



**Universidad Nacional de La Plata**

Especialización en Docencia Universitaria

Trabajo Final Integrador

**Enseñanza y aprendizaje de bioquímica en ciencias médicas. Una  
propuesta para motivar a los estudiantes y despertar su interés.**

**Autor/a:** Marcos S. Dreon

**Director/a:** Prof. Dra. Adriana S. Mengascini

**Asesor/a:**

**Año:** 2023

## INDICE

<b>1. Resumen</b>	<b>1</b>
<b>2. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3. Caracterización del tema y problema, contextualización y justificación</b>	<b>5</b>
<b>4. Objetivos del trabajo</b>	<b>16</b>
<b>5. Marco Conceptual de la Propuesta</b>	<b>17</b>
<b>5. Diseño de la innovación propuesta</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Presentación general de la propuesta</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Implementación de la propuesta</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Seguimiento y evaluación de la innovación</b>	<b>39</b>
<b>6. Consideraciones finales</b>	<b>45</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>48</b>

## **1. Resumen**

Bioquímica y Biología Molecular es una asignatura del segundo año de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas que se dicta de forma anual. Durante los últimos años prepandemia (2017/2018), he debatido con varios compañeros docentes la posibilidad de cambiar su orientación, desde una sesgada por cuestiones básicas de características científicas hacia una más orientada a soslayar el sentido y particularidades que los contenidos de la asignatura tienen en la formación de profesionales médicos. A esto se sumaron otras complejidades como la eliminación del curso de ingreso en el año 2015 y el advenimiento de la pandemia de COVID-19, generando la urgente necesidad de una revisión y adecuación de las actuales prácticas docentes. El objetivo general de este trabajo es mejorar la enseñanza de la Bioquímica y Biología Molecular para los estudiantes de la carrera de Ciencias Médicas a través de una propuesta de innovación pedagógica que despierte el interés y promueva un mayor compromiso en los estudiantes por la asignatura, consolidando así su proceso de formación profesional. Esta propuesta de intervención/ innovación no pretende introducir cambios ni recortes en los contenidos sino más bien en su enfoque, procurando que los mismos ganen sentido en la formación del médico a través de una trasposición didáctica de contenidos la cual estará orientada hacia cuestiones que tengan más que ver con su campo disciplinar. En particular: 1) Crear ámbitos de reflexión para el plantel docente sobre los propósitos y el sentido de la enseñanza de la bioquímica en el marco de la formación del futuro médico. 2) Reflexionar críticamente sobre su articulación con las incumbencias profesionales. 3) Trabajar con los estudiantes la importancia de la asignatura contribuyendo a una mejor comprensión acerca de la relevancia de la misma para su formación. 4) Mejorar el enfoque de los contenidos, promoviendo y fortaleciendo la comunicación intercátedra, especialmente dentro del departamento de Ciencias Fisiológicas. 5) Elaborar una propuesta de

intervención que modifique las actividades prácticas y seminarios, optimizando los escasos recursos áulicos y docentes. 6) Promover una activa participación de los estudiantes durante las actividades propuestas, lo que facilitará sus procesos de apropiación de los contenidos dictados.

## **2. Introducción**

A partir del año 2000, luego de graduarme como Bioquímico en la Facultad de ciencias Exactas de la UNLP, he comenzado mi carrera como docente universitario. Hasta el año 2010 en la Cátedra de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, para luego incorporarme en la Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP. Durante todos estos años me he desempeñado como Ayudante Diplomado, Jefe de Trabajos Prácticos y Profesor Adjunto. La experiencia adquirida me ha permitido identificar, desde mi perspectiva, los desafíos asociados con la enseñanza de la bioquímica a futuros médicos o médicos veterinarios y me ha motivado a presentar este Trabajo Integrador Final para la Carrera de Especialización en Docencia Universitaria.

En particular, el trabajo plantea realizar un análisis crítico de las prácticas docentes actuales y una propuesta de intervención académica en la Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP. Esto está motivado por dos cuestiones principales, la primera de ellas es el enfoque marcadamente cientificista de la materia, de escaso interés y poco motivante para los estudiantes. La otra cuestión, no menos importante, son las actuales condiciones de superpoblación de estudiantes en la Facultad de Ciencias Médicas, en particular en los primeros años de la Carrera de Medicina, luego de la eliminación del curso de ingreso en el año 2015. El marcado incremento en el número de estudiantes no ha sido acompañado con un aumento en los recursos humanos ni áulicos de la Facultad, generando así un profundo impacto en las prácticas docentes actuales.

Este trabajo pretende ser un aporte para mejorar la formación de los futuros profesionales médicos, orientando los contenidos de la Bioquímica y Biología Molecular hacia sus campos de aplicación, de manera que ganen sentido y despierten así el interés de los estudiantes.

### **3. Caracterización del tema y problema, contextualización y justificación**

En el presente trabajo nos proponemos analizar las actuales prácticas docentes y, a partir de este análisis, generar una propuesta de innovación dirigida a mejorar las prácticas docentes en el ámbito de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Si bien la propuesta es para el ámbito de la cátedra de Bioquímica y Biología Molecular, se toma en consideración el contexto del resto de las asignaturas, en especial las del primer y segundo año de la carrera Medicina, como un todo en la formación básica general de los estudiantes.

Bioquímica y Biología Molecular es una asignatura del segundo año de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP que se dicta, junto con Fisiología y Física Biológica, de forma anual y con Epidemiología, Inglés Médico, Psicología Médica, Ecología Humana y Promoción de la Salud, Historia de la Medicina, todas estas dictadas de manera bimestral<sup>1</sup>. De esta organización curricular se puede ver de manera más que clara, la importancia de la bioquímica y la fisiología en la formación básica de los estudiantes de medicina, de hecho, integradas dentro del departamento de Ciencias Fisiológicas de la Facultad, junto con Biología y Ciencias Exactas<sup>2</sup>

Si consideramos los años anteriores a la pandemia de COVID-19, los estudiantes inscriptos para cursar la asignatura Bioquímica y Biología Molecular eran divididos en 40 comisiones para asistir a una serie de actividades obligatorias. Estas consistían en una primera clase donde recibían un desarrollo ordenado de los fundamentos teóricos de los temas por parte de los docentes designados, organizados en grupos de trabajo compuestos por Profesores y Jefes de Trabajos Prácticos. La presentación de los contenidos de estas clases estaba diseñada en base a actividades prácticas

---

<sup>1</sup> <http://www.med.unlp.edu.ar/index.php/grado2/medicina-1/plan-2004>

<sup>2</sup> <http://www.med.unlp.edu.ar/index.php/grado2/medicina-1/departamentos>

