



Casos clínicos como estrategia didáctica para la enseñanza de bioquímica metabólica

- Clinical Cases as a Didactic Strategy for Teaching Metabolic Biochemistry
- Casos clínicos como estrategia didáctica para o ensino de bioquímica metabólica

Resumen

El metabolismo de los principales tipos de biomoléculas, su regulación e integración es uno de los temas más complejos e importantes para la formación de futuros médicos. La implementación de una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en el análisis de casos clínicos, junto con sus correspondientes sesiones de argumentación, puede resultar válida para ayudar a los estudiantes a construir un conocimiento sólido e integrado de este importante tema. El presente artículo de investigación describe nuestra experiencia en el diseño e implementación de una estrategia de aprendizaje basada en casos clínicos, apoyada con sesiones periódicas de argumentación por parte de los estudiantes. Los estudiantes involucrados encontraron la experiencia satisfactoria, formativa y retadora; además, tuvieron mejor desempeño en las evaluaciones desarrolladas respecto a estudiantes que no tuvieron relación con la estrategia.

Palabras clave

estrategia de enseñanza; aprendizaje basado en casos clínicos; bioquímica metabólica; medicina

Abstract

The metabolism of the main types of biomolecules and their regulation and integration is one of the most complex and important issues for medical students. The implementation of a teaching-learning strategy based on the analysis of clinical cases, along with its corresponding discussion sessions, could help students build a solid and integrated knowledge of this important topic. This research article describes our experience in the design and implementation of a learning strategy based on clinical cases, supported by periodic discussion sessions by students, who found the experience satisfactory, formative, and challenging. They also achieved better performance in the evaluations developed as compared to students that were not related to the strategy.

Keywords

teaching strategy; clinical case-based learning; metabolic biochemistry; medicine

Fabián Andrés Garzón-Posse*
Sandra Isabel Enciso-Galindo**

* Doctor en Ciencias-Química. Fundación Universitaria Juan N. Corpas, Escuela de Medicina. fabian.garzon@juanncorpas.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6911-6720>.

** Magíster en Formación del Profesorado en Docencia e Investigación para la Educación Superior. Fundación Universitaria Juan N. Corpas, Escuela de Medicina. sandra.enciso@juanncorpas.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9151-0134>.



Resumo

O metabolismo dos principais tipos de biomoléculas, sua regulação e integração é uma das questões mais complexas e importantes para a formação dos futuros médicos. A implementação de uma estratégia de ensino-aprendizagem baseada na análise de casos clínicos, juntamente com as respectivas sessões de argumentação, pode ser válida para ajudar aos alunos a construir um conhecimento sólido e integrado deste importante tema. O presente artigo descreve a nossa experiência no desenho e implementação de uma estratégia de aprendizagem baseada em casos clínicos, apoiada em sessões periódicas de argumentação pelos alunos; os alunos envolvidos consideraram a experiência satisfatória, formativa e desafiadora, e também tiveram melhor desempenho nas avaliações desenvolvidas em relação aos alunos que não estavam relacionados à estratégia.

Palavras-chaves

estratégia de ensino; aprendizagem baseada em casos clínicos; educação médica; medicina

Introducción

En el marco de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la bioquímica descriptiva y de la bioquímica metabólica desarrollados con médicos en formación, las distintas rutas metabólicas primarias (entendidas como los procesos de ingesta, digestión, absorción y posterior transformación a nivel celular de moléculas de interés biológico como azúcares, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas) pueden lucir a primera vista como un gran cúmulo incomprensible e inconexo de fórmulas y estructuras químicas, enzimas reguladoras, coenzimas, cofactores, destinos metabólicos, orgánulos celulares, tejidos y órganos, etc. En consecuencia, es usual que estudiantes y profesionales cuyo acercamiento a estos temas estuvo mediado por metodologías de enseñanza tradicionales tengan recuerdos no gratos relacionados con su aprendizaje (Fardilha, *et al.*, 2010; García-Ponce *et al.*, 2021).

Este panorama se vuelve aún más complejo si se tiene en cuenta que la constante investigación en biología y medicina hace que paulatinamente se profundice en la comprensión del funcionamiento del cuerpo humano. Esto a su vez fomenta el incremento de la cantidad de temas por abordar, lo que sobrecarga los currículos de estas asignaturas y hace que con frecuencia los estudiantes las perciban como complicadas y extremadamente demandantes en términos de esfuerzo (Watters y Watters, 2007).

A nivel global, en los últimos cincuenta años se ha venido incrementando una preocupación en la comunidad de educadores de futuros médicos y diversos profesionales de la salud respecto a la efectividad de las prácticas tradicionales de enseñanza. En consecuencia, se ha establecido el objetivo fundamental de fomentar en el futuro profesional de la salud la capacidad de tomar decisiones clínicas

competentes basadas en principios científicos, así como la habilidad y el gusto por aprender de manera constante y a lo largo de todo su ejercicio profesional.

En este escenario, es válido tener en cuenta que la complejidad de la medicina y de los desafíos médicos contemporáneos ha avanzado a un punto que va más allá de la habilidad de los profesores para enseñar todo lo que el estudiante debe conocer, mientras que los métodos de enseñanza usados en la educación en medicina y ciencias relacionadas no han variado al mismo ritmo (Jabaut *et al.*, 2016; Norman, 2005).

Así, un reto para los educadores en medicina es desarrollar metodologías alternativas que promuevan efectivamente la construcción de conocimiento, expresada en este caso en la capacidad de solucionar problemas relacionados con la medicina y la bioquímica, la consolidación de pensamiento crítico en el estudiante y el desarrollo de habilidades de comunicación, entre otras (Brown, 1992; López y Chavéz, 2013; Ojeda *et al.* 2016).

