

La experimentación en la formación de especialistas en Bioquímica Clínica

Experimentation in the training of specialists in Clinical Biochemistry

María de los Ángeles Boffill Cárdenas^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6158-4041>

Tahiry Gómez Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-3465-5959>

Leticia Bequer Mendoza¹ <https://orcid.org/0000-0002-5712-6718>

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Facultad de Medicina. Villa Clara. Cuba.

*Autor para correspondencia. Correo electrónico: mariaabc@infomed.sld.cu

RESUMEN

Fundamento: la bioquímica es una ciencia experimental, por lo que la Bioquímica Clínica es muy apropiada para la creación de habilidades de trabajo experimental, en la carrera de Medicina.

Objetivo: diseñar actividades prácticas para el módulo Proteínas, a fin de contribuir a la adquisición de las habilidades experimentales en la formación de los especialistas desde la Bioquímica Clínica.

Métodos: se realizó una investigación cualitativa transversal observacional en la Facultad de Medicina, durante el año 2019. Los métodos teóricos utilizados fueron el analítico-sintético y

el inductivo-deductivo; y empírico: el análisis documental; además, los métodos de diseño inverso para la planificación de las actividades prácticas, y el de aprendizaje por indagación en el desarrollo de los seminarios y de las actividades prácticas.

Resultados: se diseñaron las actividades, teniendo en cuenta las unidades didácticas, habilidades experimentales a crear y las actividades prácticas de laboratorio. Se brindaron tareas específicas para desarrollar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la evaluación de situaciones complejas. Para su correcta aplicación se elaboraron guías y se orientó la bibliografía, lo cual facilitó el trabajo independiente.

Conclusiones: las actividades prácticas diseñadas para el módulo Proteínas contribuyeron a que los residentes de Bioquímica Clínica adquirieran las habilidades del trabajo experimental, imprescindible para alcanzar la competencia profesional en la docencia, la investigación y la asistencia médica.

DeSC: internado y residencia; bioquímica; guías de estudio como asunto; programas; estudiantes; educación médica.

ABSTRACT

Background: biochemistry is an experimental science, so Clinical Biochemistry is very appropriate for the creation of experimental work skills in the Medicine career.

Objective: design practical activities for the Proteins module, in order to contribute to the acquisition of experimental skills in the training of specialists from Clinical Biochemistry.

Methods: a qualitative cross-sectional observational research was carried out at the Faculty of Medicine during 2019. The theoretical methods used were analytical-synthetic and inductive-deductive; and empirical ones: documentary analysis; In addition, reverse design methods for planning practical activities, and inquiry learning in the development of seminars and practical activities.

Results: the activities were designed, taking into account the teaching units, experimental skills to be created and the practical laboratory activities. Specific tasks were provided to develop critical thinking, problem solving, and evaluating complex situations. For its correct application, guides were prepared and the bibliography was oriented, which facilitated independent work.

Conclusions: the practical activities designed for the Proteins module contributed to the Clinical Biochemistry residents acquiring the skills of experimental work, essential to achieve professional competence in teaching, research and medical care.

MeSH: internship and residency; biochemistry; study guides as topic; programs, students; education, medical.

Recibido: 07/03/2023

Aprobado: 03/11/2023

INTRODUCCIÓN

La Bioquímica es una ciencia esencialmente experimental, por lo que es indispensable que el personal que se especializa en ella realice actividades prácticas que permitan la adquisición de las habilidades experimentales necesarias para su futuro trabajo profesional; para lograrlas existen metodologías que favorecen el aprendizaje de conceptos, desarrollo de habilidades básicas y capacidad para resolver problemas.⁽¹⁾

El proceso de enseñanza aprendizaje en las asignaturas de ciencias de técnicas experimentales con la incorporación de investigaciones auténticas en los cursos de laboratorio, constituye un aspecto fundamental para el desarrollo de las competencias científicas.^(2,3)

La Bioquímica y la Biología Molecular brindan las bases moleculares para la comprensión del funcionamiento de los organismos vivos, su transformación biotecnológica, el diseño racional de fármacos y el desarrollo de nuevas herramientas para el diagnóstico y la terapéutica. Los experimentos que se llevan a cabo en un laboratorio de Bioquímica tienen como objetivo separar, caracterizar, modificar o cuantificar las biomoléculas. En la mayoría de los casos se trabaja con muestras complejas que contienen un gran número de biomoléculas distintas.

