

# RETOS EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR Y LA BIOQUÍMICA EN LAS CARRERAS DEL ÁREA DE LA SALUD

**Armando Lucumí Moreno**  
Ph.D<sup>1</sup>

RECIBIDO EL 9 DE SEPTIEMBRE DE 2015 - ACEPTADO EL 12 DE SEPTIEMBRE DE 2015

## Resumen

La Bioquímica y la Biología Molecular constituyen dos de los campos de la ciencia con mayor crecimiento y desarrollo tecnológico en los últimos años, y en consecuencia, con gran influencia en la vida cotidiana, en ámbitos como la salud, la biotecnología y la agroindustria, entre otros. Debido a que estas dos áreas de conocimiento interactúan y se apoyan en ciencias como las matemáticas, la física y la química, el contenido de estas áreas se torna abstracto y complejo, generando retos y desafíos muy grandes para los docentes que enseñan tales disciplinas, fundamentales para los estudiantes de salud, ciencias y algunas ingenierías como la biomédica. Se plantean aquí algunas estrategias que pueden servir para facilitar la adquisición de estos conocimientos. Se enmarcan desde la importancia que tiene para las ciencias de la vida el conocimiento que

existe en estas áreas, así como la selección y organización de los contenidos, las didácticas utilizadas, el lenguaje, la investigación y las TIC's como soporte para el aprendizaje. De igual forma se plantea cómo desde estas áreas es fundamental impulsar en los estudiantes un comportamiento ético apropiado.

## ABSTRACT.

Biochemistry and Molecular Biology are two of the fields of science with higher growth and technological development in recent years, leading it to currently have a major influence on everyday life in areas such as health, biotechnology and agribusiness among others. Because these two areas of knowledge interact and rely on other sciences like mathematics, physics and chemistry, which makes the content of these areas is very abstract and complex, which generates some very great challenges for teachers they teach these areas, which are fundamental for students of health sciences and some engineering and biomedical. Some strategies that can serve to facilitate the

<sup>1</sup> \*\*Profesor titular jornada completa, Universidad Libre-Cali  
[arlumo3@yahoo.com](mailto:arlumo3@yahoo.com) , [arlumo3@gmail.com](mailto:arlumo3@gmail.com)

acquisition of these skills are raised here, those strategies start from the importance for the life sciences knowledge that exists in these areas, as well as the selection and organization of content, strategies used teaching, language, research and ITC's as a support for learning, just as is planned as from these areas is essential to promote in students having an appropriate ethical behavior.

**Palabras clave: Bioquímica, Biología Molecular, Enseñanza, Educación, investigación.**

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cambios que experimenta continuamente la sociedad a nivel tecnológico y científico han obligado a la generación de profundas modificaciones en los programas académicos, logrando transformarlos. Como consecuencia de lo anterior las estrategias docentes de enseñanza y aprendizaje deben modificarse al unísono. Nuestro conocimiento de cómo los sistemas vivos trabajan a nivel molecular ha crecido abundantemente en los últimos 50 años. El descubrimiento de que el ADN es el portador de la información genética, aunado al conocimiento de la estructura de la doble Hélice de ADN realizado por Watson y Crick, así como el desarrollo en años más recientes de la genómica, proteómica y metabolómica, la aplicación de una amplia variedad de información y metodologías de diversas disciplinas científicas representan, junto a otros hallazgos no menos importantes, motor de avance de la biotecnología. En la actualidad a estas áreas las conocemos como ciencias moleculares de la vida, siendo fundamentales dos pilares: la bioquímica y la biología molecular. La bioquímica es el estudio de los procesos químicos de los seres vivos; se ocupa de la estructura y función de los componentes macromoleculares de las células tales como proteínas, carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos y otras biomoléculas. Por su parte, la biología molecular es el estudio

de la biología a un nivel molecular; se ocupa de las interacciones entre los diferentes sistemas celulares incluyendo la interacción entre ácidos nucleicos y las proteínas y como estas interacciones son reguladas.

Los estudiosos de la química de las células, los bioquímicos y biólogos moleculares, intentamos con ello entender las bases moleculares y la genética de los procesos celulares. La bioquímica y la biología molecular han crecido juntas para abarcar prácticamente todo el espectro de las ciencias básicas, desde la física, la química y la biología hasta ciencias más aplicadas como las ciencias de la salud. Las mujeres y hombres en estos campos están estudiando la vida en todos los niveles, partiendo de moléculas individuales hasta la intrincada red de los organismos de este planeta.

El rápido progreso, avance y aplicaciones potenciales de la bioquímica y la biología molecular tiene profundas implicaciones no solo en nuestro entendimiento científico sino también en nuestra prosperidad como especie, así como los futuros avances en la salud. En este horizonte nuestra vida cotidiana se beneficia de avances y nuevos desarrollos a nivel de farmacológico, nuevas herramientas diagnósticas y nuevos tratamientos, y el impacto de estos hallazgos continuará expandiéndose en el futuro. En todo lo planteado subyace algo muy importante: las implicaciones éticas por ejemplo para temas como la producción de alimentos, los perfiles genéticos y las técnicas forenses, entre otras. Tales implicaciones éticas, así como la compleja naturaleza de los contenidos, plantean, en virtud a la gran cantidad de información que aparece diariamente, grandes retos y desafíos para la educación en este campo de conocimiento, lo cual obliga a repensar y replantear las estrategias de enseñanza, así como nuestras prácticas pedagógicas y didácticas en todos los niveles de la educación en ciencias de la vida.