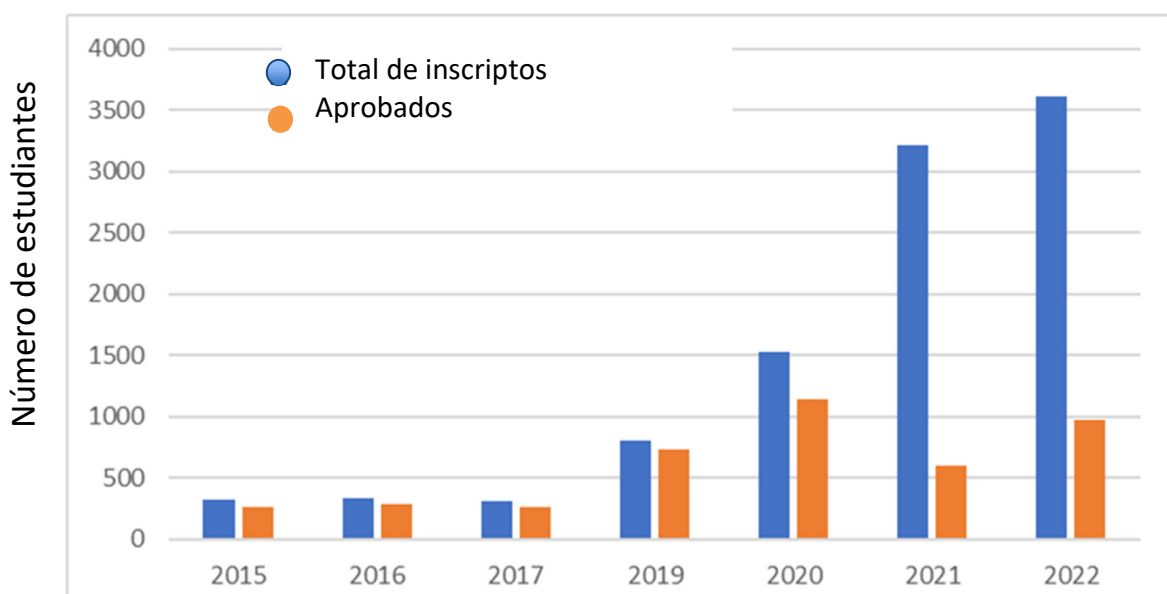
subsiguientes, también obligatorias, donde los estudiantes resolvían una guía con problemas aplicando estos saberes adquiridos en las clases de fundamentos teóricos, asistidos por auxiliares docentes mediante diferentes estrategias pedagógicas como el trabajo en grupo, exposición entre pares y búsqueda bibliográfica entre otras. Desde la eliminación del curso de ingreso obligatorio, en el año 2015, el número de ingresantes a la carrera de medicina y, consecuentemente y luego de unos años, la cantidad de estudiantes inscriptos para cursar Bioquímica y Biología Molecular ha ido aumentando sensiblemente año tras año desde unos 323 en el año 2015 hasta casi 3609 estudiantes en el 2022 (Figura 1). Sumado a esta situación, el advenimiento de la virtualidad como consecuencia de la pandemia COVID-19 motivaron que durante los últimos 3 años (2020-2022) estas actividades, presenciales y obligatorias, fueron dictadas de manera virtual y sincrónica para el caso de las clases de resolución de problemas y asincrónica para el caso de las de fundamentos teóricos. Lógicamente, esto trajo como consecuencia una pérdida significativa en la calidad pedagógica de estas prácticas. Asociado con esta pérdida, también hemos observado un fuerte impacto negativo en la calidad de formación de los estudiantes, especialmente cuando se presentan a rendir el examen final de la asignatura, con importantes dificultades, no sólo para integrar y



relacionar los diferentes contenidos de la Bioquímica y Biología Molecular, sino también con los de otras asignaturas del mismo año como Fisiología y Física Biológica o anteriores como Biología.

Cuando analizamos el plantel docente de la Cátedra resulta extremadamente escaso para la situación actual, con una relación estudiantes/docentes superior a 110, sobrecargando así de tareas docentes y administrativas al plantel en general y especialmente a los Jefes de Trabajos Prácticos y Profesores respecto a tareas administrativas. Por otro lado, si consideramos su conformación, observamos que los graduados de esta unidad académica se encuentran muy poco representados, siendo la gran mayoría de los docentes, en su formación de grado, bioquímicos, biólogos o biotecnólogos, con sólo 2 médicos formando parte del plantel y ocupando cargos de auxiliares docentes. Esto es, desde mi punto de vista, un aspecto muy importante a considerar a la hora de analizar las actuales prácticas docentes, en asociación con los posibles escenarios y situaciones áulicas que un docente debe resolver y/o moderar, desde su formación académica, sin perder de vista las cuestiones de la Bioquímica y Biología Molecular relevantes para la formación de los futuros profesionales de la salud de nuestro país.

**Figura 1: Evolución en el número de inscriptos y des/aprobados de la cursada.**



Actualmente cuento con más de 22 años de experiencia docente, los primeros 10 de ellos en la Facultad de Ciencias Veterinarias y el resto en la Facultad de Ciencias Médicas, habiendo comenzado desarrollando tareas de ayudante diplomado, luego como Jefe de Trabajos Prácticos durante 14 años y últimamente como Profesor Adjunto. Durante todos estos años he podido comprender, al menos en parte, los procesos de enseñanza y aprendizaje que se dan en las aulas y a percibir cuáles son algunos de los desafíos más frecuentes que enfrentamos a la hora de desarrollar las prácticas docentes de esta asignatura. Entre los más destacados, considero muy importante la orientación que se les da a las actividades, muchas veces científicistas y centradas en cuestiones de la ciencia básica, sesgado hacia cuestiones de la química y de la física, y escasamente relacionado con implicancias que la Bioquímica y Biología Molecular en la práctica médica. Este hecho es, en mi opinión, uno de los principales motivos por los que los estudiantes no encuentran el sentido ni valoren los aportes que los contenidos de la asignatura pueden dar a la formación de profesionales médicos, propiciando así una profunda falta de interés y compromiso por la misma en muchos de ellos.

Este sesgo científicista, que no resulta evidente en el diseño curricular de la asignatura, considerando aquí, tanto las dimensiones generales como las particulares o específicas del mismo, es a mi entender, al menos en parte, una consecuencia de la composición del cuerpo docente y su cultura académica dominante. Es importante mencionar que en los últimos años prepandemia, he logrado transmitir esta preocupación a algunos de mis compañeros docentes, encontrando consenso en la necesidad de un cambio en el enfoque de los contenidos de la Bioquímica y Biología Molecular, más orientado a sus implicancias médicas y a los intereses de los estudiantes. Sin embargo, la llegada de actividades virtuales como consecuencia de los años de pandemia COVID-19 y el aumento abrupto en la cantidad de estudiantes inscriptos para cursar la materia se han

constituido en nuevos desafíos que necesariamente deben ser incluidos en la consideración de nuestras actuales prácticas docentes. En este sentido, considero oportuno y necesario una amplia reflexión y discusión, entre los diferentes actores de la carrera de Medicina de Facultad de Ciencias Médicas y de los docentes de la asignatura Bioquímica y Biología Molecular en particular, acerca de los contenidos de esta asignatura y especialmente su enfoque para los futuros profesionales de la salud, como una parte importante del proceso de determinación curricular (de Alba, 1995). En definitiva, la participación de docentes de asignaturas relacionadas a Bioquímica y Biología Molecular y docentes de la propia cátedra en la determinación curricular de la asignatura mejorará el abordaje de las implicancias de la bioquímica y de la biología molecular en las ciencias médicas, contextualizando la asignatura y haciendo que los estudiantes le encuentren un sentido en su formación. Las cuestiones para tener en cuenta en este aspecto podrían ser el hecho de que los docentes con formación médica están escasamente representados en el plantel, sumado a la falta de espacios de reflexión docente, donde podrían manifestar sus impresiones y generar sus aportes. Considerando que la cultura académica modela el pensamiento del docente y que este probablemente se vea reflejado en sus prácticas áulicas (Milicic, 2005), podemos identificar aquí al menos una parte del problema.

Sólo a modo de ejemplo de lo antes planteado, una clara evidencia de la falta de foco de los contenidos de Bioquímica y Biología Molecular en sus implicancias biomédicas es la escasa concurrencia de los estudiantes a las clases de consulta, acudiendo sólo en los días previos a una evaluación parcial preguntando “*¿Los dibujos de los compuestos hay que saberlos para el día del examen?*”. La interpretación que uno puede hacer de este tipo de preguntas da una clara señal de la falta de interés de muchos de los estudiantes por nuestra asignatura, considerándola de poco valor para su formación como profesionales de la salud. La orientación y la forma de abordar los

contenidos de la asignatura no logra que el estudiante perciba la importancia que tiene conocer los procesos químicos y moleculares que ocurren en los sistemas biológicos para su formación, sólo está interesado en lo que debe saber para acreditar la materia. Es decir, interpretan al conocimiento como un conjunto de verdades universales sobre las que no se permiten cuestionamientos, como un fiel reflejo de “la realidad” que deben aceptar y “repetir”. Por lo tanto, los estudiantes hacen tremendos esfuerzos memorizando, sin sentido alguno, numerosas fórmulas moleculares de intermediarios metabólicos, sus nombres triviales y un montón de otros contenidos de la física y de la química, aislados de un contexto conceptual. Si bien el aprendizaje en ciencia requiere del conocimiento de muchos datos concretos que es necesario enseñarlos en el aula, es muy importante contextualizarlo con información de conocimiento público, producto de la vida cotidiana. Es decir, a los datos hay que comprenderlos, darles significado, para la comprensión de nuevos conceptos es necesario un aprendizaje significativo soportado por conocimientos previos “una persona adquiere un concepto cuando es capaz de dotar de significado a un dato material o información que se le presenta, es decir cuando comprende ese material; donde comprender sería equivalente a traducir a sus propias palabras” (Pozo 1998, pp 7). Este conocimiento enciclopédico, que los estudiantes aprenden por repetición en una única vez, se olvida rápidamente mientras que los conceptos y contenidos que guardan relación con anteriores, y se retoman en distintas instancias de su formación, se aprenden por comprensión de manera gradual y, de este modo, se olvidan muy lentamente. De esta forma, posicionarse como docente en que los estudiantes aprenden ciencia como un conjunto de datos o como un sistema de conceptos interrelacionados entre sí, implica adoptar estrategias completamente diferentes tanto en enseñanza y aprendizaje, como en evaluación (Pozo 2014).

