

De la explicación al pensamiento: Enseñar con Sentido

From Explaining to Thinking: Meaningful Teaching

Ignacio Bejarano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3727-3873>

Universidad de Sevilla

Departamento de Bioquímica Médica, Biología

Molecular e Inmunología

ibejarano@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447231898.010>

Pp.: 147-158



Resumen

Este Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) se ha desarrollado en la asignatura optativa Bioquímica Humana, de 3º del Grado en Bioquímica. El tema trabajado, «Estrés oxidativo y envejecimiento», ha permitido integrar contenidos moleculares con situaciones clínicas y sociales relevantes. El diseño metodológico se ha basado en un enfoque dialógico, con actividades centradas en problemas abiertos, discusión grupal y conexión entre ideas previas y nuevos conceptos. La propuesta ha buscado optimizar el aprendizaje a largo plazo, fomentar la participación activa y promover una comprensión crítica y contextualizada. La evaluación mediante cuestionarios inicial y final, junto con el análisis de escaleras de aprendizaje, ha mostrado una evolución sustancial del razonamiento del alumnado. Se aprecia un incremento en la autonomía, calidad argumentativa y motivación, así como una mejor conexión entre el contenido académico y su aplicabilidad real. Además, este trabajo refuerza la necesidad de vincular la docencia universitaria con desafíos sociales y estrategias que favorezcan la construcción significativa del conocimiento.

Palabras clave: Bioquímica humana, grado en bioquímica, docencia universitaria, desarrollo profesional docente, ciclo de mejora en el aula.

Abstract

This Improvement Cycle in Classroom (ICIC) was implemented in the elective subject Human Biochemistry, part of the third year of the Biochemistry degree. The topic «Oxidative Stress and Aging» enabled students to integrate molecular content with relevant clinical and social situations. The methodological design followed a dialogical approach, using problem-based tasks, group discussions, and the connection between prior knowledge and new content. The main aim was to foster long-term learning, enhance active participation, and promote critical and contextualized understanding. Evaluation through initial and final questionnaires and learning progress ladders revealed significant improvement in students' reasoning, autonomy, and motivation. The proposal has strengthened the relationship between academic content and real-world application. This work highlights the value of aligning university teaching with social challenges and strategies that support meaningful knowledge construction.

Keywords: Human biochemistry, biochemistry degree, university teaching, teacher professional development, improvement cycle in classroom.



Introducción

La asignatura en la que se aplica el presente ciclo de mejora en el aula (CIMA) es Bioquímica Humana de 3º del Grado en Bioquímica en la Universidad de Sevilla. Es una asignatura optativa elegida por gran parte del alumnado de 3º, y en algunos casos de 2º y 4º curso. El Grado en Bioquímica lo cursan un número reducido (50 alumnos) y selecto (nota de acceso >12.5) de estudiantes. No sólo muestran un gran interés por la asignatura, sino que también cuenta con conocimientos previos que les permite seguir la asignatura sin problema.

El tema abordado en el CIMA, «Estrés Oxidativo y Envejecimiento», resulta de gran interés para el alumnado, al sentar las bases moleculares del estudio del envejecimiento. Se trata de un contenido esencial dentro de la asignatura de Bioquímica Humana, tanto por su relevancia científica como social. Esta asignatura se organiza en dos bloques: Metabolismo y Bioquímica de Tejidos, que incluyen el estudio del estrés oxidativo (tema 6B) y del envejecimiento (tema 7). Ambos temas comparten el objetivo de comprender el papel dual del oxígeno en el organismo: imprescindible y, a la vez, potencialmente nocivo. Este eje permite integrar contenidos clave de metabolismo, regulación redox, fisiología y biología molecular en un contexto clínico. Es fundamental que el alumnado adquiera competencias sobre el origen, efectos y control del estrés oxidativo, así como su relación con el envejecimiento, desarrollando una visión crítica, ética y aplicada.

Aunque inicialmente la participación es limitada, el trabajo cooperativo y la interacción con el profesor fomentan progresivamente una mayor implicación del grupo. Esta propuesta busca replantear la docencia para potenciar la participación activa del estudiante, y consolidar su comprensión de los conceptos fundamentales.