A continuación se expone lo que a mi juicio

son algunos de los retos y desafíos más importantes que tenemos que superar para una “óptima” enseñanza de las ciencias moleculares de la vida (bioquímica y biología molecular) para las carreras de salud.

## 2. LA BIOQUÍMICA Y LA BIOLOGÍA MOLECULAR COMO MOTOR DE CONOCIMIENTO

La alfabetización científica, entendida como un proceso mediante el cual se adquieren competencias científicas y técnicas que permiten operar comprensiva y equilibradamente sobre la realidad natural y mejorar la calidad de vida, está contemplada en la Ley general de Educación. Esto implica la capacitación e instrumentación del ciudadano para incidir en el mundo circundante, con fundamentos racionales, válidos científicamente.

En consecuencia, en la actualidad nuestro papel como docentes se perfila desde una perspectiva formadora y orientadora de los aprendizajes, que debe integrar los conocimientos de diversas disciplinas y permitir la formación de posiciones axiológicas personales ante los desafíos y las aplicaciones de los conocimientos científicos.

Los docentes de bioquímica y biología molecular debemos enseñar los contenidos y métodos de trabajo que les son propios a estas áreas desde el nivel inicial, conduciendo el proceso de enseñanza y aprendizaje de cada una de ellas, adaptándolas, por cierto, al nivel en el que se trabaje, en este caso específico a las ciencias de la salud.

El saber científico encuentra su origen en el persistente e intenso deseo del ser humano de conocer el mundo de la naturaleza y de comprenderse a sí mismo. En este sentido, se le reconoce a la ciencia una doble finalidad:

- Una finalidad primaria de carácter estrictamente cognitivo: la comprensión del mundo natural mediante la obtención

progresiva de “conocimientos fundados en la realidad”.

- Una finalidad secundaria (o derivada) de carácter práctico o utilitario ligada a la toma de decisiones, tratando de conocer para actuar y transformar la realidad mediante aplicaciones prácticas del conocimiento científico.

No sólo aspiramos a conocer y comprender el mundo natural, también deseamos “mejorar nuestra situación en lo actuado”. Pero la acción plantea problemas, y si se pretende dar respuestas racionales a estos, es necesario disponer de conocimientos acerca de los fenómenos, situaciones o procesos a los que se desea controlar o modificar.

Los modernos sistemas de conocimiento científico son organismos en crecimiento: mientras están vivos, cambian sin pausa. Esta es una de las razones por las cuales la ciencia es éticamente valiosa; porque nos recuerda que la corrección de errores es tan valiosa como “no cometerlos”, y que probar cosas nuevas e inciertas es preferible a rendir culto a las viejas garantías.

Es decir, lo que caracteriza hoy a las ciencias es la búsqueda de la verdad (esto no siempre se logra en el contexto científico), caracterizándose por ser crítica, opuesta a lo dogmático, por consiguiente autocorrectiva. En definitiva, lo inherente a las ciencias es hoy, no la absolutés ni la seguridad, sino su corregibilidad y provisoriedad. Es necesario que hoy, en nuestras aulas, se “vivan” estas cuestiones.

En la búsqueda de un desarrollo integral de la persona, la enseñanza de la bioquímica y la biología molecular para las carreras de salud contribuye al desarrollo de capacidades y actitudes esenciales para la formación ciudadana, como el sentido crítico, el razonamiento lógico,

la creatividad y la adopción de conductas éticas. Tiene alto valor pedagógico en cuanto integra los conocimientos teóricos en la solución de problemas del entorno real, promoviendo que los alumnos se desenvuelvan con la mentalidad del investigador, desarrollando las capacidades de analizar, formular hipótesis, resolver situaciones problemáticas, rectificar aseveraciones propias y corregir el rumbo de sus investigaciones.

Esta área de Ciencias de la vida se propone relacionar Ciencia-Tecnología-Sociedad, contribuyendo así al conocimiento y la comprensión de las diversidades naturales y sociales, permitiendo el desarrollo de personas con espíritu amplio y visión integradora.

Además, dado que a través de los conceptos y métodos de la bioquímica y la biología molecular se pueden anticipar situaciones futuras, es factible despertar en los alumnos una inquietud que los aliente al aprendizaje autónomo continuo.

El rápido crecimiento, aunado a la inter y multidisciplinariedad de la bioquímica y la biología molecular, plantea la problemática de la selección de los contenidos a enseñar en estas áreas. De hecho, hay una gran brecha entre lo que se conoce como resultado de las investigaciones de la bioquímica y la biología molecular con lo que se enseña en las universidades y particularmente en los programas de salud (Howitt *et al.*, 2008). Además, muchas de las dificultades asociadas a la enseñanza y entendimiento de la bioquímica y la biología molecular, derivan de la naturaleza abstracta de los conceptos, los cuales a su vez forman parte de la complejidad de los sistemas celulares y los muchos niveles de organización. De modo que las dificultades de razonamiento y las concepciones alternativas son los principales retos para los alumnos y los profesores, lo cual obliga a repensar la enseñanza de estas áreas; en algunos casos tales dificultades esáan unidas al dominio

de ciertas herramientas de comunicación. Tanto el dominio del lenguaje específico de la bioquímica y la biología molecular, así como las herramientas de imágenes diseñadas para facilitar la comunicación, pueden constituirse en obstáculos e introducir errores de interpretación. Lo anterior obliga a un desarrollo didáctico pertinente para la enseñanza de estas ciencias, acorde a las necesidades de los programas de salud. Por lo tanto, es necesario investigar a fondo para identificar aquellos factores que promueven o impiden un proceso de enseñanza-aprendizaje eficaz, y facilitar el desarrollo de nuevas y efectivas herramientas y estrategias de enseñanza aprendizaje.

