejaron una huella positiva en nuestro aprendizaje, así como a quienes no lograron generar el mismo impacto.

Los docentes que solemos recordar con mayor aprecio son aquellos que lograban involucrarnos activamente en la dinámica de la clase. De ellos recordamos no solo los contenidos que enseñaban, sino también la manera en que planteaban preguntas, estimulaban la reflexión y convertían el aula en un espacio de interacción intelectual.

Paradójicamente, los docentes menos exitosos también terminan ejerciendo una influencia importante sobre nuestra práctica profesional. En muchos casos nos enseñan, de manera indirecta, aquello que procuramos evitar cuando asumimos el rol de orientadores. Sus limitaciones metodológicas se convierten en referentes negativos que contribuyen a moldear nuestras propias decisiones pedagógicas.

Entre estos enfoques destaca el modelo de enseñanza basado exclusivamente en la exposición magistral. Aunque la clase magistral continúa siendo una herramienta válida en determinados contextos, su uso como estrategia única limita las oportunidades de participación, reflexión y construcción activa del conocimiento. Muchos de los docentes menos memorables fundamentaban su práctica en largas exposiciones unidireccionales, en las cuales la interacción con los estudiantes era mínima y el aprendizaje dependía casi exclusivamente de la capacidad de escucha y memorización de la audiencia.

Desde mi perspectiva, la labor docente no consiste únicamente en encontrar mejores formas de explicar conceptos complejos. También implica captar y mantener la atención de los estudiantes, condición indispensable para que un aprendizaje significativo pueda producirse. En este sentido, el docente debe desarrollar habilidades comunicativas capaces de despertar el interés y la curiosidad de su audiencia.

No se trata de convertir el aula en un escenario de entretenimiento, sino de reconocer que la atención constituye un recurso limitado y que mantenerla requiere creatividad, entusiasmo y autenticidad.

Una característica común entre los docentes que logran generar un impacto duradero es la pasión que transmiten por aquello que enseñan. Esa pasión suele traducirse en una búsqueda constante de estrategias para hacer más accesibles los contenidos y para conectar los conceptos académicos con experiencias significativas para los estudiantes.

Muchos docentes no provenimos de disciplinas artísticas ni poseemos formación en actuación o comunicación escénica. Sin embargo, nuestras experiencias fuera del ámbito académico (la literatura, el cine, la música, las series de televisión o incluso la cultura popular) pueden convertirse en fuentes valiosas de recursos pedagógicos. Precisamente en este punto surge una herramienta que ha demostrado ser especialmente útil en mi experiencia docente: el uso de analogías como puente entre conceptos complejos y experiencias familiares para los estudiantes.

LOS CONTENIDOS ABSTRACTOS EN LAS CIENCIAS BÁSICAS

Las ciencias básicas constituyen uno de los principales desafíos para los estudiantes de los programas de ciencias de la salud. Con frecuencia, asignaturas como Biología Celular, Bioquímica, Fisiología o los módulos integrados de sistemas orgánicos se ubican en los primeros semestres de formación y sirven como fundamento para cursos posteriores de carácter clínico y profesional. En consecuencia, los estudiantes deben enfrentarse simultáneamente a la transición hacia la educación superior, a una elevada carga académica y a la necesidad de comprender conceptos completamente nuevos.

Una característica particular de estas disciplinas es que gran parte de sus contenidos se desarrolla en escalas que no son directamente observables. Los estudiantes deben comprender mecanismos que ocurren dentro de las células, entre moléculas o a escala de tejidos microscópicos. A diferencia de otros campos del conocimiento en los que los fenómenos pueden observarse de manera directa, en las ciencias básicas el aprendizaje depende en gran medida de la capacidad para construir representaciones mentales de procesos invisibles.