Diseño previo del CIMA

Linares Barroses (2024) sostiene que si el estudiante puede reconocer cómo aplicar de inmediato lo que aprende en clase contribuye a que el proceso de aprendizaje resulte personalmente satisfactorio y motivador. El presente CIMA se desarrolla en línea con los autores Porlán (2017) y Delord, Hamed y otros (2020). El principal objetivo, en relación con el método, consiste en que el estudiante identifique la aplicabilidad inmediata de los contenidos estudiados, de manera que el aprendizaje sea intrínsecamente gratificante. En cuanto a la enseñanza, el propósito es optimizar el tiempo destinado al aprendizaje a largo plazo, más allá de la mera superación de las pruebas de evaluación. Con este fin, se busca que el alumno integre la Bioquímica Humana en el conjunto de conocimientos adquiridos en otras



materias, fomentando la mayor continuidad posible. De este modo, se pretende generar curiosidad, utilidad y una motivación persistente para la lectura de esta área temática, incluso una vez finalizadas mis clases. En esta línea se ha visto que, si se potencian procesos de memoria significativa sin limitarse a memorizar, se puede lograr una comprensión crítica y que contextualice el conocimiento adquirido mediante su aplicación práctica (Llanos Jiménez, 2024).

La complejidad de los contenidos y la necesidad de abordar una gran cantidad de información en un plazo relativamente corto podría dificultar la conexión de la teoría con su aplicabilidad inmediata y que, a su vez, se implementen actividades para fomentar adherencia al aprendizaje de esta materia. Uno de los grandes retos radica en equilibrar la transmisión de contenidos con la creación de un ambiente donde los estudiantes puedan percibir la relevancia y aplicabilidad de lo aprendido, sin que se vean sobrecargados por la cantidad de material que deben estudiar. Por ello, los métodos de enseñanza activos, como el aprendizaje basado en problemas son muy eficaces, a pesar de que demanden mucho tiempo (Lozano-Ramírez, 2020). Es por ello por lo que se deben aplicar limitándolo a los cronogramas establecidos por el docente. Alternativamente, aunque menos efectivo, disponemos del uso de recursos complementarios, lecturas y actividades relacionadas enfocadas a reforzar la curiosidad fuera del aula.

Mapas de contenidos y problemas claves

La figura 1 describe como en este CIMA se parte de una pregunta estructurante: *¿Cuál es la dualidad del oxígeno sobre los sistemas biológicos?* Desde aquí se abordan contenidos conceptuales como el envejecimiento, el papel del oxígeno en la fisiología y enfermedad, la generación de especies reactivas y su relación con el metabolismo y la inflamación, así como el desequilibrio RedOx que conduce al estrés oxidativo. Se estudian las defensas antioxidantes, enzimáticas y no enzimáticas, y su modulación mediante dieta y factores ambientales. Se integran los 12 distintivos del envejecimiento y diversas estrategias de prevención y antienviejecimiento, sin olvidar un enfoque actitudinal centrado en la aceptación del envejecimiento con empatía y autoestima (figura 1). Todo ello permite al alumnado comprender los mecanismos moleculares implicados y desarrollar propuestas fundamentadas para la prevención del daño oxidativo y la promoción de un envejecimiento saludable. En coherencia con los planteamientos de Finkel (2008) se establece el mapa de contenidos siguiente:



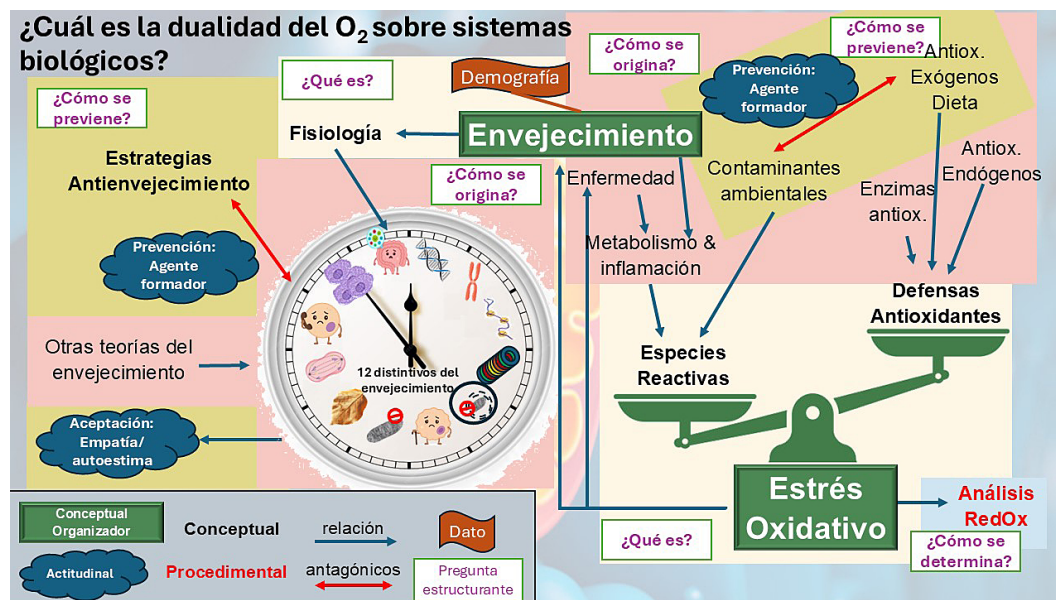


Figura 1. Mapa de contenidos y problemas clave

Modelo metodológico y secuencias de actividades

El modelo metodológico posible (Porlán, 2017) (figura 2) se estructura como una secuencia dialógica dinámica en la que cada etapa se nutre de las anteriores y, a su vez, da lugar a nuevas acciones de aprendizaje. Comienza con una introducción (IN) seguida del planteamiento de un problema inicial (PR), el cual activa las ideas previas del alumnado (IA_1). Estas ideas no sólo son punto de partida, sino también referente constante, ya que se retroalimentan a lo largo del proceso para reajustarse y profundizarse.

Desde IA_1 , se genera una actividad de contraste (AC) que permite verificar, matizar o reformular esas ideas iniciales. Esta actividad, a su vez, se apoya en las ideas previas como raíz epistemológica y, tras su ejecución, contribuye a generar condiciones adecuadas para una intervención docente (T). La enseñanza no se presenta como un bloque cerrado, sino como una respuesta argumentada a las ideas y necesidades detectadas previamente. De este modo T se convierte entonces en el eje de sistematización conceptual, pero no como un punto final, sino como una plataforma desde la cual se plantean nuevos problemas (PR). Estos nuevos retos abren paso a una segunda formulación de ideas (IA_2), que se apoya tanto en los aprendizajes previos como en la intervención docente recibida.

IA_2 no es una repetición, sino una reconstrucción más elaborada del pensamiento del alumnado. A partir de esta, se despliega una nueva actividad de contraste (AC), que vuelve a retroalimentar la reflexión y cierra el

ciclo de forma provisional, dejando siempre abierta la posibilidad de nuevas iteraciones.

Este modelo (figura 2) promueve un aprendizaje activo, cíclico y fundamentado, donde cada paso tiene sentido porque responde a lo anterior y provoca lo siguiente, y donde el conocimiento se construye en espiral, a partir de la constante tensión entre lo que se piensa, lo que se experimenta y lo que se comprende.