Pienso que los retos a los que se enfrentan docentes y estudiantes para el dominio de la bioquímica y la biología molecular en los programas de salud, son multidimensionales y únicos. Planteo aquí algunas de las cuestiones que a mi parecer son los mayores retos a superar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la bioquímica y la biología molecular. Se discuten los siguientes aspectos:

A. La selección de los contenidos

B. Estrategias de Enseñanza

- Investigación
- El pape del docente
- Dominio del lenguaje de la bioquímica y la biología molecular
- Papel y uso del material visual.

C. Utilización de las TIC`S

D. Implicaciones éticas

### 3. DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

La bioquímica y la biología molecular generan

de manera vertiginosa grandes cantidades de información. Además, las tecnologías de la información ha revolucionado nuestra capacidad de adquirir y usar información de diversas fuentes, tales como bases de datos de genomas secuenciados, genes, proteínas, estructuras de proteínas y los perfiles de expresión. Los profesores no pueden mantenerse al tanto de toda la nueva información y por ende seleccionar los aspectos necesarios para difundir a los alumnos; por otro lado, los alumnos carecen de la formación necesaria para comprender fácilmente la información para seleccionar los aspectos que deben aprender.

Es claro que la enseñanza constituye la mediación entre el sujeto que aprende y los contenidos socialmente significativos; que el aprendizaje consiste en construir un significado a partir de la relación existente entre los saberes previos y el nuevo material incorporado, y que los contenidos son saberes significativos para el sujeto que aprende desde lo personal y social. Tales contenidos incluyen el “saber”, el “saber hacer” y el “saber ser”.

La selección de los contenidos apunta a “qué se va a enseñar”, “como se va a enseñar”, así como los criterios que orientan la selección. Es necesario que ésta sea acompañada por una adecuada y pertinente organización de los contenidos, cuestiones que deben apoyarse en sólidos fundamentos académicos sostenidos por los equipos de docentes-investigadores de las áreas de bioquímica y biología molecular para los programas de salud.

De acuerdo con lo anterior, la selección puede realizarse teniendo en cuenta:

- El contexto social y cultural
- La representatividad respecto a la lógica disciplinar
- Los intereses de los alumnos basados en su perfil profesional

- La significación epistemológica
- La funcionalidad de los contenidos “dentro y fuera” de las disciplinas
- La posibilidad de recursos de diversa índole
- La integración, actualización, potencialidad vertebradora y equilibrio de los contenidos
- Significancia psicológica (modos de razonar, cuyo aprendizaje es necesario y valioso).

En cuanto al diseño de los contenidos se hace necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La caracterización de los contenidos a abordar, justificando su origen, la naturaleza de los problemas que resuelven, las propiedades y las relaciones entre ellos y con otras disciplinas.
- Abordajes múltiples, diversos enfoques y miradas alternativas para una misma situación, que faciliten “ver” la funcionalidad de los distintos contenidos.
- Uso de técnicas de demostración, comprobación y validación.
- Plantear, solucionar y formular problemas adecuados a esta etapa y a las distintas modalidades, educando la razón y a la vez nutriendo la imaginación
- Construir situaciones de aprendizaje que impliquen producciones interesantes (trabajos de investigación, proyectos, acciones comunitarias, etc.) de los alumnos en los que se puedan imbricar sus propios intereses, la realidad actual y las cuestiones que se traten en otros espacios curriculares.
- Uso de soportes tecnológicos pertinentes que

permitan avances importantes en las producciones autónomas.

- Acceso a la construcción histórica de algunos conceptos y procesos.

Todo lo expuesto pone de relieve la importancia fundamental de una planificación en “espiral”, lo cual permitirá el necesario tratamiento cada vez más amplio y más rico de los principios centrales de la bioquímica y la biología molecular. Se la debe concebir desde la significación lógica, es decir, procurando que las estructuras disciplinares giren en torno a grandes ejes organizadores (autónomos pero no carentes de relación e importancia entre los contenidos), desde la significación psicológica que tienda a la estructura cognitiva de los alumnos, sus saberes previos e intereses, hasta su significación sociocultural.

Es preciso desarrollar en los alumnos una visión del mundo asociada a un pensamiento activo (pensamiento crítico), creador (construir sobre estrategias propias enriquecidas en la confrontación con las de los demás) y científico (planteo de contenidos con el necesario rigor que exige este nivel, acorde a las posibilidades de comprensión y los conocimientos previos de los alumnos).

Así, estaremos en el camino de contribuir a la formación de ciudadanos que, en un marco de competencias intelectuales, éticas, sociales y tecnológicas adecuadas, puedan enfrentarse a las demandas de un mundo cambiante que solicita, por un lado, la permanente búsqueda de soluciones comunes a problemas de apariencia diversa y, por el otro, exige alternativas diferentes para resolver problemas similares.