Santa Clara ene-dic.

Por este motivo, los métodos experimentales utilizados en Bioquímica tienen que ser altamente específicos, basados en las propiedades físicas, químicas o bioquímicas de las biomoléculas ya que el conocimiento cada vez más detallado de su estructura y función de permite el desarrollo de nuevos y sofisticados métodos experimentales. A su vez, la introducción de estos métodos permite adquirir diferentes conocimientos bioquímicos.^(4,5)

La enseñanza de la Bioquímica utilizando conceptos es una tendencia pedagógica efectiva. Se logra un enfoque conceptual apropiado diseñando la clase de atrás hacia adelante, utilizando el modelo de diseño inverso o *Backward Design*, como se conoce en inglés;^(6,7) mientras el aprendizaje por indagación es un método reconocido para enseñar ciencias, promover habilidades de investigación en los estudiantes y ayudar a interiorizar nuevos conocimientos en la búsqueda de respuesta a preguntas, previamente formuladas.^(8,9)

La Bioquímica Clínica es la especialidad médica que se ocupa del estudio de los procesos metabólicos y moleculares que se relacionan con los cambios, tanto fisiológicos como patológicos, o los inducidos por actuaciones terapéuticas. En Cuba, la formación del especialista en Bioquímica Clínica se realiza en los departamentos de ciencias básicas biomédicas de las facultades de Medicina con un programa que se implementó en el año 2000 en la Facultad de Ciencias Médicas "Victoria de Girón".⁽¹⁰⁾ En los documentos normativos de este programa se establecen claramente los objetivos y contenidos de las unidades didácticas de los módulos, pero no se hacen explícitas las actividades prácticas de laboratorio (APL) que permitan el desarrollo de las habilidades experimentales para alcanzar la competencia profesional.

Los autores se trazaron como objetivo: diseñar actividades prácticas para el módulo Proteínas, a fin de contribuir a la adquisición de las habilidades experimentales en la formación de los especialistas en Bioquímica Clínica.

MÉTODOS

Se realizó una investigación cualitativa transversal observacional en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad Médica de Villa Clara, durante el año 2019.

Se aplicaron métodos teóricos:

Analítico-sintético e inductivo-deductivo: para profundizar en el conocimiento del problema y fundamentar la investigación.

Empíricos, el análisis de documentos rectores del proceso enseñanza aprendizaje de la Bioquímica: el programa de la especialidad, para conocer las habilidades que se corresponden con el modelo del profesional.

Para la planificación de las actividades prácticas se usó el método de diseño curricular inverso propuesto por Wiggins & Mc Tighe en el 2005.⁽⁶⁾ En este se destacan tres etapas importantes: 1) identificar los resultados deseados, 2) determinar evidencias del aprendizaje y 3) planear las actividades de aprendizaje. El método de indagación se empleó en los pasos 2 y 3 del proceso de la planificación inversa.