Esta condición convierte la abstracción en una competencia fundamental. Sin embargo, muchos estudiantes encuentran dificultades para imaginar estos procesos y terminan recurriendo a una estrategia frecuente, pero limitada: la memorización. Aunque la memorización puede permitir recordar temporalmente nombres, estructuras o secuencias de eventos, rara vez garantiza una comprensión profunda de los mecanismos involucrados. Como resultado, los conocimientos adquiridos suelen fragmentarse y se vuelven difíciles de aplicar en contextos nuevos o de integrar con aprendizajes posteriores. En este contexto, uno de los retos más importantes del docente consiste en estimular la capacidad

de abstracción de los estudiantes y favorecer la construcción de modelos mentales que les permitan visualizar aquello que no pueden observar directamente. Más que memorizar componentes aislados, los estudiantes necesitan comprender las relaciones funcionales entre ellos y reconocer el papel que cada elemento desempeña dentro del sistema biológico.

Desde esta perspectiva, resulta especialmente importante que cada componente involucrado en un proceso celular adquiera una identidad funcional. En otras palabras, no basta con conocer el nombre de una molécula, una enzima o un receptor; es necesario comprender qué hace, por qué participa en el proceso y cuál es su relación con los demás elementos del sistema. Cuando esta comprensión funcional se consolida, los mecanismos biológicos dejan de percibirse como listas de eventos desconectados y comienzan a adquirir coherencia lógica.

Dado que los mecanismos constituyen una parte central de los contenidos de las ciencias básicas, existen cuatro preguntas fundamentales que deberían quedar razonablemente resueltas al finalizar cualquier experiencia de aprendizaje: ¿qué ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿por qué ocurre? y ¿cómo ocurre? Cuando el estudiante logra responder estas preguntas, aumenta la probabilidad de que haya alcanzado una comprensión significativa del fenómeno estudiado.

LAS ANALOGÍAS COMO HERRAMIENTA PARA COMPRENDER MECANISMOS BIOLÓGICOS

Frente a estos desafíos, las analogías emergen como una estrategia pedagógica particularmente valiosa. Su utilidad no radica únicamente en establecer comparaciones entre fenómenos diferentes, sino en facilitar procesos de abstracción que permitan trasladar conocimientos desde contextos familiares hacia conceptos complejos y poco visibles.⁷⁻⁹

Las analogías ayudan a identificar a los actores involucrados en un mecanismo biológico y a comprender las funciones que desempeña cada uno de ellos. Al relacionar procesos celulares con situaciones conocidas por los estudiantes, los conceptos adquieren significado y se vuelven más accesibles.⁷ De esta manera, preguntas fundamentales como ¿qué ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿por qué ocurre? y ¿cómo ocurre? pueden abordarse desde marcos de referencia más cercanos a la experiencia cotidiana. Además, el uso de analogías implica un proceso de análisis que suele pasar inadvertido.

En esencia, una analogía requiere descomponer un fenómeno complejo en sus componentes fundamentales para, posteriormente, reconstruirlo dentro de un contexto diferente, pero estructuralmente comparable.⁸ Este proceso puede entenderse como una estrategia de descomposición y recomposición conceptual.

Una analogía funciona de manera similar a un rompecabezas o a una construcción con bloques. Primero, se identifican las piezas esenciales del mecanismo biológico; posteriormente, cada una adquiere un significado dentro de una historia, situación o contexto familiar para el estudiante. Finalmente, se vuelven a integrar las piezas para reconstruir el fenómeno original desde una perspectiva más comprensible. Así, la analogía no solo simplifica la información: también ayuda a organizarla, relacionarla y darle coherencia.

EJEMPLOS DE ANALOGÍAS EN LA BIOQUÍMICA ENFOCADA EN LA SALUD

Caso 1. El metabolismo hepático de la vitamina E: Cuando una forma recibe un trato preferencial

El metabolismo de la vitamina E constituye un ejemplo particularmente útil para explorar la especificidad biológica. Aunque la dieta aporta ocho formas diferentes de vitamina E (cuatro tocoferoles y cuatro tocotrienoles), el organismo distribuye preferencialmente una sola de ellas: el alfa-tocoferol. Esta selección ocurre en el hígado gracias a la acción de la proteína de transferencia de alfa-tocoferol (TTP), que reconoce y transporta principalmente esta forma de vitamina E hacia la circulación sanguínea. Las demás formas son metabolizadas y eliminadas, a pesar de sus similitudes estructurales.