En otras palabras “dar vida” a los conceptos y métodos, evolucionando de acuerdo con las demandas de la realidad y las nuevas tendencias.

#### 4. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

La enseñanza de la bioquímica y la biología molecular debe tener un enfoque de investigación en el que la observación, el planteamiento de hipótesis y la experimentación formen parte del método mismo de la enseñanza, para de esta manera contribuir a la formación integral de profesionales con una amplia visión respecto a la utilización del método científico, despertando y motivando su interés por la investigación científica. Además, el docente tiene un papel relevante en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la bioquímica y la biología molecular, a continuación planteo el papel que debe tener la investigación y el docente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la bioquímica y la biología molecular.

##### 4.1 LA INVESTIGACIÓN

La construcción del conocimiento constituye un proceso colectivo, condicionado por la participación de diferentes sectores. El conocer debe entenderse como una relación entre el sujeto y el objeto enmarcados por el estado del conocimiento del momento, que al igual que los factores sociales está en constante transformación.

El instrumento para la transformación del conocimiento es la investigación, siendo responsabilidad de todas las profesiones el avance del mismo. Un estilo de pensamiento hace posible la percepción de muchas formas y hechos, pero también puede limitar el reconocimiento de otras formas y de otros hechos.

La investigación universitaria es un proceso de búsqueda de nuevo conocimiento, caracterizado por la creatividad del acto, la innovación de ideas, los métodos rigurosos utilizados, validación y juicio crítico de pares. A la investigación está unida íntimamente la creatividad ya que en buena medida los resultados de la investigación

son también creación de conocimiento o de tecnología. Y la investigación científica debe operar en la Universidad no sólo en el ámbito de las disciplinas o ciencias básicas, sean éstas naturales, formales o sociales, sino también en el ámbito de las profesiones o carreras.

La investigación en bioquímica y biología molecular para los programas de salud se debe fundamentar en la inter y transdisciplinariedad, partiendo de la premisa que todas las personas pueden contribuir al desarrollo del saber en la medida que se involucren en este, derivando además satisfacciones personales, profesionales y sociales.

Es ampliamente aceptado hoy en día que la calidad de la educación superior está íntimamente asociada con la práctica de la investigación. Ahora bien, cuando se habla de investigación en este contexto se hace referencia no sólo a hacer investigación, sino también, y por lo menos, a ser capaz de consumir investigación y de utilizarla pertinentemente en la docencia. Hay que recordar, sin embargo, que la letra y el espíritu de la Ley 30 de 1992, al tratar la función de la investigación en la Universidad colombiana, se refiere a la búsqueda y generación de conocimiento, a una experiencia de investigación de alto nivel, más que al solo hecho de vincular productos de investigación a la docencia.

El Consejo Nacional de Acreditación, CNA, consciente del estado desigual de desarrollo de la investigación en la educación superior colombiana, ha querido reflejar por ahora, al evaluar las exigencias de esta característica de calidad, lo ideal y lo posible. Para ello ha traído a colación el término y concepto de investigación formativa como una primera e ineludible manifestación de existencia de la cultura de la investigación en las instituciones de educación superior. Para aquellas que ostentan el carácter de universidades, sin embargo, la exigencia es más alta y se observan sus esfuerzos y

realizaciones en el campo de la investigación científica y tecnológica propiamente dichas, o sea que generen un nuevo conocimiento que contribuya a la solución de problemas del medio. Por otra parte, la lectura de las exigencias de las características relacionadas con la investigación en el modelo de evaluación para acreditación del mismo CNA, ha de hacerse de manera diferenciada por los distintos niveles de las instituciones de educación superior.

La discusión de la relación entre docencia e investigación y de la relación entre la formación para la investigación y la misión investigativa de la educación superior, pasa por la precisión en torno a la investigación formativa y a la investigación científica en sentido estricto, más ligada la primera al pregrado y a la especialización, y la otra más propia de la maestría y el doctorado y de la materialización de la misión investigativa de la universidad. La primera es una necesidad tanto en universidades profesionalizantes como en universidades investigativas, pues en unas y otras se hace necesaria la formación para la investigación; la segunda es definitivamente consustancial a las universidades con enfoque netamente investigativo. La diferencia entre ambos tipos de universidad existe de hecho en el mundo, aunque en Colombia la Ley 30 de 1992 determina, como ya se dijo, que el último nivel de instituciones de educación superior, es decir, la universidad, tiene como característica el compromiso con la investigación de alto nivel y su puesta en marcha. En ninguna forma la investigación formativa podrá tomarse como excusa para soslayar la misión sustantiva de investigar que tiene la universidad. La condición establecida por la ley 30 de 1992 en el sentido de que para ser universidad se debe tener experiencia científica de alto nivel. La investigación formativa no puede estar, por ende, en lugar de la investigación en sentido estricto.

El interés por la investigación puede y debe

desarrollarse a través de la realización de tareas docentes que aborden problemas integradores a desarrollar a lo largo o en una etapa dada del curso, en los cuales participen los alumnos, según sus intereses, desde el propio planteamiento del problema. Las estrategias de su solución exigen la aplicación de las habilidades de máxima generalización de la bioquímica y la biología molecular, sus ideas rectoras, así como el contacto con especialistas y las visitas de análisis “sobre el terreno” en contextos propios de la actividad profesional.

