



Universidad Nacional Autónoma De México  
Colegio De Ciencias Y Humanidades  
Centro De Formación Continua



Seminario

## **La Enseñanza de la Biología Molecular**

(120 horas, Moodle CFC-CCH)

### **Diseñadores y coordinadores**

Luz Angélica Hernández Carbajal, CCH Oriente

Martha Elvira Mejía García, CCH Oriente

Federico Centeno Cruz, CCH Oriente

Cupo: mínimo 8, máximo 15 docentes

Agosto 2021- julio 2022

Abril 2021



## INTRODUCCIÓN

La construcción del conocimiento científico relacionado con las ciencias biológicas ha visto un incremento vertiginoso en los últimos años, propiciado por la gran cantidad de descubrimientos desde mediados del siglo XX. La enseñanza de las ciencias, y de la biología en particular, también ha cambiado y se han incluido en el currículum nuevas temáticas en función de los avances de la investigación científica; por ejemplo, en el ámbito de la genética y la biología molecular se desencadenó un auge del conocimiento de la función e importancia del material genético en la transmisión de las características hereditarias, de la secuenciación del genoma humano y genomas de muchas especies, el descubrimiento y desciframiento de la función de genes relacionados con el cáncer, el conocimiento de las células troncales, la clonación, la generación de organismos transgénicos, el descubrimiento de nuevos virus y actualmente de las técnicas de edición de genes (CRISPR-Cas9), las vacunas de RNA, entre otros conocimientos que forman parte de la solución a diferentes problemas que nos aquejan como sociedad.

Ante el rápido crecimiento de la biología molecular y sus múltiples aplicaciones e impacto en la sociedad, y considerando las escasas actividades prácticas y/o experimentales en estas temáticas en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente; nos hemos dado a la tarea de implementar un laboratorio escolar de Biología Molecular<sup>1</sup> desde el 2017 (a través de proyectos INFOCAB PB201317 y PB200119), y con ello diseñar e impartir cursos extracurriculares de 40 horas dirigidos a estudiantes y a profesores (20 horas). Cabe señalar que el diseño de estos cursos extracurriculares implicó la elaboración de estrategias didácticas exprofeso<sup>2</sup>, así como un manual de prácticas experimentales y el uso de recursos didácticos en línea, que han permitido la enseñanza y apropiación de aprendizajes de diversos temas del área de la biología molecular.

Por la experiencia adquirida en la consecución de estos proyectos INFOCAB, hemos observado cualitativamente evidencias de aprendizaje en los estudiantes que han participado en los cursos teórico-prácticos de Biología Molecular. Por ejemplo, cómo se han apropiado de un lenguaje técnico, de habilidades, actitudes y valores propios de la biología molecular, y que han generado motivaciones para el estudio de las ciencias experimentales (elección de carrera). Así también, hemos observado el desarrollo académico de algunos estudiantes, que se han graduado del bachillerato y continúan colaborando

---

<sup>1</sup> El grupo de trabajo CTS Biología Molecular del CCH Oriente y a través de los dos proyectos INFOCAB desde 2017 a la fecha ha realizado 6 cursos, uno de ellos en línea dirigido a estudiantes y un curso a profesores en el SILADIN, sitio Google del grupo de trabajo: <https://cutt.ly/5zd20tV>

<sup>2</sup> El ATC del genoma. Estrategias didácticas de Biología Molecular para el Bachillerato Universitario, disponible en línea en: <https://portalacademico.cch.unam.mx/publicaciones-digitales/el-atc-del-genoma>



como alumnos-asesores y que han acompañado en la supervisión, evaluación y realización de actividades teórico-prácticas a los estudiantes, durante los cursos.

Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, es imprescindible para el docente su formación inicial, permanente y continua, que favorezca el desarrollo de estrategias didácticas dirigidas a los estudiantes que les permita la aprehensión de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, además propiciar en aquellos estudiantes con una clara vocación científica, una formación propedéutica que le permita ir mejor preparados al nivel superior. La formación continua del docente en estas temáticas le permitirá manejar información actualizada sobre temas generales, vigentes y con impacto en la sociedad, lo que propiciará un manejo integral de la biología molecular y celular. Con base en lo anterior, se propone la realización de un seminario en el que se aborden 3 bloques fundamentales:

- conocimientos básicos
- biología molecular
- aplicaciones de la biología molecular.

Para que los docentes adquieran un panorama general de los aspectos actuales necesarios en la enseñanza de la biología molecular.

Por lo anterior, consideramos necesario iniciar una labor de actualización sobre las temáticas de la biología molecular y celular, así como una reflexión sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en estas áreas del conocimiento; ya que estas son herramientas imprescindibles para una mejor comprensión de la vida, sus límites y posibilidades, permiten entender los procesos biológicos a través del conocimiento estructural de las biomoléculas y sus respectivas interacciones y cambios. Sin embargo, la biología molecular es una de las disciplinas más difíciles de abordar por su alto nivel de abstracción, de ahí la necesidad de iniciar este camino y sobre todo dirigirlo a los docentes de Biología de nivel medio superior.