Diversos autores (Croskerry, 2009; Davies, 2004; DeSchryver, *et al.*, 2007; Hartfield, 2010) describen que actividades que exigen a los estudiantes un elevado nivel de compromiso con su aprendizaje, un manejo profundo de los conceptos trabajados en clase y su aplicación en contextos reales, y que paralelamente fomentan en ellos el trabajo en equipo, el análisis y la integración de información clínica, la interpretación de pruebas diagnósticas y el análisis de la evolución de pacientes hipotéticos, entre otras actividades, son estrategias importantes que enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales y de las ciencias biomédicas (Cano *et al.*, 2017; Moya *et al.*, 2017).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje basado en casos clínicos (ABCC) se consolida

como una estrategia de enseñanza-aprendizaje efectiva que permite un proceso autorresponsable y organizado de construcción cognitiva personal (Elliott, 1996; Kassirer, 1992; Mandin, 1997; Norman, 2006).

Varios investigadores en educación médica describen evidencias relacionadas con el ABCC y su capacidad de estimular en los estudiantes la búsqueda activa de evidencias, al igual que la flexibilidad cognitiva y la exploración de estrategias alternativas de análisis de situaciones de relevancia médica. El ABCC también fomenta la capacidad de los estudiantes de construir conocimiento relevante, de comunicarse de manera más efectiva y les brinda las herramientas necesarias para que sean ellos quienes gestionen su autoaprendizaje durante su formación y a lo largo de su ejercicio profesional (McCannon *et al.*, 2004; Nandi *et al.*, 2000; Reddy, 2000).

Con el uso del ABCC los estudiantes aprenden solucionando problemas o analizando situaciones médicas reales o hipotéticas de forma activa, lo que hace su aprendizaje más relevante y perdurable, además de fomentar su razonamiento, en lugar de únicamente absorber y repetir información (Eberlein *et al.*, 2008; Zahid *et al.*, 2016).

En este escenario, se ha venido explorando la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica de segundo semestre de la carrera de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas, como parte de una estrategia de enseñanza-aprendizaje. En este artículo se presenta el proceso de desarrollo, ejecución y evaluación del impacto de esta estrategia en la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes, así como la percepción de estos sobre dicha implementación.

Metodología

En la Fundación Universitaria Juan N. Corpas (Bogotá, Colombia), los estudiantes de Medicina en el segundo semestre, como parte del componente de fundamentación, cursan la asignatura de Bioquímica. Este curso se encuentra dividido en tres secciones: la primera implica el estudio de moléculas orgánicas de interés biológico y de sus grupos funcionales orgánicos característicos, la importancia del agua en los sistemas biológicos, el estudio de carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos, proteínas y enzimas, con énfasis en las características moleculares que explican las distintas funciones de dichas biomoléculas a nivel celular y sistémico. La segunda sección comprende el estudio de los procesos de ingesta, digestión y absorción de nutrientes y el metabolismo de carbohidratos, junto con los destinos metabólicos de moléculas derivadas de su catabolismo; finalmente, en el tercer segmento se aborda el metabolismo de sustancias lipídicas y nitrogenadas, además de la integración metabólica de las rutas analizadas.

El uso de la estrategia de aprendizaje basado en casos clínicos en la educación médica busca transformar el rol del profesor a facilitador en la cons-

trucción cooperativa de conocimiento de los estudiantes, alejándolos del aprendizaje pasivo y brindando un contexto real en el cual aplicar los conceptos construidos en las clases; con frecuencia los casos clínicos planteados se presentan como narrativas que se acercan a situaciones clínicas puntuales de la vida real, que brindan un contexto claro en el cual una dificultad de salud debe ser analizada y explicada por los estudiantes, a partir de los contenidos propios de la asignatura involucrada. Hay que tener en cuenta que para este momento de su formación los estudiantes aún no han ahondado en la morfofisiología y la farmacología humana.

Sin embargo, para realizar el análisis de los casos clínicos es necesario que los estudiantes identifiquen las diferentes relaciones que se establecen en el cuerpo humano y cómo los procesos de salud y enfermedad se asocian con el metabolismo. Se busca, incluso, que los estudiantes puedan brindar alternativas de manejo médico o clínico de la situación presentada, con énfasis en aspectos metabólicos y bioquímicos, siempre teniendo en cuenta la dieta del paciente.

Es importante que los casos planteados sean situaciones abiertas que no presenten una solución obvia, que sean relativamente complejos y de relevancia médica. Tales narrativas suelen ser acompañadas de información específica que soporta la construcción de hipótesis, como artículos de investigación y resultados de análisis de laboratorio, etc. (Bosques, 2010; Herreid, 1997). Por lo general, se buscan casos clínicos reales —que pueden provenir de historias clínicas o artículos científicos reportados en la literatura especializada—, y aunque estos comúnmente cuentan con el diagnóstico y/o parte del tratamiento, debido al momento de la carrera en el que los estudiantes cursan la asignatura, lo que se busca es que los estudiantes no se limiten a

establecer qué tiene el paciente, sino que, de forma profunda y argumentada, identifiquen por qué lo tiene y qué relación existe entre la condición del paciente y los conceptos trabajados en la asignatura. Posteriormente, en sesiones de sustentación grupal y rúbricas, se busca analizar y evaluar la forma en que los estudiantes aplican y relacionan los conceptos dentro de un contexto real.

Creación del caso clínico

Las estrechas correlaciones existentes entre la nutrición y los procesos anabólicos y catabólicos de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos en el cuerpo humano, se evidencian de manera específica en alteraciones relacionadas con la ingesta de adecuada de alimentos; adicionalmente, analizar situaciones de anomalía nutricional fomenta en los estudiantes mayor familiaridad con la situación presentada, aumentando su relevancia, paralelamente, los estudiantes identifican puntos comunes con varias de sus propias actividades diarias, lo que promueve una mayor reflexión. Adicionalmente, involucrar elementos reales de diagnóstico como los resultados de pruebas de laboratorio o imágenes, los acerca más a su futuro quehacer profesional. También, una narrativa cercana, que provea un contexto real y fácilmente evidenciable por parte de los estudiantes que recién empiezan su formación como médicos, es más efectiva para “conectarlos” con la estrategia (Cornely, 2003).