Desarrollar una visión histórica del conocimiento científico es considerar la perspectiva de su construcción social, de la contextualización histórica de la tríada Ciencia – Tecnología – Sociedad. Por consiguiente, la investigación en bioquímica y biología molecular se debe fortalecer a todo nivel, como principal herramienta para el aprendizaje continuo. Es necesario entonces que la observación, el planteamiento de hipótesis y la experimentación formen parte del método mismo de la enseñanza. Se hace necesario crear una entidad académica de análisis y discusión científica entre estudiante-profesor, que favorezca el despertar científico de los estudiantes y la consolidación de cuerpos académicos. Así como facilitar a los estudiantes el contacto constante con la comunidad científica, nacional e internacional orientándolos hacia la observación y análisis de los problemas que enfrenta la ciencia, para la formulación de soluciones. Todo lo anterior permitirá, desde la bioquímica y biología molecular, Contribuir a la formación integral de profesionales de salud con una amplia visión respecto de la utilización del método científico, despertando y motivando su interés por la investigación científica.

#### 4.2 EL PAPEL DEL DOCENTE

El aprendizaje de la bioquímica y la biología molecular no sucede de manera espontánea, sino que es un ejemplo de aprendizaje “difícil” que requiere asistencia para conseguirlo. Por lo

tanto, el docente constituye el eje principal para ayudar a los alumnos a esta apropiación cultural de la práctica de la ciencia.

De allí que el docente, cumpliendo su rol de guía de mediador y facilitador de los procesos de enseñanza y aprendizaje debe entender que el conocimiento científico y por extensión su enseñanza, más que un conocimiento final y acabado es el producto de un proceso de construcción social. En consecuencia, este conocimiento jamás deberá ser presentado como un producto final, acabado, menos aún absoluto e incuestionable. Por el contrario, deberá ser presentado como un producto en proceso de construcción, casi nunca terminado, siempre incompleto y listo para ser mejorado e incluso cambiado. Un producto que cambia permanentemente en el tiempo, sujeto a las preferencias, gustos, tendencias, presiones e intereses sociales y económicos de nuestra vida cotidiana. En este sentido, ni siquiera el método científico existe al margen de las tendencias sociales y económicas anteriormente descritas.

Del mismo modo, la producción del conocimiento, más que un proceso de construcción individual utilizando el método científico, es un proceso de construcción colectiva llevado a cabo en contextos colaborativos. Desde esta perspectiva, la ciencia progresa en la medida en que una comunidad científica mantiene un crítico diálogo transformador que minimiza las subjetividades individuales de los científicos a favor de los valores colectivos de la comunidad. Esto quiere decir que la ciencia, siendo una reflexión objetiva del mundo que nos rodea, es sobre todo el resultado de un proceso colectivo de construcción de conocimientos, por lo que los objetivos de su enseñanza no deberán ser confundidos con los objetivos de la propia ciencia. Es necesario entonces que el docente de bioquímica y biología molecular para salud cumpla con los siguientes objetivos:

- Abordar temáticas curriculares desde un

enfoque de aprendizaje por proyectos

- Identificar y atender los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje
- Manejar un ambiente de trabajo flexible para la organización de las actividades
- Fomentar el aprendizaje colaborativo como una estrategia para el desarrollo cognitivo y social
- Valorar el error y las situaciones problema como una fuente de aprendizaje
- Utilizar formas de evaluación de procesos
- Conocer tecnología de vanguardia y propiciar su aprovechamiento pedagógico innovador.

Esto le permitirá, generar procesos de capacitación y por ende innovar en los procesos de formación, los cuales son los insumos necesarios para lograr un aprendizaje integrado entre lo pedagógico lo tecnológico y lo social.

Para cumplir con lo anterior el docente de bioquímica y biología molecular debe dominar los siguientes aspectos:

- El Mundo del trabajo y sus perspectivas
- La estructura del Diseño Curricular
- Pedagogía y didáctica actualizada
- Metodología apropiada para el manejo de las diferentes técnicas

En cuanto a lo pedagógico se hace necesario que los docentes se comprometan a solucionar las siguientes necesidades:

- Eliminar la enseñanza vertical.
- Reconsiderar la enseñanza grupal.

- Desarrollar una enseñanza diferenciada.
- Construir el conocimiento.
- Lograr el protagonismo estudiantil.
- Realizar una enseñanza significativa

#### 4.3 EL LENGUAJE DE LA BIOQUÍMICA Y LA BIOLOGÍA MOLECULAR

El lenguaje de la bioquímica y la biología molecular se caracterizan por el uso intenso de metáforas, símiles, antropomorfismos, expresiones teleológicas, jerga científica, abreviaturas, acrónimos y relaciones matemáticas. Hay una dificultad evidente en el hecho de que los conceptos definidos científicamente no coinciden con el lenguaje cotidiano, lo cual genera problemas en las ciencias de la educación. En la bioquímica y biología molecular esta dificultad parece ser menor debido a que no hay un significado cotidiano para términos como lípidos, nucleótidos, expresión genética y replicación, entre otros. Esta falta de referentes cotidianos puede ser ventajoso, porque hay poco o ningún riesgo de falsas ideas derivadas de significados cotidianos. En contraste, la ausencia de metáforas “de la vida real” puede hacer que sea difícil para las personas prever fenómenos abstractos (Reif and Larkin, 1991; Fredriksen and White, 1992). Lakoff and Johnson (1980) propusieron que las metáforas son una parte esencial de cualquier dominio, y las metáforas espaciales, en particular, se cree que sirven para mejorar el significado de los datos y proporcionar información cualitativa.