Se seleccionaron siete expertos para la valoración del diseño, conformado por profesionales de reconocido prestigio, con elevada preparación y más de una década de experiencia en la docencia en la enseñanza de la Bioquímica en las facultades de Ciencias Médica. Participaron 2 doctores en ciencias con categoría de profesor titular y 5 masters con la categoría de profesor auxiliar. Los indicadores fueron: su pertinencia, autenticidad, actualidad, estructura metodológica y posible generalización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizado el análisis de los documentos y su evaluación, el colectivo de autores diseñó una planificación de actividades prácticas de laboratorio, considerando en primer lugar las habilidades a crear en los residentes, aspecto novedoso pues lo tradicional es planificar por contenidos temáticos y no usando el diseño inverso.⁽⁶⁾

El análisis crítico del contenido de la documentación estudiada y la experiencia docente y profesional de los autores permitió identificar los principales conceptos y fundamentos vinculados con la adquisición de las habilidades que contribuyen a alcanzar las competencias requeridas.⁽²⁾

El módulo se desarrolló de forma teórico-práctica con componente experimental. Del análisis de las unidades didácticas del módulo Proteínas se seleccionaron aquellas en las que la experimentación constituía el factor fundamental en el desarrollo de las habilidades propuestas: I, II, IV y VII. Las unidades III, V y VI con características más teóricas se abordaron en seminarios que fortalecieron la base teórica del módulo.

Se incorporó una unidad didáctica relacionada con aspectos introductorios al trabajo del laboratorio bioquímico que permitió que los residentes adquirieran la destreza necesaria para realizar las actividades prácticas con una mayor independencia ya que solo con la experimentación se logra aprender los aspectos necesarios para el trabajo exitoso en un laboratorio de química o Bioquímica,^(11,12) lo que resultó útil pues este es el primer módulo en donde se realizan actividades prácticas en el plan de formación de estos residentes.

En la Tabla 1 se observan las habilidades a crear relacionadas con las unidades didácticas establecidas en el programa de formación de estos especialistas.⁽¹⁰⁾

Tabla 1. Unidades didácticas y habilidades a crear en el módulo Proteínas. Facultad de Medicina. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Curso 2019

Unidades didácticas	Habilidades a crear	APL*
---------------------	---------------------	------

Introducción al trabajo del laboratorio bioquímico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manejar adecuadamente los equipos y cristalería de uso en el laboratorio de bioquímica 2. Preparar soluciones de uso en el laboratorio de Bioquímica 3. Aplicar las medidas de seguridad biológica 4. Realizar de forma adecuada la observación y anotación de los resultados 5. Obtener muestras biológicas, preparar homogeneizados de tejidos y extraer proteínas de su medio natural 	1 y 2
Precusores de proteínas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las propiedades acido-básicas de los aminoácidos 	3
El enlace peptídico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efectuar el proceso de hidrolisis del enlace peptídico 2. Determinar la composición aminoácidica de las proteínas 	4
Propiedades de las proteínas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la concentración de las proteínas de un medio biológico usando diferentes técnicas. 2. Determinar las propiedades eléctricas de las proteínas 	5, 6, 7 y 8
Purificación y caracterización de las proteínas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provocar la solubilización y precipitación de las proteínas sin desnaturalización 	9 y 10

Fuente: elaboración propia

Legenda: *APL: Actividades Prácticas de Laboratorio

Después de definir las habilidades a crear, que constituye el primer paso del diseño inverso, se aplicó el método de indagación y se elaboraron las guías de preguntas por cada unidad didáctica, las que permitieron al residente profundizar en las temáticas a tratar y a la vez sentó las bases para la ejecución del segundo paso del diseño inverso, que fue obtener las evidencias del aprendizaje.⁽⁹⁾

Posteriormente y a partir de las habilidades a crear y los recursos materiales disponibles, se determinaron las actividades prácticas de laboratorio según muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Actividades Prácticas de Laboratorio (APL) establecidas. Facultad de Medicina.
Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Curso 2019