En nuestro caso particular, planteamos el caso clínico de Amy (nuestra paciente hipotética). Tiene 31 años y desde los 14 sufre de anorexia nerviosa de tipo restrictivo, un trastorno alimenticio de rechazo a mantener el peso corporal mínimo normal, marcado por un intenso miedo a ganar peso, con alteraciones características de la percepción de la forma o tamaño del cuerpo y que en mujeres implica

la aparición de amenorrea (Bravo *et al.*, 2000). La consulta se da por iniciativa de la paciente, dada su falta de fuerza y fatiga constante, su alteración en los horarios de sueño, su palidez generalizada, la aparición de edemas en cuello y cara y la pérdida abundante de cabello. En la tabla 1 se presentan diversos parámetros de relevancia médica.

Tabla 1. *Parámetros de relevancia médica presentados en el caso clínico*

Parámetro	Valor
Frecuencia cardíaca	58 latidos/minuto
Tensión arterial	80/60 mm Hg
Peso	30 Kg
Estatura	164 cm
Índice de masa corporal	11,2 Kg/m ²
Sodio sérico	129 mEq/L
Potasio sérico	3,7 mmol/L
Fosforo sérico	2,2 mg/dL
Magnesio sérico	1,7 mg/dL
Calcio total	8 mg/dL
Glucosa en sangre	43mg/dL
Proteínas totales	5,9 g/dL
AST (aspartato amino transferasa)	482 iu/l
ALT (alanina amino transferasa)	658 iu/l
GGT (gamma glutamil transferasa)	226 iu/l
LDH (lactato deshidrogenasa)	365 iu/l

Fuente: elaboración propia.

Luego de su ingreso al centro asistencial, la paciente es evaluada por un equipo multidisciplinario, conformado por médico familiarista, nutriólogo, médico internista, médico endocrinólogo, psiquiatra y equipo de enfermería.

Como decisiones inmediatas del equipo médico y teniendo en cuenta que la paciente acudió por sus propios medios a la consulta externa, se toman las siguientes decisiones terapéuticas:

- Con el fin de evitar el síndrome de realimentación, previo al inicio de la nutrición enteral se administra de magnesio y fósforo vía oral y tiamina por vía intramuscular, vigilando la ingesta de agua.
- La nutrición enteral comenzó a infundirse de forma lenta, continua y progresiva, mediante el uso de una bomba de nutrición enteral; se empezó con 20 mL/h y se incrementó el ritmo en función de la tolerancia digestiva por parte de la paciente.

Los resultados iniciales de la intervención se observan en el plazo de diez días. Amy ha conseguido tolerar un ritmo de infusión de 60 mL/h y un volumen total de 1500 mL en 24 horas.

Posteriormente se le permitió la ingesta de zumos y agua como únicos aportes por vía oral. Al décimo día de su ingreso, el peso de la paciente era de 34,4 kg, y aunque los valores de magnesio en sangre aún eran bajos (1.60 mg/dL), se evidenciaba una clara tendencia a la mejoría de los valores de transaminasas (AST: 107 UI/L, ALT: 224 UI/L, GGT: 181 UI/L). Con el fin de aumentar el aporte calórico, se cambió a fórmula de nutrición enteral hiperproteica e hipercalórica con lo que se alcanzó un aporte calórico total de 2073 Kcal/día más el aporte extra de los zumos de frutas.

A los veinte días del ingreso se introdujo la dieta oral, inicialmente basada en purés, manteniendo de forma paralela el soporte con nutrición enteral a un ritmo constante de 60mL/h y un volumen total de 1500 mL/d. Tras cuatro días con buena tolerancia a purés, se progresó en la dieta. La buena adherencia a la dieta que Amy mostró motivó el cambio de ritmo de administración de la nutrición enteral, pasando a infundirla únicamente durante la noche, con un volumen final de 1000 mL. Durante los siguientes once días, Amy se mantuvo con una dieta de 1500 Kcal caracterizada por el bajo aporte de grasas y cocinados sencillos y nutrición enteral nocturna. Luego, su dieta progresó a dieta normal del centro basal, que aporta aproximadamente 2400 Kcal y 90 g de proteínas y se disminuyó a 500 mL de nutrición enteral. Esta última finalmente se suspendió treinta y dos días después de haberla iniciado.

Felizmente, Amy fue dada de alta setenta y un días después de su ingreso, con buena tolerancia y adhesión a su dieta de perfil equilibrado y saludable; le fueron prescritos suplementos nutricionales orales hipercalóricos e hiperproteicos sin fibra. Su peso al alta fue de 47 kg (IMC 16,4 kg/m²), las enzimas hepáticas prácticamente se habían normalizado (AST: 33 UI/L, ALT: 27 UI/L, GGT: 87 UI/L) y los edemas en su cuerpo se habían reducido al mínimo.

Sesiones de argumentación y rúbricas

Después del trabajo realizado por los estudiantes con los casos clínicos, se desarrollaron sesiones de sustentación grupal e instrumentos de evaluación denominados *rúbricas*, con el fin de analizar y evaluar la forma en la que los estudiantes aplican y relacionan los conceptos trabajados en clase en un contexto real.