Las metáforas y las analogías son de uso común en bioquímica y biología molecular, para facilitar la “visualización” de conceptos y procesos relevantes. Por ejemplo las mitocondrias son descritas como plantas de poder para la célula. Otra estrategia es describir los procesos en términos de características

humanas (antropomorfismos) o comportamiento intencional, por ejemplo para explicar que la acción de los anticuerpos es atacar o invadir. Esta estrategia puede causar problemas a los estudiantes ya que a menudo tienen puntos de vista antropomórficos de los procesos celulares (Tamir and Zohar, 1993) tales como que la célula sabe que tomar y que descartar, además expresiones tales como que “el péptido señal dirige la proteína hasta su sitio blanco” son usadas frecuentemente en la enseñanza para describir los procesos de cómo los péptidos se trasladan dentro de la célula para ubicarse en su correcta localización. Sin embargo el término “dirige” es también utilizado para explicar el choque entre dos moléculas o como difunde una molécula a través de compartimentos diferentes. Aunque estas concepciones teológicas y los razonamientos analógicos pueden facilitar el proceso de aprendizaje, también pueden ser causa de apropiarse de conceptos erróneos (Kattmann, 2005).

Otra característica del lenguaje de la bioquímica y la biología molecular es el uso de abreviaciones y acrónimos, debido a que estas áreas estudian fenómenos que involucran nombres largos y complejos, los cuales son abreviados con siglas por ejemplo glutámico Glu, electroforesis desnaturizante SDS-PAGE. Por otro lado proteínas y genes son identificados, caracterizados y nombrados antes de que su función sea conocida, sus nombres son basados en sus propiedades analíticas más que en su función, por ejemplo la p53 (proteína 53) hace referencia a una proteína con un aparente peso molecular de 53KDa de acuerdo al análisis electroforético y después se estableció que es un factor de transcripción supresor de tumores, y como ese son muchos los ejemplos. Aunque las siglas y jerga de la bioquímica y la biología molecular pueden facilitar la comunicación entre los profesionales de este campo, se puede también generar problemas para los alumnos que estudian estas

áreas de conocimiento. Debemos entonces preguntarnos si el lenguaje que usamos en la bioquímica y la biología molecular es el más apropiado para que los estudiantes comprendan los contenidos o si debemos generar nuevas estrategias de aprendizaje frente al lenguaje de enseñanza de estas áreas de conocimiento para los programas de salud.

#### 4.4 LAS IMÁGENES COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA

Las imágenes juegan un papel crítico como herramientas conceptuales en la enseñanza y la investigación, transformando así la forma en que pensamos los fenómenos de la bioquímica y la biología molecular.

El progreso en estas áreas de conocimiento está conectado a nuestra capacidad de modelar en abstracto ciencias de la vida está conectado a nuestra capacidad de modelar abstracto el contenido complejo de los hallazgos y las imágenes se usan como fuentes de información e instrumentos de análisis y modelado. (Kozma et al., 2000). Los docentes investigadores en bioquímica y biología molecular comunican y entienden su ciencia utilizando imágenes, siendo inherente su éxito a la capacidad de modelar el abstracto mundo molecular. La importancia de las imágenes es evidente en la comunicación de resultados de investigación y en libros de texto de bioquímica y biología molecular. Los libros son ricos en ilustraciones y con frecuencia incluyen suplementos de gráficos en forma de sitios web y software educativo. Por ejemplo, imágenes que ocupan el 30-50% del espacio de la página en la norma bioquímica y genética molecular y libros de texto de bioquímica, biología celular y molecular. Estas imágenes son fórmulas químicas y mecanismos, salidas instrumentales, esquemas, diagramas, ilustraciones y fotografías, así como los modelos interactivos y animaciones previstas como

material suplementario.

La interpretación de las imágenes no es problemática y depende de los conocimientos previos en el dominio del tema, así como familiaridad con la imagen, la complejidad de la misma y el simbolismo utilizado en ella.

El aprendizaje en bioquímica y biología molecular depende, como ya se mencionó, en gran parte de las habilidades de los docentes para hacer sus abstracciones y sus habilidades para ayudar a los estudiantes en su percepción del tema. En esta línea de indagación las imágenes pueden tener un papel reflexivo o por el contrario las representaciones visuales pueden causar confusión. Por esta razón es importante tener en cuenta el diseño de las imágenes y su conexión con las metas de aprendizaje, así como los conocimientos previos de los alumnos al crear y usar imágenes para el proceso de enseñanza de la bioquímica y la biología molecular.