Habilidades a crear*	Actividad Práctica de Laboratorio	Seminarios	APL
1, 2 y 3	1. Introducción al trabajo del laboratorio bioquímico	4 horas	12 horas
4	2. Preparación de extractos biológicos ricos en proteínas de fuentes naturales	4 horas	4 horas
5, 6 ,7 y 8	3. Valoración de aminoácidos ácidos, neutros y básicos	4 horas	4 horas
	4. Determinación de la composición de aminoácidos en una proteína	4 horas	4 horas
9 y 10	5. Determinación de la concentración de las proteínas de un medio biológico por el método de Biuret, Lowry y UV	4 horas	12 horas
	6. Electroforesis de proteínas plasmáticas en acetato de celulosa y en gel de poliacrilamida	4 horas	8 horas
	7. Electroforesis en acetato de celulosa de los fenotipos de la Hemoglobina humana		4 horas
	8 Determinación del pI de la caseína		4 horas
11	9. Precipitación y purificación de proteínas por el método de salado	4 horas	8 horas
	10. Precipitación y purificación de proteínas con solventes orgánicos		8 horas
9-11	Practica final. Extracción y purificación de una proteína de una fuente natural		20 horas

Fuente: Elaboración propia.

* Habilidades a crear según se numeraron en la Tabla 1.

Se elaboró el protocolo experimental de cada una de las actividades prácticas, donde se detallaron el proceso experimental, reactivos y equipos a utilizar, así como las guías de preguntas y la bibliografía relacionada con los protocolos experimentales, sin que esto limitara la actividad independiente y creativa de los estudiantes.⁽³⁾ Se concuerda con lo planteado por Hernández Millán⁽¹¹⁾ de que vale la pena continuar en la búsqueda de mejores estrategias para que los trabajos prácticos cumplan realmente los objetivos de aprendizaje necesarios.

Como actividad práctica integradora se orientó desde el inicio del módulo la actividad final donde los residentes realizarían la extracción y purificación de una proteína utilizando fuentes naturales. En ella los estudiantes desarrollaron un protocolo complejo y utilizaron las habilidades adquiridas en las actividades prácticas que las precedieron. Esta actividad final se realizó de forma independiente, desde la preparación del protocolo hasta la elaboración de su informe final, lo que permitió una evaluación integral de la adquisición de las habilidades en la experimentación, en coincidencia con una investigación anterior donde se evidenció que en las prácticas, la motivación y el interés fueron mayores que en las clases teóricas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias biológicas, lo cual permitió el desarrollo de algunas habilidades científicas y un aprendizaje significativo de los conceptos asociados con la temática.⁽¹²⁾

Todas las APL se realizaron con una adecuada preparación teórica previa de los residentes, ya que se efectuó un seminario antes de cada una, donde se discutieron los aspectos teóricos vinculados con las habilidades que se deseaba crear. Para ello se aplicaron las guías elaboradas para cada unidad didáctica además del estudio de la bibliografía relacionada con el protocolo de cada actividad práctica de laboratorio, orientadas previamente, lo que tributó a su autopreparación. De esta forma se potenció el aprendizaje, con las consiguientes implicaciones para el desarrollo de las prácticas, ya que hacen que el alumno piense de manera crítica y dé prioridad a la evidencia para formular las explicaciones del fenómeno observado y así adquiere un rol protagónico, transforma sus hábitos de estudio, aumenta su motivación por el conocimiento para formular las explicaciones del fenómeno observado y se apropia del método científico, además aprende a trabajar en equipo.^(9,13)

En la unidad didáctica Introducción al trabajo del laboratorio bioquímico, en el programa del módulo se logró en los residentes un grado de independencia en el desarrollo de las actividades prácticas: en las primeras dos, pudieron incorporar las destrezas mínimas para el trabajo independiente en las prácticas realizadas, las que tuvieron su máxima expresión en la práctica final del módulo. Lograr la independencia en el trabajo de laboratorio está íntimamente vinculada a la adquisición de las habilidades.⁽¹²⁾