Quisiera destacar un aspecto que constituye un estímulo para desarrollar esta propuesta de intervención y es el firme compromiso de todos los actores de la cátedra, en especial el plantel de Profesores y Jefes de Trabajos Prácticos, en evaluar y rediseñar las actuales prácticas docentes para adecuarlas a los desafíos que hoy enfrentamos, en función de mejorar la calidad de la enseñanza de Bioquímica y Biología Molecular en la Facultad de Ciencias Médicas. Por lo tanto, considero posible plantear e implementar modificaciones en la propuesta didáctica de la asignatura. En este sentido, en el año 2016, un grupo de docentes movilizados por la preocupación sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje que se evidenciaban en nuestras aulas, hemos actuado a través de una propuesta de intervención sobre el proceso de evaluación de la asignatura. En la propuesta se logró cambiar la modalidad tradicional del sistema multiple-choice a una evaluación oral, con el objetivo de que el estudiante tenga la necesidad de elaborar argumentaciones basadas en contenidos de la materia en sus respuestas. Lamentablemente, esta propuesta se implementó y logró sostener hasta el año 2019, donde el aumento exponencial de estudiantes año tras año, luego de la eliminación del curso de ingreso, y la pandemia COVID-19 nos obligaron a buscar otras estrategias de evaluación. A pesar de no haberla podido sostener en el tiempo, la implementación de este sistema de evaluación mostró cosas más que positivas en el aprendizaje de los estudiantes, como por ejemplo una mejor integración de contenidos, aunque en lo personal no he percibido un cambio significativo en lo que hace a su motivación y compromiso por la asignatura. No obstante, esta primera experiencia de intervención fue movilizadora y es el motor que me condujo a pensar este Trabajo Integrador Final para la Carrera de Especialización en Docencia Universitaria de la UNLP.

Me parece de fundamental importancia y nuestra responsabilidad, como docentes de la asignatura Bioquímica y Biología Molecular, despertar en los estudiantes preguntas, dudas e

inquietudes respecto de los conceptos y contenidos de la materia. Para que esto último ocurra, entiendo como fundamental enmarcar los contenidos de la materia en los intereses generales de los estudiantes y relacionarlos horizontal y verticalmente en el plan de estudios de la carrera de Medicina, de manera que sean ellos mismos quienes aprecien su importancia en su formación profesional. Para esto, como docentes debemos adoptar una posición abierta y reflexiva (siguiendo a Freire, 1986), participando fundamentalmente como mediadores y facilitadores del aprendizaje cognitivo en nuestros estudiantes, interviniendo para estimularlos a investigar, descubrir, comparar y compartir ideas

Un aspecto que considero importante a la hora de despertar un mayor interés de los estudiantes por los contenidos de Bioquímica y Biología Molecular es promover una mayor interacción entre los diferentes integrantes de la cátedra, donde todos los actores estén realmente representados, se puedan expresar abiertamente y sus opiniones sean consideradas. En términos generales las reuniones de cátedra son, en su mayoría, para definir calendario, reemplazos de personal, cuestiones relacionadas con la disponibilidad de espacios para el dictado de la asignatura, etc.... y muy pocas veces movilizadas por cuestiones vinculadas a las dificultades que observamos en el aprendizaje de los estudiantes. Si bien no cuento con indicadores cuantitativos, los cuales serían muy útiles, la valoración cualitativa de algunos de mis compañeros, así como las repetidas charlas con estudiantes me dan certezas respecto a esta problemática. Como para citar un ejemplo que ayude a interpretar la preocupación, en más de una ocasión, a principio del año he consultado a los estudiantes respecto a sus expectativas sobre la materia y muchos de ellos responden que ellos eligieron la carrera de medicina porque les gustaba la biología y que no entendían para qué necesitaban estudiar química para ser médicos. Al terminar el año y aprobar Bioquímica y Biología Molecular y volver a consultarlos, muchos de ellos manifiestan haber cambiado de opinión

respecto a la materia y destacan su importancia. Inevitablemente, no hace más que hacerme reflexionar acerca de lo bueno que sería que los estudiantes tuvieran esta percepción al iniciar la asignatura y no como una visión retrospectiva luego de haber pasado gran parte del año estudiando una asignatura a la que no le encontraban sentido.

A modo de ejemplo, lo que sigue es el relato muy abreviado de una situación ocurrida hace ya algunos años durante un trabajo práctico de bioenergética.

Repetidas veces tuve la sensación de lo extremadamente difícil que resulta intentar transmitir conceptos de termodinámica a alumnos con escasos conocimientos de física y matemáticas. Un día reflexionando al respecto decidí iniciar mi clase de Bioenergética con un ejemplo doméstico y se me ocurrió como uno posible el funcionamiento de una estufa. Les dije:

“Hola chicos, hoy vamos a ver los principios básicos de bioenergética; como ustedes saben una célula aeróbica, como las que forman nuestro cuerpo, necesita para mantenerse viva una fuente de carbono reducida de la cual obtiene energía oxidándola en presencia de oxígeno molecular”. Una parte de ellos dijo:

“Sí, claro, lo vimos en biología”

Entonces les pedí que me dieran un ejemplo y, aunque hice mi mejor intento, no logré que imaginaran uno. Por lo que, en resumen, les dije:

“Bueno, se los voy a dar yo” y les comenté el principio de funcionamiento de una estufa y su analogía con la respiración celular. “Una estufa necesita de una fuente de carbono reducido, el gas, que se mezcla con oxígeno para oxidar completamente a dióxido de carbono y agua, y ésa es el agua que ven condensada en la cara interna de los vidrios de su casa”.

El cambio de actitud observado fue notorio, inmediatamente comenzaron a intercambiar opiniones, repreguntar, comenzaron a surgir nuevos ejemplos, etc...

En definitiva, ésta es la mejor evidencia de la existencia de este problema de enfoque de la materia y de justificación de las hipótesis de acción propuestas.

Por lo tanto, considerando lo necesarios que son los conocimientos de química para el aprendizaje de Bioquímica y Biología Molecular, es aquí donde destaco la importancia de un enfoque de la materia más motivador para el estudiante de la carrera de medicina. Considerando que los temas abordados por la asignatura son pertinentes en la etapa de formación básica de futuros médicos, lo que se propone es un cambio de modalidad de trabajo, discutiendo conceptos esenciales de la asignatura a través de la resolución de problemas vinculados a la tarea profesional médica y/o el uso de analogías de la vida cotidiana. En este sentido, existen claras evidencias donde que el uso de analogías contribuye al aprendizaje de los estudiantes ya que les permite relacionar un concepto nuevo, muchas veces distante desde el lenguaje académico, con una idea o concepto conocido o que les resuelta familiar. En particular, respecto al uso de las analogías en la enseñanza de la química diferentes autores han intentado definir el enfoque, su significado y componentes, así como las diferentes maneras de incorporarlas al aula en procurando un aprendizaje significativo en los estudiantes y una apropiación del conocimiento (Arcà y Guidoni, 1990; Fernandez y col., 2001). En el contexto actual de la Facultad de Ciencias Médicas, el uso de analogías para la enseñanza de Bioquímica y Biología Molecular puede representar una alternativa importante a considerar frente a la falta de trabajos prácticos experimentales discontinuados por la masividad estudiantil de los últimos años. Finalmente, el uso de analogías también puede resultar una herramienta útil saber si los estudiantes han comprendido determinados contenidos o conceptos de la química y física asociados a las ciencias biológicas.