## **OBJETIVOS**

Los docentes de Biología requerimos enfoques prácticos, dentro y fuera del aula de clase, que permitan innovar la enseñanza y diferenciarse del modelo tradicionalista; es necesario hacer que el proceso de enseñanza-aprendizaje se caracterice por su dinamismo y eficacia. De ahí que este seminario represente una opción que permita a los profesores participantes cumplir con los siguientes objetivos:

- adquirir o consolidar conocimientos disciplinares en este campo
- realizar un análisis de los resultados de algunas de las estrategias didácticas empleadas en estos cursos extracurriculares,
- proporcionar a los docentes participantes herramientas para que elaboren sus propias estrategias didácticas



## CONTENIDOS

Los docentes participantes en el Seminario durante las sesiones presenciales a distancia y a través de la interacción con especialistas expertos<sup>3</sup>, desde un enfoque integral y sistémico, se actualizarán en las siguientes temáticas:

### BLOQUE 1. CONOCIMIENTO BÁSICOS

- I. Sistemas complejos de Biomoléculas e interacciones.
- II. La célula: estructura y funciones
- III. Ácidos nucleicos, genes y cromosomas (procariontes, eucariontes y virus) (Arturo Calderón o Socorro Durán)

### BLOQUE 2. BIOLOGÍA MOLECULAR

- IV. El dogma central de la Biología Molecular.
  - A. Replicación
  - B. Transcripción y regulación de la expresión génica
  - C. Traducción y modificaciones postraduccionales
  - D. Mecanismos de señalización (aspectos generales haciendo énfasis en los mecanismos de transducción de señales en la regulación de la expresión génica).

### BLOQUE 3. APLICACIONES EN BIOLOGÍA MOLECULAR

- V. Enzimas de restricción, tecnología del ADN recombinante, transformación bacteriana (técnica y usos).
- VI. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y Secuenciación.
- VII. Edición génica (CRISPR-Cas)
- VIII. Ejemplos de problemáticas y soluciones abordadas desde la biología molecular, biología sintética, biotecnología, sistemática y filogenia...
- IX. Problemáticas sobre la enseñanza de la biología molecular

A la par, se revisarán textos y se discutirán las problemáticas en cuanto al nivel de profundidad, así como las dificultades de la enseñanza de éstas; con la finalidad de detectar y proponer soluciones en cuanto a los resultados observados y analizados de las estrategias implementadas en los cursos extracurriculares de biología molecular, dirigidos a los estudiantes de nivel bachillerato.

ACTIVIDADES POR SESIONES SINCRÓNICAS (15 sesiones de 3 horas)

---

<sup>3</sup> UNAM, UAM, IPN, INMEGEN, Hospital General, InCan



Sesión	Objetivo	Actividades
20 ago. 2021 I	Presentación del seminario (estructura, objetivos, requisitos de permanencia y evaluación del mismo). Comprender a las biomoléculas y sus interacciones como sistemas complejos que propician el funcionamiento y la dinámica de los procesos bioquímicos celulares. Analizar las dificultades de la comprensión de esta temática en el nivel bachillerato.	Lectura de la bibliografía correspondiente a la temática.
03 sept. 2021 II	Comprender e identificar los elementos que caracterizan a un sistema complejo como la célula y sus propiedades emergentes.	Participación en la exposición y análisis de las lecturas propuestas.
24 sept. 2021 III	Identificar las características del material genético procarionte, eucarionte y viral. Distinguir las diferencias de la regulación de la expresión génica entre procarionte, eucariontes y virus.	Participación en las ponencias dictadas por los expertos.
08 oct. 2021 IV-A	Analizar el flujo de información genética, originalmente “dogma central de la Biología Molecular” propuesto por Francis Crick como eje modular de la biología molecular, así como las estrategias didácticas empleadas para su enseñanza. Reconoce la maquinaria de replicación de DNA y las diferencias que se presentan entre eucariontes y procariontes. Analizar las dificultades de la comprensión de esta temática en el nivel bachillerato.	Presentación y análisis de los resultados obtenidos de las diferentes estrategias didácticas implementadas en los cursos de biología molecular.
22 oct. 2021 IV-B	Comprender el mecanismo de transcripción y los procesos de regulación génica.	Discusión sobre las problemáticas abordadas y elaboración de propuestas para la enseñanza.
05 nov. 2021 IV-C	Comprender el mecanismo de traducción y modificaciones postraduccionales. Presentar y analizar los resultados de la implementación de la estrategia didáctica “Síntesis de proteínas. Life S.A. de C.V.”	Resolver actividades asincrónicas en tiempo y forma, propuestas en la plataforma moodle.
19 nov. 2021 IV-D	Reconocer los mecanismos básicos de transducción de señales para la expresión génica. Comprender la integridad estructural de la célula en los mecanismos asociados a la expresión génica.	