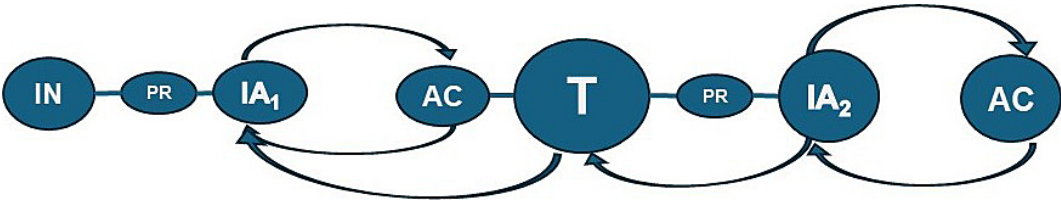


Figura 2. Modelo Metodológico Posible

Siguiendo un modelo socrático, las sesiones teóricas se conciben como espacios dinámicos de construcción compartida del conocimiento, donde el protagonismo del alumnado se fomenta a través de la conversación guiada, el planteamiento de interrogantes y el análisis crítico, sustituyendo la exposición tradicional por una interacción constante y significativa. La secuencia de actividades seguida en cada sesión (se especifica una como ejemplo), coherentes con el modelo metodológico posible, se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Secuencia de actividades

Sesión ejemplo: Las defensas antioxidantes	
Actividad Tiempo	Descripción
10 min	IN: Introducción magistral al concepto de defensas antioxidantes. Exposición magistral de los principales mecanismos que definen las principales defensas antioxidantes.
1 min	PR: Planteamiento de un problema. ¿Por qué la célula necesita una cantidad tan grande de SOD en la mitocondria? ¿En qué condiciones patológicas se demanda activamente la SOD?
5 min	IA_i: Ideas del alumno. Discutir en grupos de trabajo y consensuar una respuesta a PR. El portavoz de cada grupo expone en común de resolución, no teniendo la exclusividad de la palabra si alguien quiere opinar o preguntar.



Actividad Tiempo	Descripción
5 min	AC: Exposición argumentada y dialogada por el profesor. El profesor, apoyándose en las disertaciones de los alumnos, construye una argumentación a las preguntas planteadas. A la vez que demanda participación de diferentes alumnos en el razonamiento.
5 min	T: Exposición magistral de antioxidantes. Exposición magistral de antioxidantes no enzimáticos y la modulación de la expresión génica durante la defensa antioxidante. El objetivo es partir de las ideas IA ₁ para estructurar la argumentación y poner ejemplos.
2 min	PR: Planteamiento de problema. Aplicación del conocimiento a una situación fisiopatológica para que lo relacionen con el estrés oxidativo y envejecimiento que serán objeto de estudio posteriormente.
13 min	IA₂: Ideas del alumno. Discutir en grupos de trabajo y consensuar una respuesta a PR. El portavoz de cada grupo expone en común de resolución, no teniendo la exclusividad de la palabra si alguien quiere opinar o preguntar. Se busca una reconstrucción más elaborada del pensamiento del alumnado impulsado por las actividades anteriores.
10 min	AC: Actividad de contraste. El profesor, apoyándose en las disertaciones de los alumnos, construye una argumentación a las preguntas planteadas. A la vez que demanda participación de diferentes alumnos en el razonamiento.

Cuestionario inicial-final

Este cuestionario se ha diseñado para identificar ideas clave y posibles dificultades conceptuales relevantes para las sesiones que se desarrollarán al respecto. Aunque parte de situaciones con base teórica, su enfoque está orientado a contextos profesionales reales. Se plantea un caso aplicado que requiere la intervención de un servicio de investigación.

El equipo de enfermedades hepáticas de la Clínica de Aparato Digestivo Foieros está haciendo un estudio de seguridad en ratones tratados metoxiruina. Han encontrado una región determinada del hígado con un aspecto anormal, y quieren saber si esa región está sufriendo estrés oxidativo. Un grupo de expertos en estrés oxidativo conocido como BqH25 se ofrecen para llevar a cabo una evaluación de dicho tejido.

P1.1. ¿Cómo plantearía este prestigioso equipo el ensayo para dar una respuesta útil? Es decir, tipos de grupos de ensayo y ensayos a realizar.

P1.2. Si tus resultados evidencian estrés oxidativo, ¿qué intervención recomendarías al equipo de hepáticas llevar a cabo sobre los ratones para contrarrestar este efecto?