Desde la perspectiva del estudiante, resulta difícil comprender por qué moléculas tan parecidas reciben destinos biológicos tan diferentes. En este contexto, una analogía basada en dinámicas de aceptación y exclusión social puede facilitar la comprensión del fenómeno. Una referencia frecuentemente reconocida por los estudiantes es la película *Mean Girls* (Chicas pesadas). En ella, un grupo de estudiantes populares ejerce una clara diferenciación entre quienes considera aceptables y quienes no. A pesar de que muchas estudiantes comparten el mismo entorno y características generales, solo algunas son admitidas dentro del círculo social privilegiado.

La analogía permite establecer una correspondencia sencilla: la proteína TTP desempeña el papel del grupo selectivo que decide quién puede continuar; el alfa-tocoferol representa a la persona aceptada; mientras que las demás formas de vitamina E corresponden a los individuos excluidos del grupo. Aunque toda analogía tiene limitaciones y no reproduce fielmente la complejidad biológica, esta representación ayuda a comprender una característica esencial del mecanismo: la existencia de una marcada selectividad molecular. Más importante aún, permite que los estudiantes recuerden posteriormente el concepto central sin necesidad de memorizar todos los detalles bioquímicos del proceso.

Caso 2. El magnesio como mediador de conflictos: Facilitando el encuentro entre las partes

Las enzimas son proteínas especializadas que aceleran las reacciones químicas necesarias para la vida. Para funcionar adecuadamente, deben reconocer moléculas específicas y posicionarlas correctamente dentro de una región denominada sitio activo. Sin embargo, algunas reacciones presentan dificultades adicionales debido a las características químicas de los compuestos involucrados.

Este es el caso de muchas moléculas que contienen grupos fosfato, como el ATP. Debido a sus cargas negativas, estos compuestos pueden generar repulsiones electrostáticas que dificultan la interacción eficiente con determinados componentes del sitio activo enzimático. En estas circunstancias interviene el magnesio (Mg^{2+}), un ion con carga positiva que neutraliza parcialmente dichas repulsiones y facilita el desarrollo de la reacción.

Para explicar este papel mediador, resulta útil recurrir a una analogía basada en dinámicas de trabajo en equipo. Imaginemos una agrupación musical de gran éxito internacional cuyos integrantes atraviesan un conflicto interno. A pesar de tener programado un concierto altamente esperado, las tensiones personales amenazan con impedir su realización. En este escenario aparece una figura conciliadora, el representante o manager, cuya función consiste en mediar entre las partes, reducir los conflictos y crear las condiciones necesarias para que el evento pueda llevarse a cabo.

Dentro de esta analogía, los integrantes de la banda representan los componentes de la reacción química; el concierto simboliza la reacción enzimática exitosa; y el manager corresponde al ion magnesio. Su función no consiste en sustituir a ninguno de los participantes ni en convertirse en el protagonista principal, sino en facilitar que las interacciones ocurran de manera adecuada. La utilidad pedagógica de esta analogía radica en que permite atribuir una identidad funcional al magnesio. En lugar de memorizar que se trata de un cofactor enzimático, el estudiante puede comprenderlo como un mediador indispensable para que el proceso se desarrolle correctamente.¹⁰

Caso 3. La bilis como puente entre dos mundos opuestos: Facilitando la interacción entre grasas y agua

La digestión de las grasas constituye uno de los procesos más difíciles de visualizar para los estudiantes. A diferencia de los carbohidratos o de muchas proteínas, las grasas poseen una característica particular: no se mezclan fácilmente con el agua. Debido a ello, cuando llegan al intestino tienden a agruparse en grandes gotas que dificultan la acción de las enzimas digestivas. En este contexto aparece la bilis, un líquido producido por el hígado y almacenado en la vesícula biliar. Su función principal no consiste en degradar químicamente las grasas, sino en fragmentarlas en gotas mucho más pequeñas mediante un proceso denominado emulsificación.

Las analogías como puentes hacia la comprensión.