Después de la ejecución del experimento, los residentes aprendieron a registrar los datos observados, realizaron cálculos matemáticos y estadísticos, interpretaron los resultados obtenidos y confeccionaron el informe final de cada actividad práctica de laboratorio. En dicho informe se exponen sus consideraciones teóricas en correspondencia con el protocolo establecido para su realización. La estructura de este informe es la de un artículo científico cuya confección entrenó al residente a exponer de forma comprensible los resultados que se alcanzaron en el experimento realizado.⁽¹⁴⁾

La evaluación del módulo se efectuó considerando las actividades sistemáticas como los seminarios y el desarrollo de las 10 actividades prácticas y sus informes finales con 50 puntos, y el desarrollo de la actividad final práctica y su informe final con 50 puntos, para un total de 100. De esta forma el peso de la evaluación recayó en el desarrollo de las prácticas y la adquisición de las habilidades requeridas.⁽¹⁵⁾

La impartición del módulo Proteínas a los residentes de segundo año de la especialidad de Bioquímica Clínica, utilizando el diseño establecido como resultado de esta investigación se aplica desde el año 2019 hasta la actualidad con resultados satisfactorios; ha permitido la adquisición de un mínimo de habilidades prácticas demostradas en la ejecución de la práctica final del módulo y el tránsito, de forma satisfactoria, al módulo Enzimas que requiere habilidades en el trabajo experimental.

La opinión de los expertos que evaluaron el diseño fue muy positiva, en donde se destacó la necesidad de la realización de las APL, lo novedoso del diseño establecido, así como la fácil generalización al poder adaptarse a la disponibilidad de los reactivos y equipamiento en cada

facultad de ciencias médicas en donde se formen estos especialistas. El resultado de la investigación se presentó en III Encuentro Virtual de Bioquímica realizado en Holguín 2023, en donde recibió numerosas opiniones positivas en cuanto a la necesidad de generalización para lograr la necesaria creación de las habilidades experimentales en los residentes de Bioquímica Clínica

Las autoras opinan que una mayor participación de los residentes en actividades de experimentación incrementa sus habilidades. Estos profesionales en formación pueden participar como investigadores activos en los proyectos de sus profesores, ya que un alumno que tenga como desafío la participación en una investigación real tendrá evidentemente más posibilidades de desarrollar capacidades científicas que aquel que solo se limita a seguir las instrucciones para la ejecución de un experimento.

Aporte científico

Se diseñaron actividades prácticas para el módulo Proteínas en la formación de los especialistas en Bioquímica Clínica, que contribuyen a la adquisición de las habilidades experimentales para su desempeño profesional.

CONCLUSIONES

Las actividades prácticas diseñadas para el módulo Proteínas contribuyeron a la creación de habilidades experimentales en los residentes de Bioquímica Clínica, imprescindibles para alcanzar una adecuada competencia profesional en la docencia, investigación y asistencia médica. Fueron valoradas satisfactoriamente por los especialistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López López HL, Alfaro Rodríguez AP, Quirino Rodríguez AP, Ibarra Martínez R. Análisis comparativo de los estilos de enseñanza y estilos de aprendizaje en la educación superior pública. ReDTIS [Internet]. 2022 [citado 06/12/2022];6(6):[aprox. 6 p.]. Disponible en: <https://redtis.org/index.php/Redtis/article/view/105>