## 5. IMPLICACIONES ETICAS

La bioquímica y la biología molecular son únicas en cuanto a las implicaciones éticas. Aunque otras disciplinas como la física nuclear y el desarrollo sostenible conllevan preocupaciones éticas, la bioquímica y la biología molecular se ocupan de la vida misma. Por lo tanto, la disciplina plantea preguntas fundamentales, filosóficas y éticas relacionadas con las visiones del mundo de las personas. Los comportamientos y actitudes de los estudiantes y el público en general hacia la genética y la biotecnología indican que van desde la preocupación o el temor a los efectos nocivos o consecuencias de la biotecnología, a la intensa curiosidad y el interés en el campo por el potencial que ofrece para mejorar la salud y el bienestar humanos (Chen y Raffan, 1999; Jallinoja y Aro, 2000; Dawson y Schibeci, 2003; Chang y Chiu, 2008). Cuando se tratan seriamente durante el proceso de enseñanza estas cuestiones pueden proporcionar perspectivas valiosas como aumento de interés

y compromiso, así como desarrollar la capacidad de los estudiantes para generar un debate al respecto. Sin embargo, los científicos y los profesores pueden no sentirse preparados para hacer frente a las cuestiones éticas y filosóficas en clase y pueden tratar estas cuestiones inherentemente complejas superficialmente o evitarlas por completo. La bioquímica y la biología molecular ofrecen oportunidades para que se establezcan nexos de cooperación entre estudiantes y profesionales de las ciencias de la salud con los de las ciencias humanas que son expertos en la filosofía práctica, la ética y los estudios religiosos.

## 6. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN –TIC

Se entiende por Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC) el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información. El paradigma de las nuevas tecnologías son las redes informáticas. Las computadoras, aisladas, ofrecen una gran cantidad de posibilidades, pero conectadas incrementan grandemente su funcionalidad al posibilitar no sólo procesar información almacenada en soportes físicos en cualquier formato digital, sino también como herramienta para acceder a información, recursos y servicios prestados por computadoras remotas, como sistema de publicación y difusión de la información, como medio de comunicación entre seres humanos. El ejemplo por excelencia de las redes informáticas es Internet, una red de redes que interconecta millones de personas, instituciones, empresas, centros educativos, de investigación, etc. de todo el mundo (Castañeda, 2005).

El nuevo entorno de trabajo y de comunicación que se ha desarrollado en base a las TIC ha hecho cambiar la forma de pensar y ver el

mundo. Términos tales como chat, e-mail, listas de discusión, Internet, on-line, etc. han cambiado el vocabulario diario. Lo anterior o es ajeno a la bioquímica y la biología molecular ya que existen muchas herramientas informáticas y bases de datos en internet que son alimentadas desde estas ciencias solo por citar algunos ejemplos el PDB, Gene Bank, el Swiss Prot, Pymol todo el abanico de herramientas bioinformáticas que existe en el Expasy tools. El reto consiste en utilizar estos recursos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la bioquímica y la biología molecular para las carreras de salud. Es tanta la contribución de la bioquímica y biología molecular a la informática que ya existe de manera formal una nueva área de conocimiento llamada bioinformática, fundamental para el desarrollo de la bioquímica, la biología molecular y la biotecnología entre otras.

Con el desarrollo de las TIC se han incrementado las posibilidades de almacenamiento de grandes cantidades de datos en objetos de tamaño reducido, o lo que es más revolucionario, liberarla de los propios objetos y de sus características materiales y hacerla residir en espacios no topológicos (el ciberespacio o la infosfera) como las redes informáticas, accesibles desde cualquier lugar del mundo en tiempo real. Como resultado de los importantes avances de las TIC se pueden destacar los siguientes aspectos en la enseñanza de la bioquímica y al biología molecular para programas de salud:

- Tomar decisiones: Tiempos, lugares de Aprendizaje ( por fuera del aula y el espacio institucional)
- Incremento de los apoyos a los estudiantes para la realización del trabajo independiente como son: tutorías, asesorías, acompañamiento.
- Posibilidad de negociar: desarrollar los propósitos y contenidos involucrando de manera mas activa al estudiante.

- Acceder a diferentes metas de aprendizaje de manera mas activa y oportuna.
- Incrementar la movilidad estudiantil de acuerdo con intereses y expectativas previamente trazados.
- Ajustar los tiempos de aprendizaje, según los ritmos, necesidades y dificultades de cada estudiante o grupo de estudiantes en particular.

## 7. CONCLUSIONES

El objetivo de este escrito fue poner de relieve los aspectos que a mi manera de ver son los más difíciles en la enseñanza y aprendizaje de la bioquímica y la biología molecular para los programas de salud, así como establecer una base para la investigación futura, educación y práctica de la disciplina.

Tengo la convicción de que la investigación en este campo puede contribuir a un sano conocimiento y a la comprensión de los retos educativos, además de proporcionar herramientas que pueden ayudar a los profesores y al sistema educativo en su respuesta a estos desafíos.

En resumen, el contenido básico, la investigación, el papel del docente, así como la comprensión conceptual y la comunicación del conocimiento en bioquímica y biología molecular han sido el foco de este ensayo. La búsqueda de conceptos clave y principios en este ámbito está en curso. Sin embargo, la forma de comunicar a los estudiantes lo planteado en los contenidos comprende el punto central de reflexión crítica. De hecho, la interpretación de lo que piensan los estudiantes acerca de lo que constituye el contenido central es precisamente lo que está más pobremente investigado.