Tabla 1. Correspondencias entre los elementos de las analogías y los componentes de los mecanismos bioquímicos utilizados como ejemplos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Concepto bioquímico	Contexto de la analogía y sus elementos	Elementos en el concepto bioquímico	Correspondencias propuestas	Patrón de proceso compartido
Metabolismo hepático de la vitamina E	Película Mean Girls. Elementos: - Regina George - Cady (estudiantes nueva) - Amigos de Cady	- TTP (proteína de transeferencia de tocoferol) - Alfa-tocoferol - Formas no alfa-tocoferol - Redistribución alfa-tocoferol - Degradación formas no alfa-tocoferol	TTP = Regina George (actor selectivo); α -tocoferol = estudiante aceptada por el grupo; otras formas de vitamina E = estudiantes excluidos; redistribución sistémica = integración al grupo social; degradación hepática = exclusión de la dinámica social.	Selección y exclusión preferencial de actores similares. Aunque existen múltiples alternativas disponibles, solo una recibe trato preferencial y continúa hacia la siguiente etapa del proceso.
Función del magnesio en reacciones enzimáticas	Banda Pop Coreano y concierto en aprietos. Elementos: - Integrantes de la banda - Manager - Empresario concierto - Lugar concierto - Concierto	- Magnesio - Grupos fosfato - Enzima - Sitio activa enzimática - Reacción enzimática	Magnesio = manager conciliador; grupos fosfato = integrantes en conflicto; sitio activo = espacio físico del concierto; reacción enzimática exitosa = concierto realizado; enzima = empresario que coordina el evento.	Mediación de conflictos para permitir que un proceso ocurra exitosamente. La presencia de un facilitador reduce tensiones entre las partes y posibilita el resultado esperado.
Papel de la bilis en la digestión de las grasas	Fiesta con grupos musicales de distintas tendencias. Elementos: - Grupo minoría Rock - Población mayoría reggaetón - Estudiante con afinidad por ambas tendencias	- Sales biliares - Grasa - Medio acuoso intestinal	Sales biliares = estudiante con afinidad por ambas tendencias musicales; grasa = estudiantes aficionados al rock; medio acuoso intestinal = resto de asistentes afines al reggaetón; emulsificación = integración de grupos previamente separados.	Creación de una interfaz entre dos grupos o entornos con baja afinidad entre sí. Un actor con afinidad por ambos facilita la interacción y la integración.
Resistencia a la insulina	Protesta social y fuerza pública. Elementos: - Gobierno - Fuera pública	- Páncreas - Insulina - Glucosa - Circulación sanguínea	Glucosa circulante = ciudadanos movilizados; insulina = fuerza pública; páncreas = autoridad que envía refuerzos; aumento de insulina = incremento de efectivos; resistencia a la insulina = disminución de la capacidad de control; diabetes tipo 2 = pérdida progresiva de la capacidad compensatoria del sistema.	Escalada compensatoria frente a una respuesta progresivamente menos efectiva. El sistema incrementa la intensidad del estímulo para intentar mantener el control, pero llega un punto en que la compensación deja de ser suficiente.

Esta capacidad se debe a que los principales componentes de la bilis poseen una estructura anfipática: una parte de la molécula interactúa con las grasas y otra, con el agua. Gracias a esta característica, la bilis crea una interfaz que facilita el contacto entre dos sustancias que naturalmente tienden a permanecer separadas.

La comprensión de este mecanismo suele mejorar cuando se utiliza una analogía basada en procesos de integración social. Imaginemos una reunión estudiantil en la que conviven grupos con intereses muy diferentes. Un grupo disfruta principalmente

de música rock, mientras que el ambiente general de la fiesta está dominado por otros géneros musicales. Como consecuencia, estos estudiantes pueden sentirse poco integrados y permanecer aislados del resto de los asistentes.

En este escenario aparece una persona con afinidad por ambos grupos y capaz de interactuar cómodamente con cada uno de ellos. Gracias a esta doble afinidad, puede facilitar la comunicación, promover la interacción y generar un ambiente más integrador para todos los participantes.