Como hipótesis de acción propongo promover un mayor interés de los estudiantes por la asignatura propiciando, tanto en sus clases de fundamentos teóricos como en las de resolución de problemas,



le encuentren sentido como una materia básica en el área de las ciencias biológicas. Para lograr esto veo necesario mejorar la articulación curricular horizontal (Fisiología y Física Biológica) y vertical (Farmacología Básica, Farmacología Aplicada y Genética) en el plan de estudios tanto en sus contenidos como, especialmente, en sus conceptos. En este sentido, considero que comenzar el dictado de las distintas unidades temáticas de la asignatura con una breve introducción donde se presenten ejemplos o, en el caso de ser pertinente, un ejercicio de aplicación de los contenidos resultaría de gran utilidad.

En el marco de este trabajo me propongo elaborar una propuesta de innovación pedagógica dirigida a mejorar el aprendizaje de la Bioquímica y Biología Molecular, optimizando los escasos recursos áulicos y de recursos humanos disponibles en la Facultad de Ciencias Médicas y orientando su foco hacia uno más contextualizado en el ámbito profesional de la medicina.

#### **4. Objetivos del trabajo**

Considerando lo previamente presentado en el apartado anterior se desprenden los siguientes objetivos para el presente trabajo.

##### **4.1 Objetivo general**

**Diseñar una propuesta de intervención pedagógica**, fundamentada y basada en la experiencia, reflexión y evaluación de todos los sujetos participantes, dirigida a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Bioquímica y Biología Molecular en la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas, despertando el interés y promoviendo un mayor compromiso en los estudiantes con la asignatura, consolidando así su proceso de formación profesional.

##### **4.2 Objetivos específicos**

**a.** Trabajar con los estudiantes la importancia de la asignatura contribuyendo a una mejor comprensión acerca de la relevancia de la Bioquímica y Biología Molecular para su formación y desempeño profesional.

**b.** Proponer un foco contextualizado a la práctica de la medicina de los contenidos de la asignatura, promoviendo y fortaleciendo la comunicación intercátedras, especialmente dentro del departamento de Ciencias Fisiológicas.

**c.** Elaborar una propuesta de intervención que modifique las actividades prácticas y seminarios, a través de un enfoque de sus contenidos con una mayor integración de estos.

**d.** Crear espacios que promuevan la reflexión entre docentes sobre los propósitos y el sentido de la enseñanza de la bioquímica en el marco de la formación del futuro médico, en especial, haciendo foco sobre los contenidos que se enseñan y su articulación con las incumbencias profesionales.

## **5. Marco Conceptual de la Propuesta**

Como fuera mencionado en secciones anteriores, asumo que la orientación de la asignatura Bioquímica y Biología Molecular resulta poco motivadora para los estudiantes, en virtud de la descontextualización de sus contenidos y de la masividad estudiantil recientemente establecida en los primeros años de la Carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas. Desde mi parecer, es particularmente preocupante que, como docentes, no logremos despertar en nuestros estudiantes el interés por las actividades didácticas propuestas. Esto se hizo más notorio con el aumento del número de estudiantes de los últimos años, donde muchos de ellos no logran darle significado a los contenidos y conceptos desarrollados en la asignatura ni perciben la importancia que Bioquímica y Biología Molecular tiene para su formación profesional.

Por esta razón considero necesario realizar un análisis crítico de nuestras prácticas docentes actuales para identificar cuestiones asociadas con esta problemática y así poder evaluar qué acciones o actitudes por parte de los docentes podrían contribuir más fuertemente en la motivación de los estudiantes por el aprendizaje de esta asignatura. Esto se desprende de una clara convicción personal y preocupación de buscar estrategias pedagógicas para lograr una clase dinámica y que los contenidos trabajados se anclen en saberes relevantes para la formación general de un médico.

En este sentido, entiendo que es importante (o necesario) que los estudiantes participen como sujetos activos, para lo que es condición necesaria que ellos comprendan la importancia y sentido de la Bioquímica y Biología Molecular y de qué manera se integra y articula con los contenidos de la carrera, ya que en la medida que esto se logre estaré contribuyendo a la motivación respecto a la temática que se esté trabajando en el aula. Estas cuestiones planteadas tanto en el plano de la

práctica docente como en relación con los aprendizajes de los estudiantes debería ser un claro objetivo del docente antes de ingresar a la clase.

Aquí cabe analizar el impacto que podría tener la conformación del plantel docente, especialmente en cuanto a su formación de grado ya que, si bien en el caso de Bioquímica y Biología Molecular, todos los docentes ostentan muy buenos antecedentes académicos, gran parte de ellos son graduados de la Facultad de Ciencias Exactas, con una marcada cultura académica científicista. De este modo, los mencionados docentes han tenido el desafío de adaptar su cultura académica a la de la Facultad de Ciencias Médicas, interpretando la orientación y/o enfoque de los contenidos de la asignatura en el contexto de un profesional de la salud por ellos percibido. Cuando un docente con una determinada cultura académica interactúa con otra, aunque esta sea similar como en el caso de las ciencias biológicas, encuentra situaciones que entran en tensión con sus patrones culturales, las cuales podrían ser identificadas como señales indicadoras de la necesidad de modificar estos patrones, facilitando así su inserción en la cultura de destino y adaptando la asignatura a los requerimientos curriculares existentes. Es aquí donde, desde mi punto de vista, resulta insoslayable la necesidad de compromiso por parte del docente para procurar una buena transposición didáctica de los contenidos (Chevallard, 1998), donde sean seleccionados y transformados siguiendo un criterio orientado hacia cuestiones más concretas del campo profesional de la medicina y no transmitidos desde su cultura académica. Esto es, el conocimiento disciplinar que surge en el seno de la comunidad científica de una determinada cultura académica (saber sabio), se transforma en un conocimiento a ser enseñado en las aulas, adaptado a los requerimientos curriculares de la cultura académica en la cual se inserta (saber enseñado). Por lógica consecuencia, en este proceso de transposición didáctica se establece una distancia entre ambos saberes, la cual debe ser atendida por el profesor ya que, si la misma fuese muy grande,

podría ocurrir una ruptura epistemológica donde el saber enseñado se aleja demasiado de las pautas disciplinares originales. En este sentido, considero que en la cátedra de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Médicas es fundamental analizar en qué medida se refleja la cultura académica del plantel docente actual en la percepción de dicha distancia. Una vez evaluada, y si fuese necesario, arbitrar los medios para reconfigurar esta distancia de manera de alcanzar la motivación e interés deseado en los estudiantes por la asignatura.

Por lo tanto, en nuestro caso esta propuesta de innovación pretende estar orientada por las pequeñas señales de interés por la materia que muestran los alumnos durante el dictado del curso, de manera de quitar el énfasis de la clase sobre el desarrollo riguroso de temas que en muchos casos están fuera del alcance de los estudiantes. Estas señales de interés son particulares, percibidas en el ámbito del aula y en general tienen que ver con el desarrollo de manera informal de algún tema relacionado con aspectos de la vida cotidiana de los alumnos (ver caso crítico) o con el ámbito profesional de las ciencias médicas. Es importante mencionar que estos desarrollos, no están oficializados en el programa y su implementación queda sujeta a los patrones culturales de cada docente. De este modo, como consecuencia de la conformación del plantel docente antes mencionada, no todos los integrantes lo llevan a cabo, generando así una heterogeneidad interna a la cátedra no deseable.