Por otro lado, aunque la investigación sobre las dificultades conceptuales en la bioquímica y la biología molecular está creciendo de manera constante, los estudios deben centrarse en la

manera de superar las dificultades asociadas con las que representa a los procesos en los diferentes niveles de organización. También es importante sugerir más actividad de investigación en el área de

La comprensión de los conceptos emergentes y procesos complejos por parte de los estudiantes. Sin embargo, el centro de los procesos de enseñanza y el aprendizaje es la comunicación de los contenidos, en este caso de la bioquímica y biología molecular; el lenguaje de la bioquímica y la biología molecular es distinto del lenguaje cotidiano de los alumnos. Por lo tanto, es crucial para nuestra comunidad descubrir enfoques que pueden ayudar a los estudiantes a adquirir y utilizar el lenguaje científico como su lenguaje diario. Otra herramienta comunicativa importante en la bioquímica y la biología molecular son las imágenes de un campo determinado; por ello se requiere más conocimiento sobre la pertinencia y mejores condiciones para el uso de imágenes y representaciones que faciliten el aprendizaje y por el contrario no lo vuelvan más complejo.

Una manera fructífera para afrontar los retos ilustrados en este ensayo sería promover colaboraciones entre diferentes áreas de conocimiento. Por ejemplo, los intercambios de saberes entre bioquímicos y biólogos moleculares con investigadores de educación científica, profesores, lingüistas y psicólogos (Rundgren et al, 2009). De este modo se podría allanar el camino para mejorar las prácticas educativas en la bioquímica y la biología molecular para las ciencias de la salud.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. American Society for Biochemistry and Molecular Biology (2008). *Biochemistry/ Molecular Biology Education: A Report to the Teagle Foundation* [www.asbmb.org/Page.aspx?id\\_106&linkidentifier\\_id&itemid\\_106](http://www.asbmb.org/Page.aspx?id_106&linkidentifier_id&itemid_106).
2. Castañeda Pérez, M. (2005). Aspectos teórico-conceptuales sobre las redes y las comunidades virtuales de conocimiento. *Acimed* [en línea] 2005;13(6)
3. Chang, S. N., and Chiu, M. H. (2008). Lakatos' scientific research programmes as a framework for analysing informal argumentation about socio-scientific issues. *Int. J. Sci. Educ.* 30, 1753–1773.
4. Chen, S. Y., and Raffan, J. (1999). Biotechnology: students knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *J. Biol. Educ.* 34, 17–23.
5. Dawson, V., and Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes. *J. Biol. Educ.* 38, 7–12.
6. Ewson P., B Hewson, R. Tabachnick, M. Keneth, K. Blomker, H. Meyer, J. Lemberg, R. Marrion, Hyun-Ju Park and Regina Toolin (1999). «Educating Prospective Teachers of Biology: Introduction and Research Methods», *Science Education*, 27, USA, pp. 248-273
7. Fredriksen, J. R., and White, B. Y. (1992). Mental models and understanding: a problem for science education. In: *New Directions in Educational Technology*, ed. E. Scanlon and T. O'Shea, New York: Springer, 211–226.
8. Howitt, S., Anderson, T., Costa, M., Hamilton, S., and Wright, T. (2008). A concept inventory for molecular life sciences: how will it help your teaching practice? *Australian Biochemist*, 39, 14–17.
9. Jallinoja, P., and Aro, A. R. (2000). Does knowledge make a difference? The association

- between knowledge about genes and attitudes. *J. Health Commun.* 5, 29–39.
10. Kaartine, S. y Kumpulainen K. (2002) 'Collaborative inquiry and the construction of explanations in the learning of science'. *Learning and Instruction* 12: 189-212. Elsevier Science Ltd.
11. Kattmann, U. (2005). Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? Ergebnisse von Untersuchungen zur Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. *Z. Didaktik Naturwiss.* 11, 165–174.
12. Lakoff, G., and Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*, Chicago, IL: The University of Chicago Press.
13. Ley general de educación 1992
14. Maddox, J. (1998). *What Remains To Be Discovered. Mapping the Secrets of the Universe, the Origins of Life, and the Future of the Human Race*, New York: The Free Press.
15. Osorio, M. C. (2002) 'La Educación Científica y Tecnológica desde el Enfoque en Ciencia Tecnología y Sociedad'. *Revista Iberoamericana de Educación N° 28 pp.61-81*.
16. Reif, E., and Larkin, J. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *J. Res. Sci. Teach.* 28, 733–760.
17. Rundgren, C.-J., and Tibell, L.A.E. (2009). Critical features of visualizations of transport through the cell membrane—an empirical study of upper secondary and tertiary students' meaning-making of a still image and an animation. *Int. J. Sci. Math. Educ.* doi:10.1007/
19. Rundgren, C.-J., Hirsch, R., and Tibell, L.A.E. (2009). Death of metaphors of life science?—a study of upper secondary and tertiary students' use of metaphors and help-words in their meaning-makings10763-009-9171-1.
20. Tamir, P., and Zohar, A. (1993). Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Sci. Educ.* 75, 57–67.
21. Voet, J. G., Bell, E., Boyer, R., Boyle, J., O'Leary, M., and Zimmerman, J. K. (2003). Mini-Series: The ASBMB recommended biochemistry and molecular biology undergraduate curriculum and its implementation. Recommended curriculum for a program in biochemistry and molecular biology. *Biochem. Mol. Biol. Educ.* 31, 161–162.