Figura 1. Proceso de construcción de la analogía para la comprensión de mecanismos biológicos. Fuente: Elaborada por el autor con apoyo de Inteligencia Artificial Generativa.

Dentro de esta analogía, los estudiantes aficionados al rock representan las moléculas de grasa; el resto de los asistentes simboliza el medio acuoso intestinal; y la persona con afinidad por ambos grupos representa a las sales biliares. La utilidad pedagógica de esta comparación radica en que permite comprender una característica central de la bilis: su capacidad para actuar simultáneamente sobre dos entornos distintos y favorecer la interacción entre ellos.

Más allá de memorizar el término «anfipático», el estudiante puede asociar este concepto con la idea de un mediador capaz de relacionarse con dos mundos diferentes, facilitando así la comprensión del mecanismo digestivo.

Caso 4. Resistencia a la insulina: Un fenómeno de descompensación

La insulina es una hormona producida por el páncreas que permite que la glucosa presente en la sangre ingrese a las células para ser utilizada como fuente de energía. Tras una comida, el aumento de glucosa en la circulación estimula la liberación de insulina, la cual se une a receptores específicos en las células y favorece la incorporación de transportadores de glucosa en la membrana celular. En la resistencia a la insulina, las células de tejidos como el músculo y el tejido adiposo responden cada vez menos eficientemente a esta hormona. Como mecanismo compensatorio, el páncreas incrementa progresivamente la producción de insulina con el fin de mantener niveles normales de glucosa en sangre. Sin embargo, con el paso del tiempo, esta compensación puede

resultar insuficiente, favoreciendo la acumulación de glucosa en la circulación y aumentando el riesgo de desarrollar prediabetes y, posteriormente, diabetes mellitus tipo 2.

Para comprender este mecanismo puede recurrirse a una analogía basada en contextos de movilización social. En una protesta ciudadana, las calles son ocupadas por personas que expresan inconformidad frente a determinadas situaciones. Ante el aumento de la magnitud o frecuencia de las manifestaciones, las autoridades suelen incrementar la presencia de la fuerza pública con el objetivo de mantener el control del espacio público y reducir la intensidad de las protestas.

Durante un tiempo, el incremento de efectivos puede resultar suficiente para contener las movilizaciones. Sin embargo, en determinados escenarios, el aumento progresivo de las medidas de control deja de generar el efecto esperado. A pesar de una presencia cada vez mayor de la fuerza pública, las manifestaciones continúan creciendo hasta superar la capacidad de respuesta inicialmente efectiva.

En esta analogía, los ciudadanos movilizados representan la glucosa circulante; la fuerza pública representa la insulina; y las calles simbolizan el espacio donde ocurre la interacción entre ambas. El aumento progresivo de efectivos corresponde al incremento compensatorio de la producción de insulina por parte del páncreas. La pérdida gradual de efectividad de las medidas de control refleja la disminución de la sensibilidad celular característica de la resistencia a la insulina.

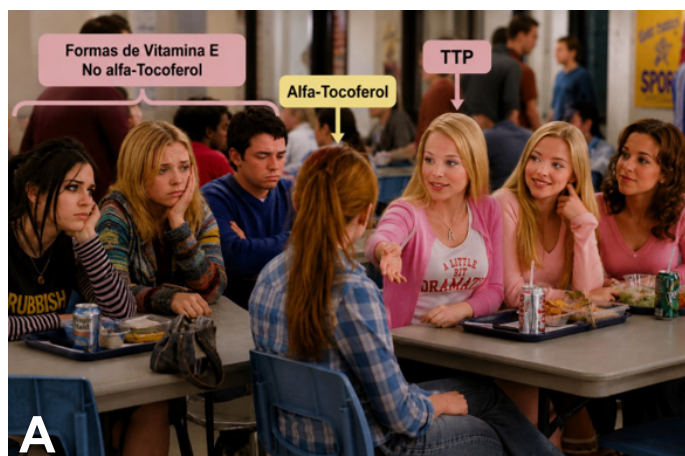


Figura 2. Representación general de los casos para los conceptos de: A. Metabolismo hepático de la vitamina E, y B. Resistencia a la insulina. Fuente: Elaborada por el autor con apoyo de Inteligencia Artificial Generativa. La referencia visual a la película Mean Girls (A) se utiliza únicamente como recurso pedagógico ilustrativo inspirado en dicha obra, sin reproducir escenas o material protegido por derechos de autor, y sin implicar patrocinio, respaldo o afiliación alguna con los titulares de dichos derechos.