Por otro lado, considero que la secuenciación con que se abordan los contenidos constituye un tema central en la didáctica, yendo de lo fácil y concreto a cuestiones complejas y abstractas de manera que, en primer lugar, el estudiante logre comprender conceptos, para luego retenerlos y finalmente aplicarlos en su campo profesional Comenio (1970). Sin embargo, en el caso de nuestra asignatura, no existe una correcta articulación en el dictado de clases para cubrir las distintas unidades temáticas generando una fragmentación de los contenidos que atenta contra la integración

de los mismos por parte de los alumnos. La principal consecuencia de esta fragmentación es la falta de riqueza y profundidad de los conocimientos que construyen los estudiantes, es una fragmentación en la “construcción” (Fumagalli, 2001). En este sentido, considerando los conceptos de Bourdieu y Gros (1988) en su trabajo titulado: Los contenidos de la enseñanza, creo que el programa de Bioquímica y Biología Molecular está desactualizado y ha quedado reducido a un simple código imperativo. Desde la convicción de que un curriculum debe contemplar una síntesis de elementos de la cultura de la sociedad en la que se inserta, esto es considerar sus conocimientos, valores, costumbres y creencias, ésta debería estar influenciado por intereses diversos, en ocasiones opuestos, a otros dominantes o hegemónicos (De Alba, 1995) y es en esta pugna donde debemos sentirnos representados como parte de la sociedad. De hecho, se constituye como resultado de un proceso de confrontación entre distintos grupos sociales que intentan sostener y/o imponer su propia propuesta curricular. En la actualidad, por los motivos más arriba mencionados, entre otros, el curriculum de la asignatura Bioquímica y Biología Molecular ha quedado lejos de lo que, a mi entender, debería ser una guía concreta y simple para docentes y estudiantes quienes deberían encontrar en él una exposición clara de los fines y objetivos de la asignatura. Además, debería ser coherente y complementario al de las otras asignaturas de la Carrera de Medicina, promoviendo el conocimiento por relaciones y no asentarse fundamentalmente en la transmisión de hechos y datos aislados (Fumagalli, 2001). Esto es, su conformación debe necesariamente ser el resultado de un permanente debate de ideas e intereses que representan a distintos grupos en un delicado equilibrio de poder, representando así un lugar de confrontación de poder de distintos actores de una sociedad. De esta pugna de poderes se desprende la idea de que el currículum no se constituye exclusivamente, por sus aspectos estructurales formales; sino que el desarrollo procesal y práctico de sus contenidos es fundamental

para comprender su constitución. Contrariamente a considerar al curriculum como la transmisión de hechos y datos aislados, el trabajo de Lucarelli (2004) propone desarrollar en los estudiantes nuevos procesos de apropiación, donde los nuevos contenidos articulen con los existentes de una manera integradora. Para favorecer estos procesos es importante acercar al estudiante a las prácticas actuales de la medicina, considerando su capacidad creativa, a la cultura de su comunidad académica y a lo por ella producido. Además, las técnicas de enseñanza deben privilegiar la asimilación reflexiva de las formas de conocimiento y para lograr esto se necesita el interés y compromiso de los estudiantes. Esto es considerar al curriculum en su dimensión didáctico-áulica, donde se constituye un espacio de encuentro, desarrollo y concreción cotidiana de la propuesta curricular participando activamente estudiantes y docentes (De Alba, 1995) donde se ponen en juego fundamentalmente la relación del docente con sus estudiantes, la relación con los contenidos del curriculum y la evaluación del aprendizaje. En un sentido amplio, el curriculum debe representar un marco y no un grillete, debe ser abierto y flexible y debe ser progresivo (conexión vertical) y coherente (conexión horizontal). Finalmente, y no por esto menos importante, las actividades deben priorizar la participación de los estudiantes y contener prácticas que alienten en ellos un modo flexible de significar. Esto es, según Prieto Castillo (1995) prácticas de significación que vayan de los términos a los conceptos, del planteamiento de preguntas sobre la temática en cuestión, de las variaciones textuales, etc... Estas prácticas redundarían en un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, opuesto al de tipo mecánico, repetitivo y memorístico (Gimeno Sacristán y Pérez Gómez , 1992).

*“La esencia del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es*

*potencialmente significativo para él”* Tomado de Gimeno Sacristán y Perez Gomez ,1992 (pág. 57).

En cuanto a la innovación educativa propuesta en este trabajo, su perspectiva teórica se enrola en lo que Barraza Macías (2005) llama un “enfoque crítico progresista de la innovación educativa”. Según el autor este tipo de enfoque crítico progresista de las innovaciones se sustenta en distintas “ideas de fuerza” que las caracterizan (Barraza Macías, 2013), algunas de las cuales son claramente identificables en esta propuesta como se describe a continuación:

La necesidad de una innovación tiene su origen a partir de una problemática de la práctica profesional de los agentes innovadores y que necesariamente, implican en su desarrollo la resolución del mismo. Es decir, son procesos generados a partir de un problema que necesita ser resuelto. Una vez identificado el problema por resolver, la gestión del proyecto de innovación debe estar mediado democráticamente y ser de carácter participativo, privilegiando las relaciones horizontales. Además, la innovación propiamente dicha es una experiencia personal que adquiere su pleno significado en la cotidianeidad de la práctica profesional de todos los involucrados en el problema a resolver. Por lo tanto, un proyecto de innovación nunca debe emprenderse desde una posición aislada o unipersonal, sino que, por el contrario, desde el intercambio y la cooperación permanente generando, de este modo, una fuente permanente de contraste y enriquecimiento.

Por otro lado, una buena innovación es aquella que logra integrarse con otros componentes del proceso educativo o pedagógico para provocar así, una sinergia que conduzca a una mejora educativa. En este principio integralidad de la innovación, el sistema innovador sigue siempre la dirección de "abajo-arriba" ya que las propuestas que vienen de fuera, sin la participación de los profesionales de la educación, poco alteran la práctica profesional cotidiana. Finalmente, las



propuestas de innovación deben ser presentadas “siempre” como hipótesis de acción al no existir certezas a las cuales anclarse durante el proceso.

En este marco, dentro de este conjunto de ideas de fuerza mencionadas, no quisiera dejar de destacar algunas de las que me resultan muy significativas para este trabajo. En primer lugar, considera a las innovaciones educativas como una respuesta a una problemática surgida de la práctica y, en segundo lugar, considera que la gestión de la innovación debe ser manera democrática y participativa, privilegiando las relaciones horizontales y procurando un crecimiento de los actores. Considera que una innovación educativa jamás se emprende desde una posición aislada, sino desde el intercambio y cooperación como fuente de crecimiento. Cuestiones claramente identificables y desarrolladas en la sección 3 de este trabajo para la Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Médicas. Además, el autor destaca la necesidad de participación de un agente externo como consejero de posibles soluciones y/o estrategias de implementación, poniendo el eje en una colaboración centrada en el usuario o lo que llama “enfoque participativo”. Esta figura de evaluador externo estará representada en la presente propuesta por los docentes de otras asignaturas de la carrera de medicina participantes en las articulaciones horizontales y/o verticales de los contenidos de Bioquímica y Biología Molecular, especialmente aquellos pertenecientes a materias del departamento de Ciencias Fisiológicas de la Facultad de Ciencias Médicas. Finalmente, el autor considera que si la innovación resulta positiva debería lograr integrarse con otros componentes del proceso educativo trayendo como lógica consecuencia una mejora educativa. El ámbito empírico donde se concretará la innovación educativa propuesta se enmarca en una innovación didáctica (Barraza Macías, 2013), contemplando el diseño de nuevas estrategias didácticas como una nueva orientación de los

contenidos de la asignatura considerando las incumbencias profesionales de la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas.

Respecto al modelo procesual para esta propuesta, de los 3 posibles descriptos por Huberman (1973) y Havelock y Huberman (1980), el modelo de tipo “resolución de problemas” sería el que más se ajusta para esta propuesta ya que asume que el autor/usuario de la innovación tiene claramente definido en lo que necesita intervenir y que la innovación le dará respuesta en cuanto a ésta. Esto trae aparejado de manera implícita que lo primero que se necesita es realizar un claro diagnóstico de la situación sobre la que se quiere intervenir para luego pasar a identificar las posibles soluciones a las necesidades de los estudiantes. Es precisamente en este punto donde la resolución de problemas podría transformarse en una herramienta muy útil para que los estudiantes de la carrera de medicina comiencen a encontrarle sentido a los contenidos y conceptos presentado durante el curso de Bioquímica y Biología Molecular. Adicionalmente, el desafío planteado para los estudiantes debe estar enmarcado en situaciones problemáticas relacionadas a su futuro campo profesional, intentando así despertar en ellos un interés genuino por la asignatura. El diseño e incorporación de actividades didácticas de este tipo para cada una de las unidades temáticas de la asignatura es, desde mi punto de vista, perfectamente realizable y por lo tanto constituiría un aporte sustancial considerando que, por la masividad instalada en la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas, se ha vuelto imposible la realización de trabajos prácticos experimentales con los estudiantes.

“Quizá la principal bondad del modelo de resolución de problemas sea precisamente su enfoque participativo y su interés en que las innovaciones respondan a las necesidades reales de los usuarios y sean generadas por éstos” Tomado de Barraza Macías, 2013 (pág. 22).