En este sentido, las rúbricas como instrumentos de evaluación ayudan a reflejar el grado de dominio de una actividad mediante la correlación de los criterios de evaluación con los niveles de dominio y con los aspectos por evaluar, completando el trinomio enseñanza/aprendizaje/evaluación. Dichos instrumentos de evaluación tienen como atributos principales: 1) la retroalimentación inmediata sobre el proceso de aprendizaje, ya que permite determinar las fortalezas y debilidades de cada estudiante o grupo de estudiantes, 2) les ayuda a los estudiantes establecer y trabajar de manera anticipada en los conceptos por evaluar, 3) favorece la reflexión por parte del estudiante sobre su responsabilidad en la construcción de su conocimiento, y 4) elimina la subjetividad en la evaluación (Cano *et al.*, 2017).

Así, con el objetivo de evidenciar los tipos específicos de relaciones que los estudiantes establecen entre la narrativa presentada en el caso clínico y los temas desarrollados a lo largo de las tres secciones del curso de Bioquímica, se diseñó e implementó una serie de rúbricas en el marco de una escala de desempeño, para analizar y evaluar los conceptos abordados en cada sección del curso

Los docentes, en sesiones de trabajo previamente agendadas con los estudiantes, los escucharon para poder establecer y evaluar su argumentación. El diseño de las rúbricas buscó evaluar y retroalimentar la capacidad de

los estudiantes de reconocer, explicar y argumentar acerca de temas específicos trabajados en clase y su relación con el caso clínico (por ejemplo: reconocimiento de la estructura molecular del agua, relaciones entre la estructura molecular del agua y sus propiedades físicas y químicas, la importancia del agua en múltiples procesos celulares, la capacidad homeostática de las células y del cuerpo humano para mantener niveles relativamente constantes de agua, la relación existente entre el desequilibrio de la cantidad de agua en los distintos compartimentos del cuerpo humano y la formación de edemas en tejidos, entre otras).

De acuerdo con las escalas de valoración de desempeño planteadas, la argumentación dada por los estudiantes se clasifica en tres niveles dependiendo del discurso presentado, tomando como base para la revisión la taxonomía de Bloom. Así, el nivel 1 se caracteriza por presentar un discurso basado principalmente en datos inconexos entre sí y en el cual no se evidencia articulación entre la narrativa del caso clínico y los temas por sustentar; el nivel 2 se identifica por un discurso en el que se establecen de manera más clara los conceptos y se evidencia una construcción parcial de algunas relaciones entre los temas evaluados y el caso clínico, pero de manera superficial; por último, el discurso clasificado en el nivel 3 se sustenta principalmente en el contexto real del caso clínico, argumentando de manera clara y coherente hipótesis planteadas por los estudiantes. Las rúbricas de evaluación diseñadas e implementadas para el desarrollo de esta actividad se presentan al final del documento (véanse los anexos 1, 2 y 3).

Participantes

La actividad fue realizada con 138 estudiantes de la asignatura de Bioquímica del programa académico de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Estos se organizaron de forma autónoma en grupos de tres integrantes, en las primeras sesiones del curso; la narrativa del caso clínico y las tres rúbricas de evaluación fueron presentadas al inicio del semestre, se compartieron con todos los estudiantes en la plataforma de cursos virtuales que apoya la asignatura y se les enviaron también por correo electrónico.

A lo largo del periodo académico los estudiantes tuvieron la oportunidad de acceder a asesorías por parte de profesores y estudiantes de semestres avanzados. Al final de cada sección del curso los estudiantes presentaron una sustentación oral de 18 minutos (aproximadamente 6 minutos por estudiante), en la que se evaluó y clasificó su discurso de conformidad con los parámetros indicados. Al finalizar cada sustentación grupal el docente orientó un diálogo constructivo que permitió al estudiante conocer el nivel que alcanzó en la evaluación de cada uno de los núcleos temáticos de acuerdo a la calidad de su discurso y a la apropiación conceptual aplicada al caso clínico. Teniendo en cuenta que durante el desarrollo de la asignatura se profundiza en múltiples conceptos, se busca que la forma como los estudiantes abordan el caso clínico y las relaciones que establecen vayan evolucionando. Al finalizar la asignatura, se espera que

el análisis y el discurso sean más completos, integrados y relacionados.

Con el fin de contrastar los resultados académicos con la percepción de los estudiantes sobre la implementación de la estrategia ABCC, al finalizar la asignatura los alumnos diligenciaron de forma anónima un cuestionario mixto, elaborado utilizando la escala Likert de 1-5, complementado con preguntas abiertas. dicho cuestionario se muestra en la sección de resultados (tabla 4).

Resultados

En respuesta a las políticas de evaluación institucionales, al final de cada una de las secciones del curso de bioquímica se realiza

una evaluación escrita (EE1 a EE3) que consta de 25 a 30 preguntas de opción múltiple con única respuesta. Estas pruebas están diseñadas para que los estudiantes eviten simplemente memorizar información y se preocupen más por mostrar cómo entienden y aplican conceptos derivados de la bioquímica en contextos reales. Con el fin de establecer el impacto de la implementación de la estrategia ABCC, se compararon los resultados de dichas evaluaciones obtenidos por los estudiantes antes y después de la implementación de nuestra estrategia. Para nuestra complacencia, fue posible establecer que la implementación de la estrategia ABCC representó un aumento significativo en la media de las calificaciones obtenidas por los estudiantes (véanse los resultados en la tabla 2).

Tabla 2. Calificaciones obtenidas en las EE por estudiantes antes y después de la implementación la estrategia ABCC

Evaluación escrita	Calificación promedio antes de la implementación de la estrategia ABCC	Calificación promedio después de la implementación de la estrategia ABCC
EE1	3,493	4,023
EE2	3,355	4,112
EE3	3,402	4,068

Fuente: elaboración propia.

Paralelamente se comparó la valoración definitiva de la asignatura, realizando un análisis estadístico descriptivo. Esto reveló que la implementación de la estrategia ABCC permitió a los estudiantes obtener mejores resultados generales (tabla 3).