2. El cicloexamenol es un inhibidor competitivo de la procrastinasa. Se trata de fármaco neuroprotector para reducir la neurotoxicidad inducida por una activación aguda y sostenida de procrastinasa. Sin embargo, la evidencia experimental pone de manifiesto que los ratones tratados con cicloexamenol viven un 45% menos que el control sano no tratado. Los ratones tratados muestran un aspecto y comportamiento de prematuro envejecido.

P.2.1. Como miembro especialista en biogerontología molecular del equipo BqH25, ¿cómo determinarías si existe un envejecimiento prematuro en estos ratones?

P.2.3. ¿cómo lo evitarías o atenuarías los síntomas de envejecimiento sin quitarle el tratamiento?

Aplicación del CIMA

Relato resumido de las sesiones

A lo largo de estas ocho sesiones he observado cómo la clase ha ido consolidando un aprendizaje cada vez más profundo y conectado, tanto desde el punto de vista conceptual como desde el argumentativo. Al abordar las defensas antioxidantes y el envejecimiento, la dinámica grupal se ha centrado en razonar, debatir y construir desde sus propias ideas radicadas en sus vivencias y aprendizaje académico. Aunque no siempre acertadas, las intervenciones han sido creativas, motivadas y con ganas de hilar conceptos, lo que ha facilitado la labor docente.

Los temas más moleculares se han ido alternando con dimensiones sociales del envejecimiento, lo que ha permitido que el alumnado relacione lo aprendido con situaciones reales y cotidianas. En general, he conseguido mantener su atención incluso en contenidos más complejos o abstractos, a través de preguntas abiertas, ejemplos significativos y actividades de contraste. El análisis de pirámides poblacionales y los debates sobre los 12 distintivos del envejecimiento han generado una participación especialmente rica.

El trabajo en grupo ha ido ganando autonomía, cohesión y dinamismo. Además, las exposiciones comunes se han convertido en verdaderos espacios de reflexión grupal. Me ha resultado especialmente interesante ver cómo han conseguido enlazar ideas de sesiones anteriores, indicativo de su familiarización con los conceptos, hasta el punto de incorporarlos con soltura en sus razonamientos.

La sesión final, con el problema experimental y los factores de Yamana, me ha confirmado que han interiorizado muchos de los conceptos y que están preparados para aplicarlos con sentido crítico. Se ha creado un ambiente de trabajo maduro, colaborativo y muy motivador.



Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Tras la aplicación del CIMA, llevamos a cabo un análisis de las respuestas recogidas en los cuestionarios Inicial y Final (Porlán y otros, 2021). El tamaño muestral es de 26 estudiantes, lo que representa aproximadamente el 65% del alumnado matriculado. No obstante, no todos participaron de forma continuada en todas las sesiones.

Las preguntas planteadas guardaban relación entre sí (sección «cuestionario inicial-final») generando 4 escaleras de aprendizaje distintas (valores desagregados no mostrados) de acuerdo con la propuesta de Porlán (2017). El objetivo de esta es analizar el progreso del grupo con mayor precisión. Los distintos niveles representados en la escalera (tabla 2) reflejan distintas etapas del proceso de construcción del conocimiento, con su correspondiente descripción en la parte superior del peldaño (verde) del gráfico. Junto al nivel, se alza un obstáculo que separa al estudiante de alcanzar un nivel superior inmediato. Los obstáculos que el estudiante debe superar para avanzar están representados en gris a la derecha del nivel en el que se sitúa el estudiante. Las 4 escaleras correspondiente a las preguntas del cuestionario están basadas en el esquema general que se representa en la figura 3.