En este tipo de actividades, es el propio estudiante quien necesita gestionar sus recursos para lograr proponer una posible solución a respuesta al desafío planteado y es en este recorrido donde será capaz de identificar sus propias dificultades en el aprendizaje de los conceptos aplicados. El docente cambia de la tradicional posición de expositor de contenidos a transductor del desafío y posteriormente como apoyo, supervisor y facilitador de la tarea para que los nuevos conocimientos no sólo consiguen resolver el reto propuesto, promover el debate de las posibles soluciones propuestas, plantear nuevos problemas y continuar, de esta manera impulsando el aprendizaje.

El aprendizaje basado en la resolución de problemas supone grandes ventajas tanto para el estudiante como para el profesor. Entre ellas, en el marco de esta propuesta y atendiendo los problemas que se quieren abordar considero necesario destacar las siguientes: La resolución de problemas (1) promueve un aprendizaje significativo ya que el estudiante debe relacionar los nuevos contenidos y conceptos con los que ya posee. Durante la misma debe modificar y reconstruir los conceptos nuevos con los previamente adquiridos. Los estudiantes deben desarrollar la capacidad de reformular y ampliar sus conocimientos que pueden luego ser transferidos a otras situaciones (Díaz Barriga, 2005). Además (2) es muy versátil para el docente, ya que le permite el diseño de actividades sobre cualquier temática, enmarcándola con diversos enfoques y contextos, pudiendo así ajustar su complejidad y duración, adaptándolo sus necesidades y las que considera de sus estudiantes. Al asentarse en un aprendizaje activo, (3) promueve la autonomía de los estudiantes, dándoles libertad y las herramientas necesarias para que la construcción de un proceso de aprendizaje crítico. Esto mejora la capacidad de análisis de los estudiantes y potencia su autonomía, responsabilidad e independencia. Genera entre los estudiantes y los docentes un ambiente (4) motivador y ameno ya que el desafío planteado enfoca el conocimiento desde un punto de vista práctico, despertando la curiosidad y creando expectativas

en los estudiantes, quienes perciben la necesidad de aprender con una finalidad específica (Miller, 2000). Finalmente, también (5) los prepara para su futuro porque esta metodología puede utilizarse para simular situaciones reales de la vida profesional. Los estudiantes desarrollan destrezas de gran utilidad para sus estudios, para su labor profesional y también para su vida como adultos.

Entre los posibles inconvenientes que pueden esperarse durante la implementación de este tipo de actividades, podemos mencionar una sobrecarga real de trabajo en los docentes, así como la necesidad de una mayor coordinación entre ellos.

Si bien el diagnóstico sobre las necesidades de los estudiantes de la carrera de medicina que motiva esta propuesta ha sido inicialmente realizado de manera personal, como ya fue mencionado anteriormente, desde hace ya unos años se ha logrado abrir un debate interno con algunos colegas docentes, algunos de ellos pertenecientes a otras asignaturas del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Facultad. En este tiempo hemos encontrado consenso en el diagnóstico sobre algunas de estas necesidades lo que habilita desarrollar una propuesta de innovación educativa en el ámbito de la cátedra de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Médicas, plausible de ser transferida a otras unidades académicas de la UNLP de orientación médica como ser la Facultad de Ciencias Veterinarias, donde Bioquímica se dicta en el primer año de la carrera.

## **5. Diseño de la innovación propuesta**

### **5.1 Presentación general de la propuesta**

Para enmarcar esta propuesta y su diseño, es necesario describir el desarrollo programático actual de la asignatura de Bioquímica y Biología Molecular, sus fines y objetivos y sus contenidos. Esta asignatura se dicta como un curso teórico-práctico constituido por temas especialmente seleccionados en el campo de la Bioquímica y Biología Molecular organizado en clases teóricas, seminarios y trabajos prácticos. Donde, en las clases teóricas, de carácter no obligatorio, se desarrollan el programa de la asignatura para luego retomar las unidades temáticas en los Seminarios y Trabajos Prácticos de discusión, éstas últimas de carácter obligatorio. En los seminarios, se dictan los temas de una manera inmediatamente anterior a los Trabajos Prácticos, permitiéndole al docente destacar los conceptos más importantes para el desarrollo de estos últimos. Finalmente, en los Trabajos Prácticos de Discusión, los estudiantes participan en la resolución de una guía de problemas, actuando el docente como moderador-conductor de las discusiones que se susciten.

Esta propuesta de innovación no pretende introducir cambios ni recortes en los contenidos prescritos sino más bien en su modalidad. Los principales cambios propuestos están dirigidos a que los mismos ganen sentido en la formación del médico a través de una transposición didáctica enfocada hacia cuestiones que tengan más que ver con su campo profesional.

Más allá de su pertinencia, este proyecto de intervención debe ser gestionado democráticamente y no desde una posición unipersonal, así es de esperar que durante su implementación aparezcan actitudes de resistencia por parte de algunos integrantes del plantel docente de la cátedra, de otras cátedras del Departamento de Ciencias Fisiológicas o, inclusive de cátedras de otros

Departamentos (Fullan, 2002). Este esperable rechazo tiene su origen en que las personas deben reformular esta propuesta de intervención de manera de que tenga sentido para ellas.

## **5.2 Implementación de la propuesta**

### **5.2.1 En una etapa previa a su implementación**

#### **a. Reunión general con integrantes de la Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular.**

Esta instancia es de fundamental importancia para el éxito de esta propuesta de innovación y se propone como primer paso de acción ya que, a pesar de un esperable rechazo inicial, contar con el apoyo del cuerpo docente *in toto*, es esencial para el éxito de esta propuesta. Por lo tanto, el principal objetivo de esta reunión es exponer y discutir sobre las dificultades observadas y las acciones con las que se pretende dar una respuesta, procurando establecer en el cuerpo docente el consenso necesario para el desarrollo de esta propuesta.

#### **b. Reunión docentes de otras asignaturas**

La realización de este tipo de reuniones y, en el caso de ser necesario, entrevistas particulares entre los cuerpos de profesores de diferentes asignaturas de la carrera de Medicina tiene como principal objetivo identificar y evaluar potenciales puntos de articulación entre éstas, procurando evitar una segmentación de los contenidos presentados a los estudiantes. Inicialmente, este esfuerzo estará fundamentalmente dirigido a articular con cátedras del Departamento de Ciencias

Fisiológicas, entre ellas Biología, Fisiología y Física Biológica, aunque también Patología, Farmacología Básica, Microbiología y Parasitología, Inmunología y Genética pertenecientes del Departamento de Articulación de Ciencias Básicas y Clínicas. Estas actividades tienen el propósito de identificar conceptos y contenidos del campo disciplinar de Bioquímica y Biología Molecular que pueden aportar herramientas conceptuales para la comprensión y resolución de problemas en los estudiantes de la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas.

## **5.2.2 Durante la etapa de implementación**

### **5.2.2.1 Creación de un espacio permanente para la reflexión docente acerca de los propósitos y el sentido de la enseñanza de la bioquímica en la formación de futuros médicos**

#### **a. Reunión con docentes de asignaturas articuladas**

Durante un periodo comprendido entre noviembre y marzo, se propone la realización de una reunión anual periódica de profesores de la cátedra de Bioquímica y Biología Molecular con sus pares de aquellas asignaturas con las que se haya intentado articular. Las mismas tendrán como principal objetivo realizar un balance sobre los éxitos y fracasos de las articulaciones buscadas, así como para presentar y debatir nuevas o recurrentes inquietudes surgidas a lo largo del ciclo lectivo.

#### **b. Reunión con docentes de la Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular**

De las conclusiones recuperadas en las reuniones anteriores, así como de lo surgido de las encuestas a los estudiantes al inicio y finalización del ciclo lectivo descriptas más abajo, se propone

una segunda serie de actividades de reflexión entre los diferentes integrantes del plantel docente de la cátedra donde se analicen estas cuestiones, discutiendo especialmente con los auxiliares docentes, sus puntos de vista, interpretaciones y/o aportes sobre una problemática particular. De estos espacios de reflexión se espera alcanzar un consenso respecto a las modificaciones plausibles de incorporar a la cátedra, considerando los recursos humanos y áulicos disponibles, para prácticas docentes.