Tabla 3. Estadística descriptiva de las valoraciones finales por estudiantes antes y después de la implementación la estrategia ABCC

Promedio	Análisis comparativo	
	Valoración definitiva de los estudiantes antes de la implementación de la estrategia ABCC	Valoración definitiva de los estudiantes después de la implementación de la estrategia ABCC
	3,729	4,242
Media	3,443	4,099
Error típico	0,0405	0,0507
Mediana	3,450	4,187
Desviación estándar	0,5132	0,5852
Varianza de la muestra	0,2637	0,3430
Rango	3,445	4,040
Mínimo	1,054	0,861
Máximo	4,4995	4,9018
Cuenta	160	138
Nivel de confianza (95,0 %)	0,08018374	0,100463197

Fuente: elaboración propia.

Esta evidencia nos permite afirmar que la implementación de la estrategia ABCC tuvo un impacto real en la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes de los diversos temas relacionados con la bioquímica metabólica.

En lo que respecta a la percepción de los estudiantes, 115 de ellos respondieron el cuestionario mixto acerca de la implementación de la estrategia. Las dos primeras preguntas abiertas buscaban establecer si existía algún contacto previo de los estudiantes con metodologías similares, de acuerdo con los resultados obtenidos; es válido resaltar que el 90 % de los estudiantes declararon no haber tenido ningún contacto previo con este tipo estrategia de enseñanza-aprendizaje.

En las preguntas 3 a 11 diseñadas en escala Likert, se les solicitó a los estudiantes asignar una valoración de 1 a 5 para cada uno de los enunciados (siendo 1 el puntaje dado a una mala experiencia y 5 el puntaje para una experiencia enriquecedora). En la tabla 4 se encuentran las preguntas realizadas y el número de estudiantes que designa un valor específico.

Tabla 4. Respuestas obtenidas a las preguntas 3 a 11 con escala Likert

Escala Likert/Valoración		1	2	3	4	5
1.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: la experiencia (análisis del caso clínico y sustentación oral grupal) le ayudó a aprender y a trabajar en grupo, dentro de un ambiente colaborativo.	0	1	4	33	77
2.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: la experiencia (análisis del caso clínico y sustentación oral grupal) le ayudó a ser el principal responsable de su propio aprendizaje.	0	1	4	27	83
3.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: la metodología (aprendizaje basado en casos clínicos) utilizada en la clase de Bioquímica le permitió identificar la importancia de la bioquímica en su formación médica.	0	0	3	20	92
4.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: la metodología (aprendizaje basado en casos clínicos) motivó su aprendizaje de la bioquímica en el contexto de su formación médica.	0	0	4	21	90
5.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: usted cree que esta metodología (aprendizaje basado en casos clínicos) puede ser usada en otras asignaturas.	0	0	5	21	89
6.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: la experiencia (análisis del caso clínico y sustentación oral grupal) le sirvió para identificar conceptos específicos de la asignatura en los que usted tenía vacíos conceptuales y que le costaba comprender en el contexto real del caso clínico).	0	0	4	29	82
7.	De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de bioquímica: la experiencia (análisis del caso clínico y sustentación oral grupal) le ayudó a superar sus propios vacíos conceptuales de la asignatura y a utilizar diferentes conceptos para aplicar en la resolución de problemas reales ubicados en el contexto del paciente.	0	0	7	25	83

Escala Likert/Valoración	1	2	3	4	5
De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de bioquímica: la experiencia (análisis del caso clínico y sustentación oral grupal) le sirvió para analizar la toma de decisiones teniendo en cuenta la información más importante, identificando las características de su futuro trabajo como médico.	0	0	3	25	87
De acuerdo con su apreciación de la implementación de casos clínicos en el curso de Bioquímica: la experiencia (análisis del caso clínico y sustentación oral grupal) le sirvió para integrar conocimientos de otras áreas en el abordaje de la problemática de salud de la paciente y el análisis del caso clínico.	0	0	5	27	83

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se identifica que la mayoría de los estudiantes (entre el 86 % y el 97 %) valoran positivamente la experiencia, ubicando sus valoraciones en 4 o 5, en aspectos como 1) las ventajas de aprender en un grupo, 2) el reconocimiento de que exista una inherente responsabilidad individual en la construcción del conocimiento propio, 3) la motivación intrínseca en la preparación de la actividad, 4) la integración de los conceptos necesarios para la elaboración del discurso con conceptos propios de otras asignaturas del plan de estudios, 5) la aplicación del conocimiento propio de la asignatura en contextos reales, 6) la capacidad de distinguir los aspectos de mayor relevancia a la hora de establecer relaciones entre conceptos, entre otras.

Los datos también indican que al 94 % de los estudiantes encuestados esta metodología les permite identificar y superar efectivamente sus vacíos conceptuales. Igualmente, es de resaltar que el 96 % de los estudiantes indican que este tipo de estrategia puede ser implementada con éxito en otras asignaturas del plan de estudios.

Conclusiones

La implementación de la estrategia aprendizaje basado en casos clínicos (ABCC), diseñada para

brindar a los estudiantes la posibilidad de analizar y argumentar acerca del metabolismo de los principales tipos de biomoléculas en un contexto real y aplicable, junto con el desarrollo de sustentaciones grupales periódicas en las que los estudiantes pueden argumentar respecto de las relaciones que establecen entre el caso clínico definido y los contenidos trabajados en las sesiones de clase, ha contribuido significativamente a mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de medicina involucrados, además de mostrar un impacto positivo en el aprendizaje de las temáticas abordadas. Asimismo, los estudiantes evidenciaron de primera mano cómo la cooperación es una estrategia eficiente para consolidar sus conocimientos, además de comprobar la importancia de hacerse responsables directos de su desarrollo académico, aspectos preponderantes en su desarrollo profesional. Finalmente, es válido destacar que esta estrategia didáctica puede ser adaptada a los objetos de estudio de otras áreas de conocimiento o disciplinas académicas.