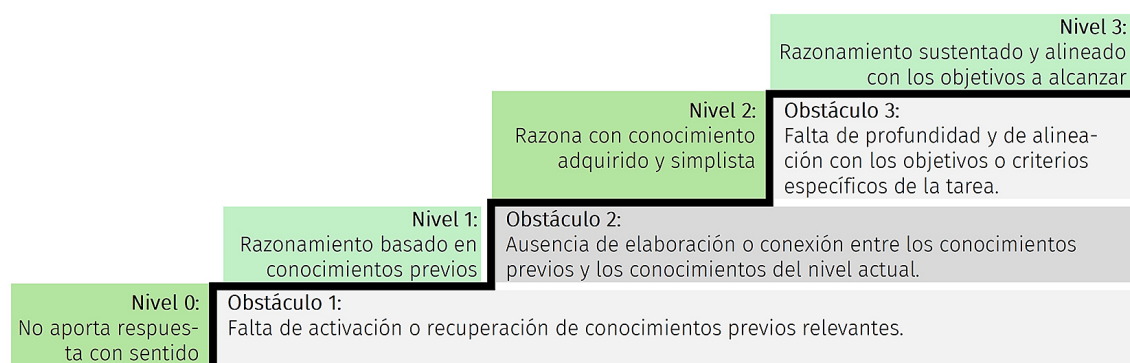


Figura 3. Esquema general de la escalera de aprendizaje

A continuación, se presentan (figura 4) los resultados obtenidos en los cuestionarios inicial y final, analizados a través de los niveles de las escaleras de aprendizaje. Este análisis permite visualizar el progreso del alumnado y valorar el impacto del CIMA en la construcción y consolidación del conocimiento.



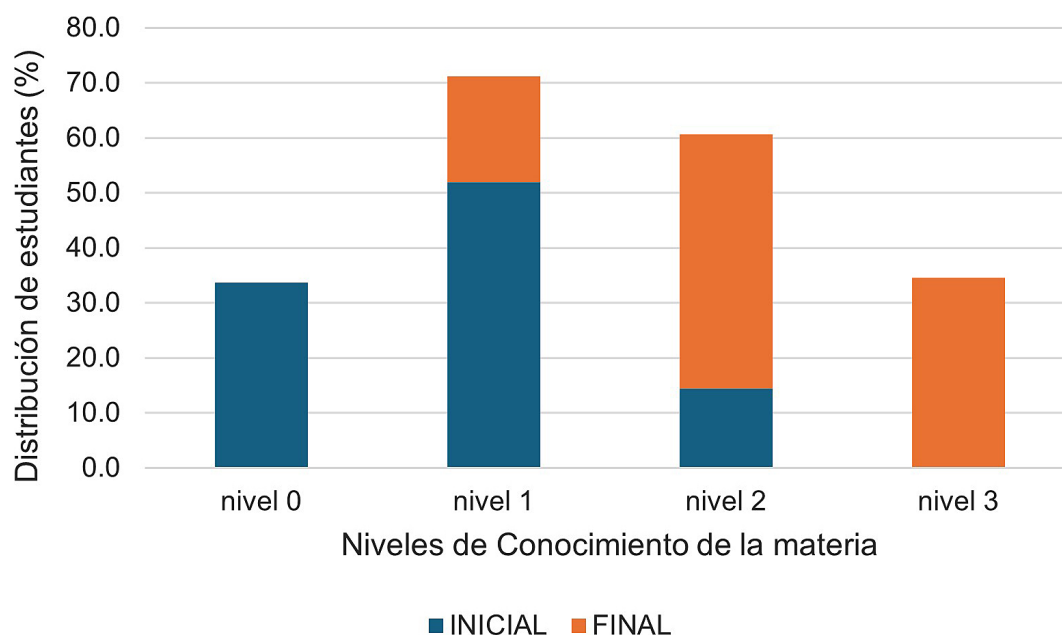


Figura 4. Análisis de la evolución del aprendizaje

El patrón visual (figura 4) indica un avance desde un conocimiento superficial o incompleto hacia un razonamiento más elaborado y alineado con los objetivos del CIMA. Además, la disminución drástica en los niveles más bajos es indicativa de que la actividad fue inclusiva y efectiva a la hora de activar el aprendizaje en la mayoría del grupo. Este gráfico pone de manifiesto el impacto real de la estrategia docente en el desarrollo del conocimiento. A su vez, se puede apreciar la necesidad de incluir instrumentos específicos de apoyo para aquellos que permanecieron en nivel 1, con el fin de facilitar su progresión hacia niveles superiores.