#### **5.2.2.2 Motivar a los estudiantes destacando la importancia de la asignatura para su futuro profesional.**

##### **a. Creación de clases híbridas con profesores**

Hemos mencionado las condiciones actuales de masividad de estudiantes que atraviesa la Facultad de Ciencias Médicas, por los que la disponibilidad de este tipo de recursos resultará claramente una limitante en el diseño de esta propuesta de intervención. En particular, aquí hay una realidad insoslayable y es lo escaso de los recursos humanos para el desarrollo de las actividades docentes. Como paliativo a los recursos áulicos, la Facultad de Ciencias Médicas ha incorporado, en sus aulas anfiteatro, tecnología para poder dictar clases de manera híbrida. Esto es poder transmitir de manera sincrónica las clases a estudiantes conectados de manera remota y con la posibilidad de participar e intervenir en la clase. Como una manera de obtener un mejor aprovechamiento de los escasos recursos áulicos y mitigar así la masividad instalada, en este tipo de actividades se propone también la participación remota de docentes de otras asignaturas de la carrera de medicina, de esta manera el docente remoto podrá intervenir durante toda la clase, especialmente desarrollando aquellos contenidos que representen puntos de contacto con su asignatura. El diseño y



planificación de este tipo de actividades será responsabilidad de los docentes participantes. Se propone además hacer uso de este tipo de aulas para el desarrollo de los seminarios de discusión de las unidades temáticas utilizando TICs, en especial aquellas que habiliten el uso de recursos audiovisuales. La selección de este tipo de recursos estará consensuada en los espacios de reflexión correspondientes y dirigida a ofrecer un enfoque general de las aplicaciones de los contenidos y conceptos de la Bioquímica y Biología Molecular en el campo de la medicina. El dictado de este tipo de actividades estará a cargo de los profesores de la cátedra, quienes participan de ambos espacios de reflexión, el de profesores de cátedras articuladas y el propio de la cátedra. A modo de ejemplo, debajo se presenta la planificación de una de estas actividades.

**Tema: Enzimas**

**Modalidad de la clase: híbrida, con participación de docentes invitados**

La clase se iniciará de manera expositiva con la introducción al tema a cargo de uno de los profesores de la cátedra. Aquí se presentarán los contenidos y conceptos básicos como: Definición de enzima, cofactores enzimáticos, mecanismos de la catálisis enzimática, cinética enzimática, factores que modifican la actividad enzimática, regulación de la actividad enzimática e inhibidores de la actividad enzimática. Luego, con la participación de docentes de las cátedras de Biología, Fisiología, Farmacología Básica y Aplicada, Patología y Bioquímica Clínica I, se intentará vincular estos temas con los contenidos de estas asignaturas. Se utilizará como recurso una presentación en power point que permita una apoyatura visual tanto a los estudiantes presentes en el anfiteatro como a los conectados de manera remota.

En un segundo momento se abrirá al diálogo con los docentes invitados (conectados también de manera remota), quienes pondrán en juego nuevas dimensiones a la temática, aportadas desde otras

disciplinas, en una modalidad de teórico dialogado. Se articulará el uso de inhibidores irreversibles de enzimas en el tratamiento de diferentes patologías con conceptos de farmacología y patología; el uso de enzimas como reactivos químicos con otros de bioquímica clínica, entre otros

En un tercer momento, con la coordinación del docente responsable, se abrirá a discusión con los estudiantes respecto al uso de las enzimas plasmáticas no funcionales en el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de diferentes patologías.

Como cierre de la clase, en colaboración con los estudiantes, se armará un mapa conceptual que recupere todo lo trabajado.

La clase quedará grabada y disponible para acceder a ella de manera asincrónica en el entorno educativo de la cátedra.

#### **b. Creación de clases integradoras de unidades temáticas**

Durante el desarrollo del curso, luego de completadas las actividades prácticas correspondientes a cada unidad temática, se organizará una clase donde los estudiantes discutirán entre ellos las distintas interpretaciones y soluciones a las que han arribado en los problemas de caso. En total, éstas serán 5 actividades, correspondiente a las unidades 1-bioquímica estructural, 2-Enzimología y bioenergética, 3- regulación del metabolismo intermedio, 4-metabolismo de ácidos nucleicos y carcinogénesis y 5-herramientas de biología molecular. En este tipo de actividades el docente tendrá la responsabilidad de promover y moderar intercambios entre alumnos, fomentado la discusión de los conceptos básicos subyacentes en los respectivos temarios. Para esto, los estudiantes se organizarán en pequeños grupos de trabajo, cada uno de éstos, responsable de presentar una de las unidades temáticas, para luego entre todos discutir sobre las posibles

soluciones respecto a una situación propuesta por el/los docente/s a cargo. La situación propuesta para cada unidad temática estará enmarcada en uno o varios casos clínicos, según las necesidades, previamente seleccionados por los profesores de la cátedra, y que se espera actúen como gatillo para las discusiones e intercambios entre los estudiantes, deberá estar enmarcada en el campo de las ciencias médicas, promoviendo así el interés y compromiso de los participantes. En un intento por evitar la posible fragmentación de contenidos, como consecuencia de la transposición didáctica, este proyecto de intervención propone también incluir actividades integradoras basadas en casos clínicos para cada unidad temática. Estos casos serán presentados a los estudiantes al principio de cada una de estas unidades para luego, al final de cada una de ellas, discutir las distintas interpretaciones y soluciones a las que han arribado. La discusión de estos casos se realizará en seminarios y/o ateneos donde los docentes tomarán el rol de moderadores de los intercambios con el fin de que los estudiantes reconstruyan los contenidos vistos en la unidad temática alcanzando así una mejor integración de los mismos. A modo de ejemplo, debajo se presenta la planificación de una de estas actividades.

## **Tema: Regulación del metabolismo intermedio**

### **Modalidad de la clase: Integradora de unidad temática**

#### Presentación de caso clínico:

Una joven de 18 años se siente algo cansada y ha adelgazado bastante a pesar de que comer más que antes. También ha comenzado a orinar con más frecuencia y a tomar mucho líquido. Luego de unas semanas comienza con calambres en las piernas, ha adelgazado más, y sigue orinando con mucha frecuencia por lo que acude al médico quien después de escuchar los síntomas, le indica hacerse una serie de análisis de sangre y orina- A la vista de los resultados (anexo 1, presentará un reporte resultados compatibles con diabetes mellitus insulino-dependiente), queda internada con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 1. A los cinco días de su internación los parámetros se han normalizado y recibe el alta y un informe que le indica el tratamiento a seguir (Anexo 2, presentará indicaciones para el tratamiento de la enfermedad, incluyendo administración de insulina exógena). El médico le explica cómo y cuándo debe inyectarse la insulina y qué hacer si se produjeran episodios de hipoglucemia y que cuando regrese a consulta, le hará un análisis para determinar los niveles de péptido C. También le dice que cada 6 meses, deberá realizarse un análisis de sangre para controlar el nivel de hemoglobina glicosilada (HbA1c). Un mes después, la joven se encuentra muy bien, ha recuperado 4 kilos y se ha familiarizado con el manejo de su diabetes.

#### Preguntas para la discusión

1. ¿Qué es la diabetes mellitus? ¿Qué diferencias hay entre la diabetes tipo 1 y tipo 2? ¿Cuál es más frecuente?

2. ¿Qué relación hay entre insulina y diabetes? La joven presentaba unos síntomas claros que condujeron a su ingreso hospitalario: poliuria, polidipsia, polifagia, pérdida de peso, calambres musculares y cetosis. ¿Cómo se relacionan estos síntomas con su patología? Los resultados de los análisis nos pueden ayudar a razonar la respuesta.
3. Uno de los análisis a realizar es la determinación de los niveles del péptido C. ¿Qué es el péptido C y cómo se origina? ¿Cuál es la utilidad de su determinación?
4. ¿Qué entiende por un episodio de hipoglucemia? ¿Por qué se utilizó glucagón en esta situación?
5. ¿Por qué es tan importante un buen control de los niveles de glucemia? ¿Qué es la HbA1c? ¿Qué otros tipos de hemoglobina conoce?
6. ¿Por qué la insulina ha de inyectarse y no puede ingerirse por vía oral?
7. ¿Qué tipo de insulinas exógenas conoce? ¿En qué se diferencian de la insulina endógena?
8. La modificación de la molécula de insulina conduce a una variación del punto isoeléctrico (pI). ¿Cuáles son los pI de la insulina y de la Glargina? ¿Qué consecuencia tiene este cambio y cuál es su relación con el perfil farmacocinético de la Glargina?
9. Se están investigando actualmente alternativas para el tratamiento de la diabetes. ¿Conoce alguna?