Agradecimientos

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a las directivas de la Escuela de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas, por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Bosques, F. (2010). Resolución de casos clínicos como una estrategia para la enseñanza en la medicina. *Medicina Universitaria*, 12(47), 89-90.
- Bravo, M., Pérez, A. y Plana, R. (2000). Anorexia nerviosa: Características y síntomas. *Revista Cubana de Pediatría*, 72(4), 300-305.
- Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of Learning Sciences*, 2, 141-178.
- Cano L., Osorio de Sarmiento, M., Enciso, S. y Bernal, G. (2017). El uso de las rúbricas en el desarrollo del razonamiento hipotético-deductivo en estudiantes de medicina en una universidad colombiana. *Entramados: Educación y Sociedad*, 0(4), 185-200. <https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/entramados/article/view/2049>.
- Cornely, K. (2003). Content and conflict: The use of current events to teach content in a biochemistry course. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 31, 173-176.
- Croskerry, P. (2009). A universal model of diagnostic reasoning. *Academic Medicine*, 84, 1022-1028.
- Davies, M. (2004). The successful use of case studies in nutritional biochemistry. *Georgia Journal of Sciences*, 62, 79-86.
- DeSchryver, M., Dirkin, K., Herreid, C. F., Lundeberg, M., Maier, K. y Schiller, N. (2007). Teaching science with case studies: A national survey of faculty perceptions of the benefits and challenges of using cases. *Journal of College Science Teaching*, 37, 34-37.
- Eberlein, T., Kampmeier, J., Minderhout, V., Moog, R. S., Platt, T., Varma-Nelson, P. y White, H. (2008). Pedagogies of engagement in science. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36, 262-273.
- Elliott, D. (1996). Promoting critical thinking in the classroom. *Nurse Education*, 21(2), 49-52.
- Fardilha, M., Schrader, M., Da Cruz e Silva, O. y Da Cruz e Silva, E. (2010). Understanding fatty acid metabolism through an active learning approach. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(2), 65-69.
- García-Ponce, A., Martínez-Poveda, B., Blanco-López, A., Quesada, A., Suarez, F., Alonso-Carrión, F. y Medina, M. (2021). A problem-/case-based learning approach as a useful tool for studying glycogen metabolism and its regulation. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(2), 236-241.
- Hartfield, P. (2010). Reinforcing constructivist teaching in advanced level Biochemistry through the introduction of case-based learning activities. *Journal of Learning Design*, 3, 20-31.

- Herreid, C. (1997). What is a case? *Journal of College Science Teaching*, 27, 92-94.
- Jabaut, J., Dudum, R., Margulies, S., Mehta, A. y Hans, Z. (2016). Teaching and learning of medical biochemistry according to clinical realities: A case study. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 44(1), 95-98.
- Kassirer, J. (1992). Clinical problem-solving: A new feature in the Journal. *New England Journal of Medicine*, 326(1), 60-61.
- López, G. y Chávez, S. (2013). Simulación educativa: Herramienta didáctica para educación, ciencia, tecnología y sociedad en la disciplina de Filosofía y Sociedad. *Humanidades Médicas*, 13(2), 480-497.
- Mandin, H. (1997). Helping students learn to think like experts when solving clinical problems. *Academic Medicine*, 72(3), 173-179.
- McCannon, R., Robertson, D., Caldwell, J., Jwah, C. y Elfessi, A. (2004). Student's perceptions of their acquired knowledge during a problem-based learning case study. *Occupational Therapy Health Care*, 18, 13-28.
- Moya, P., Ruz, M., Parraguez, E., Carreño, V., Rodríguez, A. y Froes, P. (2017). Efectividad de la simulación en la educación médica desde la perspectiva de la seguridad de los pacientes. *Revista Médica de Chile*, 145, 514-526.
- Nandi, P., Chan, J., Chan, C., Chan, P. y Chan, L. (2000). Undergraduate medical education: Comparison of problem-based learning and conventional teaching. *Hong Kong Medical Journal*, 6(3), 301-306.
- Norman, G. (2005). Research in clinical reasoning: Past history and current trends. *Medical Education*, 39, 418-427.
- Norman, G. (2006). Building on experience. The development of clinical reasoning. *New England Journal of Medicine*, 355(21), 2251-2252.
- Ojeda, A., Sangucho, E., Espinosa, C., Carrasco, A. y Barbón, O. (2016). El rol de los casos clínicos publicados en la evaluación del desarrollo de procesos eficaces de razonamiento médico. *Revista Cubana de Reumatología*, 18(3), 1817-1823.
- Reddy, I. (2000). Implementation of a pharmaceuticals course in a large class through active learning using quick-thinks and case-based learning. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 64, 348-354.
- Watters, D. y Watters, J. (2007). Approaches to learning by students in the biological sciences: Implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 29, 19-43.
- Zahid, M., Varghese, R., Mohammed, A. y Ayed A. (2016). Comparison of the problem-based learning-driven with the traditional didactic-lecture-based curricula. *International Journal of Medical Education*, 12(7), 181-187.