Sesión	Objetivo	Actividades
03 dic. 2021 V	Analizar la importancia de las Enzimas de restricción en la biología molecular, la tecnología del ADN recombinante y la transformación bacteriana. Analizar las dificultades de la comprensión de esta temática en el nivel bachillerato.	
14 ene. 2022 V-Bis	Presentar y analizar los resultados de la implementación de las estrategias: <ul style="list-style-type: none"><li>• Enzimas de restricción “Tijeras para cortar, pegar y diseñar moléculas de DNA”</li><li>• “Transformación bacteriana con pGLO”</li></ul>	
11 feb. 2022 VI	Conocer el impacto de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y secuenciación como técnicas clave en la biología molecular y sintética Analizar las dificultades de la comprensión de esta temática en el nivel bachillerato.	
11 mar. 2022 VI-Bis	Presentar y analizar los resultados de la implementación de las estrategia didácticas: <ul style="list-style-type: none"><li>• “Primero ctrl+C y después ctrl+V, ctrl+V, ctrl+V...”</li><li>• “Secuenciación”</li></ul>	
15 abr. 2022 VII	Conocer los fundamentos básicos de la edición génica CRISPR-Cas.	
13 may. 2022 VIII	Problemáticas y soluciones abordadas desde la biología molecular, biología sintética, biotecnología, sistemática y filogenia... Entrega de ensayo	
27 may. 2022 IX	Analizar problemáticas sobre la enseñanza de la biología molecular en el CCH	
17 jun. 2022	Evaluación entre pares de los ensayos elaborados por los participantes	



Sesión	Objetivo	Actividades
24 jun. 2022	Evaluación del seminario	

### CRITERIOS DE ACREDITACIÓN

Los participantes del seminario deben obtener una calificación mínima de ocho en una escala de diez, además deberán cumplir con los siguientes requisitos durante el seminario:

- Asistencia superior al 80 % de las sesiones sincrónicas.
- Lectura y análisis de los textos propuestos.
- Participación crítica y fundamentada de las lectura de los textos.
- Participación crítica y fundamentada en las ponencias de los expertos.
- Participación en el análisis de resultados de las estrategias didácticas discutidas.
- Elaboración de un ensayo sobre algunas de las temáticas discutidas.
- Entrega de bitácora COL.

### EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Elaboración del ensayo 30%

- El docente elaborará un ensayo sobre alguna problemática en particular que se haya revisado en el seminario, este ensayo se evaluará en función de una rúbrica y la evaluación se realizará entre pares.

Participación 30%

- Se valorará el nivel de participación fundamentada de los docentes en función del análisis, discusión y elaboración de propuestas a las problemáticas abordadas durante las sesiones sincrónicas y asincrónicas (foro de discusión en chat de plataforma Moodle y lista de cotejo).

Bitácora COL (individual) 40%

- Los docentes llenarán al final de cada sesión presencial una guía dirigida para integrar su bitácora COL, la cual se entregará en DRIVE dos días posteriores a la sesión.

### COORDINACIÓN Y DISEÑO

El diseño y la coordinación del Seminario está a cargo de:



- **Luz Angélica Hernández Carbajal**, es egresada de la licenciatura de Biología Experimental, realizó la maestría en Ciencias del Mar y Limnología (UNAM) y el doctorado en el Instituto de Investigaciones Filosóficas (UNAM) en Filosofía de la Ciencia. Realizó labores docentes en la SEP en nivel medio desde 1990 y desde 2001 en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente (UNAM). Actualmente es profesora de carrera asociado "C". Ha impartido cursos de Biología I a IV en el CCH. Ha tomado cursos de formación disciplinaria, actualización docente y de apoyo a la docencia (TIC's). Fue asesor en línea para el Bachillerato a distancia en la UNAM (curso CVT1 y Ciencias de la salud) y ha estructurado cursos en línea a través de la plataforma Moodle, (<http://educart.org> y H@bitat PUMA) y para el portal académico del CCH. También ha impartido cursos a nivel licenciatura en la UAM Iztapalapa y a nivel posgrado coordinado por UAS, COBAO y UNAM. Ha participado en proyectos en el laboratorio de investigación epidemiológica (LICEP-UAMI) ha publicado y participado en la divulgación de resultados de investigaciones en su disciplina y en docencia. Durante el doctorado en Filosofía de la Ciencia (IIIF, UNAM), llevó a cabo una investigación sobre aprendizaje informal a través de equipos interactivos en museos de ciencias. Coordinó dos proyectos INFOCAB PB201317 "Actividades experimentales de Biología Molecular. Una estrategia didáctica e innovadora para la enseñanza de la Biología contemporánea en el CCH" y PB200119 "La enseñanza de la Biología Molecular en el CCH. Cursos especiales teórico-prácticos de Biología molecular para alumnos (40 hrs.)".
- **Martha Elvira Mejía García**, es egresada de la UAM-Iztapalapa de la licenciatura en Biología Experimental. En 2006 ingresó como docente en el nivel medio superior en la SEP del Estado de México y en 2007 al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente. Actualmente es profesora de asignatura definitiva y tiene una plaza de carrera de medio tiempo. Ha impartido cursos de Biología I a IV, ha tomado cursos de formación disciplinaria, actualización docente y de apoyo a la docencia; así como un diplomado de "Aplicaciones de la TICs para la Enseñanza" (FES-Zaragoza). Cursó la maestría en Ciencias Biológicas con enfoque en Biología Experimental, de la UNAM en el que trabajó en un proyecto de investigación para determinar mutaciones en un gen que codifica para un factor de transcripción específico para el gen receptor LDL en pacientes con diabetes tipo 2. Actualmente cursa la MADEMS.
- **Federico Centeno Cruz**, es Biólogo por la facultad de Ciencias de la UNAM, realizó estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias en Genética y Biología molecular por el Cinvestav-IPN. Desde 1995 es profesor de Biología en el CCH Oriente, actualmente es profesor de Asignatura A definitivo. Desde 2006 es investigador en Ciencias Médicas en el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), tiene más de 10 trabajos publicados en revistas indizadas internacionales y cuenta con diversas



participaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de licenciatura y participado en diversos comités tutorales de maestría y doctorado, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel I.

## PRODUCTOS FINALES

- Ensayos individuales o en equipo (parejas) sobre las temáticas abordadas.
- Bitácora COL.

## ARTÍCULOS Y LIBROS DE REFERENCIA

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A. D., Lewis, J., Raff, M., ... & Walter, P. (2015). *Essential cell biology*. Garland Science.

Arber, W. (2012). Restriction enzymes: From their discovery to their applications. In *Genetically Modified Organisms and Genetic Engineering in Research and Therapy* (Vol. 3, pp. 33-38). Karger Publishers.

Briggs, A. G., Morgan, S. K., Sanderson, S. K., Schulting, M. C., & Wieseman, L. J. (2016). Tracking the resolution of student misconceptions about the central dogma of molecular biology. *Journal of microbiology & biology education*, 17(3), 339.

Brown, T. A. (2020). *Gene cloning and DNA analysis: an introduction*. John Wiley & Sons.

Cobb, M. (2017). 60 years ago, Francis Crick changed the logic of biology. *PLoS biology*, 15(9), e2003243.

Cohen, I. R., & Harel, D. (2007). Explaining a complex living system: dynamics, multi-scaling and emergence. *Journal of the royal society interface*, 4(13), 175-182.

Di Felice, F., Micheli, G., & Camilloni, G. (2019). Restriction enzymes and their use in molecular biology: An overview. *Journal of biosciences*, 44(2), 1-8.

Dorrell, M. I., & Lineback, J. E. (2019). Using shapes & codes to teach the central dogma of molecular biology: a hands-on inquiry-based activity. *The American Biology Teacher*, 81(3), 202-209.

Glick, B. R., & Patten, C. L. (2017). *Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA* (Vol. 34). John Wiley & Sons.

Heather, J. M., & Chain, B. (2016). The sequence of sequencers: The history of sequencing DNA. *Genomics*, 107(1), 1-8.

Karp, G. (2009). *Cell and molecular biology: concepts and experiments*. John Wiley & Sons.

Loenen, W. A., Dryden, D. T., Raleigh, E. A., Wilson, G. G., & Murray, N. E. (2014). Highlights of the DNA cutters: a short history of the restriction enzymes. *Nucleic acids research*, 42(1), 3-19.

Ma'ayan, A. (2017). Complex systems biology. *Journal of the Royal Society Interface*, 14(134), 20170391.

Pierce, B. A. (2018). *Genetics essentials: concepts and connections*. WH Freeman.



Pray, L. (2008). The biotechnology revolution: PCR and the use of reverse transcriptase to clone expressed genes. *Nat Educ*, 1(1), 94.

Regenmortel, M. H. V. (2004). Reductionism and complexity in molecular biology: Scientists now have the tools to unravel biological complexity and overcome the limitations of reductionism. *EMBO reports*, 5(11), 1016-1020.

Zhao, W. (2021). A forum on synthetic biology: meet the great challenges with new technology. *National Science Review*, 8(1), nwaa252