2. Sabido-Codina J, Sáez-Rosenkranz I, Gracenea-Zugarramurdi M, Santacana-Mestre J. Competencia científica y método científico en ciencias sociales y naturales: una propuesta didáctica transversal. REIRE [Internet]. 2019 [citado 06/12/2022];12(2):[aprox. 16 p.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7057075>
3. Rodríguez-Cepeda R, Casas-Mateus J, Martínez-Cárdenas A, Esperanza D. Laboratorio de química bajo contexto: insumo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Tecné, Episteme y Didaxis: TED [Internet]. 2020 [citado 06/12/2022];(47):[aprox. 19 p.]. Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/11334>
4. Hodge EA, Benhaim MA, Le KK. Bridging protein structure, dynamics, and function using hydrogen/deuterium exchange mass spectrometry. Protein Sci [Internet]. 2020 [citado 06/12/2022];29(4):[aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31721348/>
5. Ahmadyousefi Y, Saidijam M, Amirheidan B, Rahbariardfeh F, Soleimani M I. A novel hyperthermostable recombinant protein nanocage. Biomed J [Internet]. 2022 [citado 06/12/2022];26(6):[aprox. 13 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36437775/>
6. Dávila AM, Wiggins G, McTighe J. Understanding by design. 2ed. USA: ASCD; 2005.
7. McTighe J, Brown PL. Using Understanding by Design to Make the Standards Come Alive. Science Scope [Internet]. 2021 [citado 06/12/2022];45(2):[aprox. 6 p.]. Disponible en: <https://www.nsta.org/science-scope-november-december-2022>
8. Sosa Solano JA, Dávila Sanabria DT. La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. Educación y Ciencia [Internet]. 2019 [citado 06/12/2022];(23):[aprox. 19 p.]. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/10275
9. Mariños Castillo GA, Apolaya Sotelo. Aprendizaje de las ciencias físicas en el estudiante universitario: aportes de la indagación científica en el desarrollo de las competencias. SCIENDO [Internet]. 2021 [citado 29/10/2022];(1):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sciendo.2021.002>
10. Vicedo A. Diseño curricular en ciencias básicas biomédicas. En: Aneiros- Riba R, Vicedo A (eds). Las ciencias básicas en la educación médica superior. Madrid: Editorial Síntesis; 2001.

11. Hernández Millán G. Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué? Educ Quím [Internet]. 2012 [citado 30/10/2021]; 23(1): [aprox. 4 p.]. Disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
12. Lemus M, Guevara M. Prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la construcción y comprensión de los temas de biología en estudiantes del recinto Emilio Prud'homme. Rev Cubana de Educación Superior [Internet]. 2021 [citado 12/10/2022]; 40(2): e11. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000200011&lng=es&tlng=es
13. González A, Fillat F. Clase inversa y aprendizaje activo para incentivar la participación y la motivación de los alumnos en prácticas de laboratorio de biología molecular. Rev de Educación Bioquímica: REB [Internet]. 2021 [citado 06/12/2022]; 40(1): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=99914>
14. Carola E. Bruna CE, Verónica A. Villarroel VA, Bruna DV, José A. Martínez. Experiencia de Diseño y Uso de una Rúbrica para Evaluar Informes de Laboratorio. Form Universit [Internet]. 2019 [citado 06/12/2022]; 12(2): [aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000200017>
15. Costa CE, Galembeck E. Novel study guides for biochemistry meaningful learning in biology: a design-based research. J of Biochemistry [Internet]. 2017 [citado 06/12/2022]; 15(2): [aprox. 26 p.]. Disponible en: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_ecfbc629f25100fe79c4bac9dc9d72e1

Declaración de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: María de los Ángeles Boffill Cárdenas

Curación de datos: María de los Ángeles Boffill Cárdenas, Tahiry Gómez Hernández y Leticia Bequer Mendoza

Análisis formal: María de los Ángeles Boffill Cárdenas, Tahiry Gómez Hernández y Leticia Bequer Mendoza

Investigación: María de los Ángeles Boffill Cárdenas, Tahiry Gómez Hernández y Leticia Bequer Mendoza

Metodología: María de los Ángeles Boffill Cárdenas, Tahiry Gómez Hernández y Leticia Bequer Mendoza

Visualización: María de los Ángeles Boffill Cárdenas, Tahiry Gómez Hernández y Leticia Bequer Mendoza

Redacción del borrador original: María de los Ángeles Boffill Cárdenas

Redacción (revisión y edición): María de los Ángeles Boffill Cárdenas, Tahiry Gómez Hernández y Leticia Bequer Mendoza

Este artículo está publicado bajo la licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)