Forma de citar este artículo

Garzón-Posee, F. y Enciso-Galindo, S. (2023). Casos clínicos como estrategia didáctica para la enseñanza de bioquímica metabólica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (53), 256-274. <https://doi.org/10.17227/ted.num53-16266>

Anexo 1

Rúbrica implementada en el primer corte académico. (Instrumento diseñado para evaluar las relaciones entre la narrativa presentada en el caso clínico y los temas desarrollados en la primera sección del curso de Bioquímica)

Rubrica de sustentación oral			
Primer corte académico-Bioquímica			
Nombres			
Descripción de la actividad			
Objetivo: Evaluar por medio del discurso las relaciones establecidas por los estudiantes entre la narrativa presentada en el caso clínico y los temas desarrollados en la primera sección del curso de Bioquímica.			
Instrucción: Para la construcción del discurso, el grupo debe realizar el análisis del caso clínico asignado y a partir de los conceptos desarrollados durante el primer corte académico elaborar un discurso que evidencie las relaciones que se encuentren entre los conceptos trabajados a lo largo del corte académico y la información correspondiente al caso clínico.			
El tiempo con el que cuenta cada grupo de 3 estudiantes para realizar la sustentación oral es de 18 minutos.			
Conceptos desarrollados durante el primer corte académico			
Ambiente acuoso			
Estructura y función de carbohidratos			
Estructura y función de lípidos			
Estructura y función de ácidos nucleicos			
Estructura y función de proteínas			
Estructura y función de enzimas			
Contexto clínico			
Paciente: Amy			
Motivo de consulta: falta de fuerza y fatiga constante, alteración en los horarios de sueño, palidez generalizada, edemas en cuello y cara y pérdida abundante de cabello.			
Escalas de niveles de desempeño			
Requiere mejora 0,0 a 2,9	Aceptable 3,0 a 3,9	Sobresaliente 4,0 a 5,0	Nota final
Aprendizaje memorístico que prevalece sobre la comprensión de los conceptos; no se argumenta en un contexto real.	Prevalece la comprensión de los conceptos, se plantean hipótesis y existe argumentación en un contexto real.	El discurso se centra en el contexto real, argumentando de manera clara y coherente las relaciones planteadas.	
Criterios de desempeño por cada aspecto para evaluar			Nota
Agua	Reconoce algunas de las propiedades del agua y sus diferentes fases, pero se le dificulta establecer relaciones entre tales propiedades en un contexto real.	Identifica las fases del agua, sus propiedades y su relación con la homeostasis y el pH.	Argumenta respecto del comportamiento bipolar del agua, la importancia del pH corporal y el impacto de las propiedades del agua en la homeostasis corporal.

Criterios de desempeño por cada aspecto para evaluar			Nota
Carbohidratos	Identifica la estructura química y la composición de los carbohidratos, sin explicar cómo esta composición influye en sus funciones biológicas.	Identifica la estructura de los carbohidratos estableciendo su función y explica de qué manera se relaciona con sus funciones biológicas.	Identifica la estructura de los carbohidratos, su función, explica cómo se relaciona con funciones biológicas, en el contexto del caso clínico.
Lípidos	Define la estructura química de los lípidos sin analizar su función.	Define la estructura básica de los lípidos y establece relaciones entre dicha estructura y sus propiedades.	Identifica cómo se relacionan la estructura y función de los lípidos y analiza la función lipídica en el correcto funcionamiento del cuerpo humano.
Proteínas	Define la estructura molecular de las proteínas sin analizar su función.	Define la estructura básica de las proteínas y establece relaciones entre dicha estructura y sus propiedades.	Identifica cómo se relacionan la estructura y función de las proteínas y analiza la función proteica en el correcto funcionamiento del cuerpo humano.
Enzimas	Identifica la naturaleza proteica de las enzimas, sus partes básicas sin analizar su actividad.	Identifica la naturaleza proteica de las enzimas, sus partes básicas analizando su actividad.	Establece relaciones entre la naturaleza molecular de enzimas y su actividad biológica, explica relaciones entre el correcto funcionamiento de enzimas y estados de salud y enfermedad.
Ácidos nucleicos	Reconoce las estructuras moleculares del ADN y el ARN.	Reconoce la estructura molecular del ADN y ARN y argumenta sobre la importancia del ADN y el ARN como moléculas de información génica.	Explica relaciones existentes entre la estructura molecular del ADN y el ARN, su integridad y el correcto funcionamiento de células y órganos.
Discurso	Fragmentado de características memorísticas y poco asociativo.	Coherente, con evidencia de articulación parcial del conocimiento previo.	Argumentativo, analítico y reflexivo y con aplicaciones en el contexto real.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2

Rúbrica implementada en el segundo corte académico.

Rubrica de sustentación oral
Segundo corte académico-Bioquímica

Nombres

Conceptos desarrollados durante el segundo corte académico

Ingesta, digestión y absorción de carbohidratos
 Metabolismo de la glucosa
 Metabolismo del glucógeno
 Vías de las pentosas fosfato
 Destinos metabólicos del piruvato (fermentación láctica y ciclo de Krebs).
 Cadena de transporte de electrones acoplada a la fosforilación oxidativa.
 Regulación e integración metabólica de carbohidratos.

Contexto clínico

Paciente: Amy

Escalas de niveles de desempeño			
Requiere mejora 0,0 a 2,9	Aceptable 3,0 a 3,9	Sobresaliente 4,0 a 5,0	Nota final
Aprendizaje memorístico que prevalece sobre la comprensión de los conceptos; no se argumenta en un contexto real.	Prevalece la comprensión de los conceptos, se plantean hipótesis y existe argumentación en un contexto real	El discurso se centra en el contexto real, argumentando de manera clara y coherente las relaciones planteadas.	

Criterios de desempeño por cada aspecto para evaluar			Nota
Ingesta, digestión y absorción de carbohidratos	Identifica cuáles alimentos aportan carbohidratos en la dieta y cómo se absorben por el organismo.	Explica procesos de ingesta, digestión y absorción de carbohidratos de la dieta.	Analiza los procesos de ingesta, digestión y absorción de carbohidratos de la dieta (polisacáridos, disacáridos y monosacáridos) y su impacto en condiciones de salud y enfermedad.
Metabolismo de la glucosa	Identifica cómo se adelanta el proceso de degradación y síntesis de los monosacáridos.	Explica el proceso de degradación y síntesis de monosacáridos relacionándolo con la ingesta de este tipo de moléculas.	Analiza procesos que sufre la glucosa en metabolismo celular, y su impacto en la homeostasis del cuerpo.
Metabolismo del glucógeno	Identifica cómo es el proceso de degradación y síntesis de los polisacáridos.	Explica la importancia del proceso de degradación y síntesis del polisacárido, relacionándolo con la ingesta.	Analiza procesos que sufre el glucógeno en su metabolismo celular y su impacto en la homeostasis del cuerpo.