Evaluación del CIMA

La puesta en práctica del CIMA ha supuesto un desafío que me alejaba de la didáctica tradicional en mi área de confort. Sin embargo, muy necesario ya que me ha permitido estructurar, analizar y canalizar la docencia adquiriendo mayor control de la materia. A partir de ahora cuento con más herramientas para implementar nuevas ideas, a la vez que podré valorar la calidad de estas. A lo largo de este ciclo he observado una mejora en la dinámica de clase. En particular, el trabajo grupal ha sido más fluido y la participación oral ha crecido, lo que denota seguridad del individuo tanto frente al profesor como entre compañeros.



Aspectos a mantener o cambiar en un futuro CIMA

A lo largo de este ciclo he observado una evolución muy positiva en la dinámica de clase. En particular, el trabajo grupal ha fluido con creciente autonomía, y la participación oral ha ganado en calidad y en seguridad, tanto frente al profesor como frente al resto de la clase. Las estrategias de conectar nuevos contenidos con ideas previamente planteadas por los alumnos han funcionado muy bien para sostener la atención y facilitar el aprendizaje progresivo. También ha sido eficaz trabajar con problemas abiertos, que activaban tanto el razonamiento científico como la creatividad. Sin embargo, detecto que algunos alumnos siguen teniendo dificultades para construir argumentaciones sólidas sin apoyo inicial, especialmente cuando los conceptos son muy abstractos. En próximos ciclos introduciría más ejemplos prácticos o analogías sencillas antes de plantear la discusión, para facilitar ese primer paso. También dedicaría más tiempo a entrenar la escritura argumentativa en pequeñas dosis desde el principio, no sólo al final, para evitar que algunos párrafos finales sean más descriptivos que razonados. En general, considero que la implicación emocional del alumnado ha sido uno de los mayores logros del ciclo, elemento que reforzaría aún más conectando los contenidos biomédicos a retos sociales actuales.

Principios Docentes para el futuro

La base de mi docencia en el futuro próximo es enseñanza basada en problemas aplicados y conectados con la realidad profesional y social, que estimule el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la argumentación científica. Así, esta metodología mejora la experiencia del alumnado, favoreciendo su atención e interés por los contenidos, tal como señala Bain (2007). Considero fundamental generar un clima de aula que favorezca la participación espontánea, el respeto a las ideas divergentes y el uso del error como motor de aprendizaje. Además, integraré mapa de contenidos y problemas clave para que el estudiante sea consciente y responsable de su propio proceso de construcción del conocimiento (Moreno, 2022). Finalmente, seguiré vinculando los contenidos biomédicos con desafíos contemporáneos, no sólo con el fin de aumentar la motivación, sino también para formar futuros profesionales más comprometidos con los problemas de salud global y con una visión ética y reflexiva de la ciencia.



Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Delord, G.; Hamed, S.; Porlán, R. y De Alba, N. (2020). Los Ciclos de Mejora en el Aula. En N. De Alba y R. Porlán (Coords.), *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica* (pp. 127-162). Morata.
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Publicaciones de la Universitat de Valencia.
- Linares Barroses, Á. (2024). Aplicación de un ciclo de mejora en la asignatura Realización II. Iluminación y Multicámara. En A. F. Villarejo-Ramos, R. Porlán, G. Delord y B. Blándon-González (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Curso 2023-24. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 199-215). Editorial Universidad de Sevilla. <https://doi.org/10.12795/9788447227631>
- Lozano-Ramírez, M. C. (2020). El aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios. *Tendencias Pedagógicas*, 37, 90-103. <https://doi.org/10.15366/tp2021.37.008>
- Moreno, C. (2022). Aula invertida: Estrategia de innovación docente para el estudio de la sociedad iberoamericana en un contexto de aprendizaje semipresencial. En R. Porlán, E. Navarro-Medina y A.F. Villarejo-Ramos (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2021: experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 2049-2070). Editorial Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. (Coord.) (2017). *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla*. Morata.
- Porlán, R.; Navarro-Medina, E. y Villarejo-Ramos, A.F. (Coords.) (2021). *Ciclos de mejora en el aula. Año 2020 Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla*. Editorial Universidad de Sevilla.



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)