La utilidad pedagógica de esta analogía radica en que permite comprender una idea frecuentemente contraintuitiva para los estudiantes: durante las fases iniciales de la resistencia a la insulina no existe una deficiencia de la hormona. Por el contrario, el organismo produce cantidades crecientes de insulina en un intento por compensar una respuesta celular cada vez menos eficiente. De este modo, el problema no radica inicialmente en la ausencia del estímulo, sino en la reducción progresiva de la respuesta frente a dicho estímulo.

Antes de describir la aplicación práctica de las analogías, conviene explicitar el enfoque metodológico que orienta esta reflexión. El presente artículo se inscribe en la tradición del practicante reflexivo,¹¹ según la cual el conocimiento profesional emerge, en gran medida, de la reflexión sistemática sobre la propia práctica, más que de la aplicación directa de teorías formales preexistentes. Complementariamente, se adopta una perspectiva hermenéutico-fenomenológica,¹² en la que la experiencia docente vivida constituye el punto de partida para la interpretación y construcción de sentido pedagógico. Desde este lugar de enunciación, quien escribe lo hace como docente en ejercicio de bioquímica y ciencias de la salud, y no como investigador externo que evalúa empíricamente una intervención. Los cuatro casos discutidos no fueron seleccionados de manera aleatoria ni exhaustiva, sino con base en dos criterios: en primer lugar, su recurrencia como puntos de dificultad conceptual identificados a lo largo de la experiencia docente del autor en distintos cursos y programas; y, en segundo lugar, su capacidad para representar patrones de proceso biológico diversos y conceptualmente distintos entre sí (selectividad molecular, mediación de conflictos moleculares, creación de interfaces

y respuesta compensatoria sistémica), tal como se sintetiza en la Tabla 1. Esta diversidad busca ilustrar que las analogías no se restringen a un único tipo de fenómeno bioquímico, sino que pueden adaptarse a mecanismos de naturaleza muy distinta.

APLICACIÓN DE LAS ANALOGÍAS EN EL AULA DE CLASE

Los ejemplos presentados anteriormente incluyen tanto el concepto bioquímico como la analogía utilizada para facilitar su comprensión. Sin embargo, en la práctica docente el proceso no ocurre en ese orden. La analogía no se presenta inicialmente como una explicación del fenómeno biológico ni se revela desde el comienzo la correspondencia entre ambos contextos.

Por el contrario, el proceso se desarrolla de manera gradual y busca estimular la capacidad de observación, deducción e inferencia de los estudiantes. Inicialmente, se introduce únicamente el contexto que servirá de base para la analogía. Por ejemplo, en el caso del metabolismo hepático de la vitamina E, la actividad puede comenzar con una discusión sobre la trama principal de la película Mean Girls. Los estudiantes identifican los personajes relevantes, sus características, los roles que desempeñan y las relaciones que se establecen entre ellos.

Una vez comprendida la dinámica del contexto seleccionado, se presenta el mecanismo bioquímico mediante una imagen, esquema o representación gráfica. En esta fase, los estudiantes disponen de algunos minutos para analizar de forma independiente el proceso biológico, identificar las moléculas participantes y reconocer



Figura 3. Representación más específica de los casos para los conceptos de: A. Papel de la bilis en digestión de grasas y B. Magnesio como cofactor enzimático. Fuente: Elaborada por el autor con apoyo de Inteligencia Artificial Generativa. La referencia visual a una agrupación de pop coreano inspirada en BTS (B) se utiliza únicamente como recurso pedagógico ilustrativo, sin reproducir imágenes reales de sus integrantes ni implicar patrocinio, respaldo o afiliación alguna con la agrupación o sus representantes.

los eventos que ocurren en el sistema. Posteriormente, se inicia la construcción colectiva del concepto. En lugar de explicar directamente el mecanismo, el orientador plantea una pregunta orientadora: ¿qué elementos del proceso bioquímico corresponden a los personajes o componentes identificados previamente en la historia? A partir de esta pregunta, los estudiantes comienzan a establecer relaciones entre ambos escenarios y construyen progresivamente las correspondencias funcionales.