	Criterios de desempeño por cada aspecto para evaluar			Nota
Vía de las pentosas fosfato	Identifica productos y direcciones en que se llevan a cabo las reacciones oxidativas y no oxidativas de la vía de la pentosa fosfato.	Reconoce el objetivo general de la vía de pentosas fosfato y su importancia en el funcionamiento celular.	Argumenta la importancia de que se lleve a cabo en la célula la generación de la vía de las pentosas fosfato para producir ribosa y del NADPH, en el contexto del caso clínico.	
Destinos metabólicos del piruvato	Identifica diferentes destinos metabólicos del piruvato en la célula eucariota animal identificando la importancia del oxígeno.	Reconoce el papel del ciclo de Krebs y el ciclo de Cori en los procesos metabólicos, encuentra diferencias en las rutas y el rendimiento energético.	Argumenta como el ciclo de Krebs y el ciclo de Cori se adelantan en el estado actual de la paciente, y explica los factores que influyen para que se adelante cada uno de los ciclos.	
Cadena de transporte de electrones acoplada a la fosforilación oxidativa	Identifica funciones de diferentes complejos de cadena de transporte de electrones y coenzimas NADH y FADH2 como fuentes de electrones.	Reconoce el objetivo de cadena de transporte de electrones y su relación con fosforilación oxidativa para producir ATP.	Argumenta cómo la cadena de transporte de electrones se presenta en las células de la paciente y relaciona con condiciones generales de salud.	
Regulación e integración	Identifica enzimas denominadas puntos de control de rutas metabólicas, el papel de insulina, glucagón, cortisol y epinefrina.	Establece relaciones entre el metabolismo de carbohidratos, metabolismo del piruvato, involucrando metabolitos integradores e intermediarios relevantes, puntos de control y hormonas.	Analiza requerimientos especiales de energía del cuerpo de la paciente, plantea hipótesis válidas sobre la fisiopatología del caso y rutas metabólicas privilegiadas en el caso.	
Discurso	Fragmentado de características memorísticas y poco asociativo.	Coherente, con evidencia de articulación parcial del conocimiento previo.	Argumentativo, analítico y reflexivo y con aplicaciones en el contexto real.	

Anexo 3

Rúbrica implementada en el tercer corte académico

Rubrica de sustentación oral				
Tercer corte académico-Bioquímica-				
Nombres				
Conceptos desarrollados durante el tercer corte académico:				
Metabolismo lipídico				
Metabolismo de compuestos nitrogenados				
Integración y regulación del metabolismo				
Contexto clínico				
Paciente: Amy				
Escalas de niveles de desempeño				
	Requiere mejora 0,0 a 2,9	Aceptable 3,0 a 3,9	Sobresaliente 4,0 a 5,0	Nota final
	Aprendizaje memorístico que prevalece sobre la comprensión de los conceptos; no se argumenta en un contexto real.	Prevalece la comprensión de los conceptos, se plantean hipótesis y existe argumentación en un contexto real.	El discurso se centra en el contexto real, argumentando de manera clara y coherente las relaciones planteadas.	
Criterios de desempeño por cada aspecto para evaluar				Nota
Ingesta digestión y absorción de alimentos	Identifica procesos de ingesta, digestión y absorción de alimentos.	Explica el proceso de ingesta, digestión y absorción de alimentos teniendo en cuenta las macromoléculas presentes.	Analiza la composición de los alimentos, las macromoléculas presentes, identifica los procesos de ingesta, digestión y absorción intestinal, el transporte a las células y mecanismos de control hormonal que se activan en rutas metabólicas favorecidas, en el contexto específico del paciente.	
Metabolismo de lípidos	Reconoce procesos de degradación de lípidos de reserva y biosíntesis de lípidos estructurales y de reserva.	Describe características de procesos de degradación de lípidos de reserva y biosíntesis de lípidos estructurales y de reserva, reconoce diferencias y puntos de control.	Argumenta en contexto real la importancia para el organismo de procesos de degradación de lípidos de reserva y biosíntesis de lípidos estructurales y de reserva.	

	Criterios de desempeño por cada aspecto para evaluar			Nota
Metabolismo de compuestos nitrogenados	Identifica procesos de síntesis, degradación de aminoácidos que realizan las células.	Reconoce procesos de desaminación y transaminación como fundamentales para el mantenimiento del equilibrio corporal, formación de urea y otros compuestos nitrogenados.	Analiza en contexto real la importancia del metabolismo de compuestos nitrogenados en mantenimiento celular, reconociendo procesos de degradación y biosíntesis.	
Regulación e integración	Identifica la importancia de las moléculas glucosa 6-p, piruvato y acetilcoa, como fuentes de energía y como sustratos de nuevas moléculas para el organismo.	Explica cómo se integran las diferentes vías metabólicas a partir de moléculas de bajo peso molecular.	Argumenta acerca de vías metabólicas involucradas en el funcionamiento celular, tisular en contexto real, identifica interdependencia, regulación alostérica y hormonal.	
Discurso	Fragmentado de características memorísticas y poco asociativo.	Coherente, con evidencia de articulación parcial del conocimiento previo.	Argumentativo, analítico, reflexivo y con aplicaciones en el contexto real.	

Fuente: elaboración propia.