El procedimiento general puede resumirse en las siguientes etapas (Figura 1):

- Presentación del contexto que servirá de base para la analogía.
- Identificación de personajes, elementos o actores relevantes dentro de dicho contexto.
- Exposición independiente de los estudiantes al mecanismo biológico y reconocimiento de sus componentes.
- Construcción colectiva de correspondencias entre los elementos de la analogía y los componentes del proceso biológico.

La Tabla 1 presenta ejemplos de estas correspondencias para los casos discutidos en este artículo. Idealmente, los estudiantes deberían llegar a dichas relaciones mediante procesos de observación, inferencia y discusión grupal, minimizando la intervención directa del orientador durante la etapa inicial de análisis. La Figura 2 representa de manera general la aplicación de la analogía para la comprensión del metabolismo hepático de la vitamina E (Figura 2A) y del evento patológico de la resistencia a la insulina (Figura 2B). Igualmente, se pueden dar representaciones más específicas, en las que se integren íconos del contexto analógico y del concepto bioquímico de manera paralela. La Figura 3 expone esta forma más detallada para los casos de los conceptos del papel de la bilis en la digestión de las grasas (Figura 3A) y del magnesio como cofactor enzimático (Figura 3B).

REFLEXIONES SOBRE LA VIABILIDAD DEL USO DE ANALOGÍAS

La implementación de analogías en la enseñanza de las ciencias básicas depende de múltiples factores. Uno de ellos es la diversidad de experiencias e intereses del propio docente. La exposición a áreas como la literatura, el cine, la música, las artes visuales o las humanidades amplía el repertorio de contextos potencialmente útiles para construir analogías y facilita la identificación de situaciones cotidianas que puedan servir como puente hacia conceptos científicos complejos.

No obstante, el uso efectivo de analogías no debe interpretarse como una habilidad reservada exclusivamente para docentes con intereses artísticos o humanísticos. Cualquier orientador puede desarrollar este tipo de estrategias si adopta una actitud abierta hacia la exploración de nuevos contextos y referentes culturales.¹³

En este sentido, las herramientas de inteligencia artificial pueden constituir un apoyo valioso para identificar posibles escenarios, personajes o narrativas susceptibles de utilizarse como base para analogías pedagógicas.

Un segundo elemento fundamental es el dinamismo con que se desarrolla la actividad en el aula. Las analogías funcionan mejor cuando se construyen mediante la interacción entre el orientador y los estudiantes, y no cuando son presentadas como explicaciones acabadas. En esencia, se trata de poner en paralelo dos historias y permitir que los estudiantes descubran por sí mismos las conexiones existentes entre ambas.

Por esta razón, el éxito de la estrategia depende en gran medida de la capacidad del orientador para promover la participación, formular preguntas estimulantes y mantener un ambiente de exploración intelectual. Las imágenes, los fragmentos audiovisuales, los esquemas gráficos y otros recursos visuales pueden desempeñar un papel importante en este proceso al facilitar la inmersión de los estudiantes en el contexto seleccionado.¹⁴

CONCLUSIONES

En conjunto, las reflexiones presentadas sugieren que las analogías pueden constituir una herramienta pedagógica útil para favorecer la comprensión de mecanismos biológicos complejos en estudiantes de ciencias de la salud. Su valor radica en permitir que conceptos abstractos y difíciles de visualizar sean abordados a partir de contextos familiares, promoviendo procesos de abstracción, inferencia y construcción activa del conocimiento. Más que un recurso complementario, la analogía puede integrarse como una estrategia metodológica que ayuda a superar enfoques centrados en la memorización y el monólogo docente, al involucrar al estudiante en la identificación de relaciones funcionales entre situaciones cotidianas y fenómenos biológicos. No obstante, su implementación requiere preparación, creatividad y dinamismo por parte del orientador, así como una cuidadosa selección de contextos que resulten significativos para la audiencia.

RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Las reflexiones presentadas en este artículo se basan en la experiencia docente del autor y no constituyen, por sí mismas, evidencia empírica de la eficacia de las analogías como estrategia pedagógica. Por ello, se recomienda que futuros trabajos aborden su evaluación formal mediante diseños de investigación complementarios.

Desde una perspectiva cuantitativa, podrían implementarse estudios cuasiexperimentales que comparen el desempeño académico y, en particular, la retención conceptual a mediano y largo plazo (por ejemplo, mediante evaluaciones diferidas a las 4, 12 o 24

semanas) entre grupos de estudiantes expuestos a la estrategia analógica y grupos control expuestos a metodologías de enseñanzas convencionales.

Desde una perspectiva cualitativa, entrevistas semiestructuradas, grupos focales o el análisis de mapas conceptuales elaborados por los propios estudiantes podrían explorar con mayor profundidad la naturaleza y estabilidad de las relaciones funcionales construidas a partir de las analogías, así como las percepciones estudiantiles sobre su utilidad y limitaciones.

Un abordaje de métodos mixtos, que combine ambas aproximaciones, permitiría no solo cuantificar la eficacia de la estrategia, sino también comprender los mecanismos cognitivos mediante los cuales las analogías facilitan, o eventualmente dificultan, la comprensión de procesos bioquímicos complejos. Se invita a otros docentes e investigadores en educación de ciencias de la salud a adaptar, poner a prueba y sistematizar esta estrategia en sus propios contextos institucionales.

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IAG)

El autor declara que se utilizó ChatGPT (OpenAI) para la edición del texto y la generación de imágenes y esquemas de acuerdo con conceptos originales del autor. Su uso no involucró la generación de texto creado artificialmente.

REFERENCIAS

1. Ausubel DP. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston; 1968.
2. Freire P. Pedagogy of the oppressed. New York: Continuum; 1970.
3. Vygotsky LS. Mind in society: the development of higher psychological processes. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1978.
4. Prince M. Does active learning work? A review of the research. J Eng Educ. 2004; 93(3):223-31. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x
5. Michael J. Where's the evidence that active learning works? Adv Physiol Educ. 2006; 30(4):159-67. DOI: 10.1152/advan.00053.2006
6. Biggs J, Tang C. Teaching for quality learning at university. 4th ed. Maidenhead: Open University Press; 2011.
7. Glynn SM. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: Glynn SM, Yeany RH, Britton BK (editors). The psychology of learning science. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1991. p. 219-40.
8. Duit R. On the role of analogies and metaphors in learning science. Sci Educ. 1991; 75(6):649-72. DOI: 10.1002/sce.3730750606
9. Orgill M, Bodner GM. An analysis of the effectiveness of analogies used in college-level biochemistry textbooks. J Res Sci Teach. 2006; 43(10):1040-60. DOI: 10.1002/tea.20129
10. Rodriguez JMG, Towns MH. Catalyzing student learning: using analogies to teach enzyme kinetics. J Chem Educ. 2019; 96(7):1401-6.
11. Schön DA. The reflective practitioner: how professionals think in action. New York: Basic Books; 1983.
12. Van Manen M. Researching lived experience: human science for an action sensitive pedagogy. Albany: State University of New York Press; 1990.
13. Orgill M, Bussey TJ, Bodner GM. Biochemistry instructors' perceptions of analogies and their classroom use. Chem Educ Res Pract. 2015; 16(4):731-46. DOI: 10.1039/c4rp00256c
14. Schönborn KJ, Anderson TR. Bridging the educational research-teaching practice gap: foundations for assessing and developing biochemistry students' visual literacy. Biochem Mol Biol Educ. 2010; 38(5):347-54. DOI: 10.1002/bmb.20436