### **c. Participación de docentes externos en el dictado de clases**

Con el propósito de incluir y/o ampliar el alcance de las temáticas ya desarrolladas en otras materias, así como conectar con otras asignaturas de años superiores que resulten relevantes en la formación de un médico y que, al mismo tiempo, resultaría motivador para los estudiantes se propone invitar a participar en el desarrollo de determinadas de actividades de Bioquímica y

Biología Molecular a docentes de otras asignaturas. Éstas podrían ser del mismo año, como Fisiología, de años superiores como Farmacología Básica y Aplicada, Infectología y Medicina Interna, entre otras, o incluso de años inferiores como Biología, con el objetivo de que enriquezcan las actividades áulicas enmarcando los contenidos de Bioquímica y Biología Molecular en sus propias asignaturas y viceversa. En definitiva, este tipo de actividad busca que los alumnos sitúen los objetos de conocimiento en el contexto de lo que ya saben y por otro lado que sean capaces de determinar sus implicancias futuras (Alonso Tapia, 1997). De esto se espera un efecto concreto sobre los estudiantes en lo que respecta, no sólo a lo motivacional, sino también en lo que hace a su percepción de la relevancia de los contenidos que deben aprender en Bioquímica y Biología Molecular. Esto último es, según Alonso Tapia (1997), un factor muy importante con el que el alumno abordará su tarea y, en definitiva, determinará su actitud frente a la asignatura.

#### **d. Encuestas a estudiantes**

Al inicio del curso se propone realizar una encuesta a los estudiantes sobre su historia académica, las opiniones que tienen respecto a la asignatura y su apreciación respecto a la relevancia que tiene la Bioquímica y Biología Molecular para su formación profesional (ANEXO 1). De la información extraída de estas encuestas se espera interpretar las diferentes opiniones de los estudiantes para con la materia. Al final del curso realizar una nueva encuesta a los estudiantes (ANEXO 2) sobre su opinión respecto de la asignatura, en este caso orientada hacia si cubrió con sus expectativas iniciales y cómo le resultaron las actividades propuestas por la cátedra durante el año. Además, en estas encuestas se indagará nuevamente sobre la relevancia que le ven a la Bioquímica y Biología Molecular en su formación. Finalmente, esta encuesta tendrá una sección para que los estudiantes

manifiesten su opinión respecto a las actividades integradoras de las unidades temáticas de la materia. A diferencia de las encuestas al inicio del curso, la información extraída en este caso será útil para retroalimentar modificaciones introducidas y evaluar posibles nuevas modificaciones de las prácticas docentes en los próximos años.

#### **e. Incorporación de actividades de resolución de problemas**

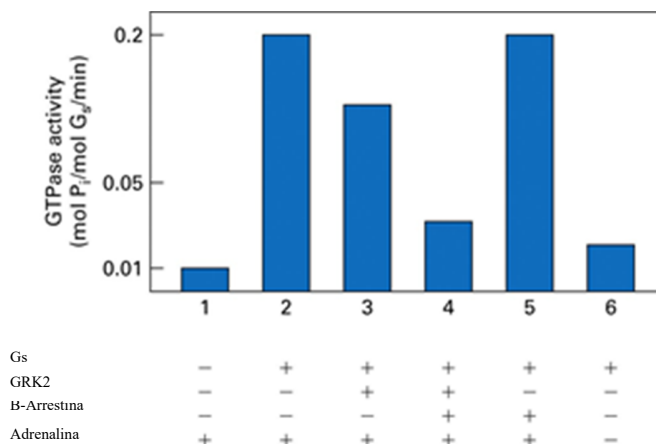
Con la finalidad de que los contenidos dictados en Bioquímica y Biología Molecular sean resignificados por los estudiantes, esta propuesta considera fundamental que el interés por éstos aparezca de manera temprana durante el dictado de la asignatura. En este sentido, todo profesor debería lograr al comienzo de sus clases, como condición necesaria, motivar a sus estudiantes captando su atención, despertando su curiosidad y creando condiciones para mantener su interés (Alonso Tapia, 1997). Es por todo lo mencionado en este sentido que se propone para las actividades prácticas, la inclusión de ejercicios del tipo de resolución de problemas relacionados con conceptos troncales de cada unidad temática pero enmarcados en el contexto de la práctica médica profesional, esperando sirvan de anclaje conceptual y motivación para una mejor aprehensión de conocimientos por los estudiantes. Al igual que en el caso de la selección de TICs, la selección de este tipo de ejercicios estará consensuada en los espacios de reflexión correspondientes. A modo de ejemplo, debajo se presenta uno de estos problemas propuestos para una actividad en particular.

## Tema: Transducción de señales

### Pregunta de resolución de problemas sugerida para incorporar en los trabajos prácticos de discusión.

A partir de un cultivo de células que expresan el receptor  $\beta$ 2-adrenérgico, se obtiene la fracción de membrana plasmática. Esta se divide en 6 tubos y a cada uno de ellos se le agrega proteína Gs pura, GRK2 pura o  $\beta$ -arrestina pura según se indica en la figura. Luego, en todos los tubos, se adiciona adrenalina y se mide la actividad GTPasa de cada uno de ellos.

En base a los resultados responda:



a) ¿Qué utilidad tiene la medida de actividad GTPasa?

b) ¿Cómo afecta la GRK2 a la actividad GTPasa?

c) ¿Cómo afecta la B-arrestina a la actividad GTPasa?

d) ¿Qué puede decir de la función de la  $\beta$ -arrestina a partir de estos datos?

e) Describa este mecanismo para el caso del receptor  $\beta$ 2-adrenérgico. ¿Cuál es el rol de la  $\beta$ -arrestina en este proceso?



### **5.3 Seguimiento y evaluación de la innovación**

El objeto central de evaluación de esta propuesta es la mejora en el grado de interés de los alumnos de la Facultad de Ciencias Médicas por la asignatura Bioquímica y Biología Molecular. Esta evaluación realizará de múltiples formas agrupadas en tres sujetos evaluadores,

- ❖ ESTUDIANTES
- ❖ DOCENTES
- ❖ INTEGRANTES DEL DEPARTAMENTO PEDAGÓGICO

Este diseño de evaluación y seguimiento permitirá recabar información de diferentes fuentes como estudiantes cursantes de la asignatura, su personal docente *in toto* y profesores de otras asignaturas. Además, este sistema de evaluación y seguimiento de la propuesta pretende ser permanente, esperando se constituya en un instrumento que promueva el continuo desarrollo, edición y mejora de esta propuesta de intervención.

En particular, la cuestión más relevante a evaluar en esta propuesta de innovación es el grado de cumplimiento de sus objetivos particulares. En este sentido, la evaluación estará enfocada en el impacto de las actividades propuestas sobre el compromiso e interés de los alumnos con la asignatura. La misma tendrá dos instancias evaluativas, enmarcadas dentro del espacio de reflexión permanente contemplado en esta propuesta, una bimestral a través de reuniones periódicas con el plantel docente a lo largo de cada año lectivo donde se analizará el curso y efecto de las modificaciones en las actividades. La otra instancia evaluativa será anual, al final del ciclo lectivo donde se evaluarán encuestas realizadas a los alumnos al inicio y final de cada año.

### **a. Espacios de reflexión**

En ambas instancias evaluativas se analizará la experiencia de los docentes en relación con el grado de interés demostrado por los estudiantes frente a la materia. En particular se espera evaluar el impacto de las introducciones ejemplificadoras en los seminarios de modalidad híbrida y las TICs seleccionadas y de las actividades prácticas integradoras enmarcadas en situaciones concretas del campo profesional de la medicina. Un balance positivo o negativo de los auxiliares docentes (ayudantes diplomados y jefes de trabajos prácticos) en cuanto al interés de los alumnos por estas actividades será tomado como un indicador a corto plazo del impacto de éstas. En particular, para este tipo de evaluaciones se utilizará una guía de preguntas orientadas a recabar información sobre cuestiones específicas generadas en el aula como consecuencia de esta propuesta de intervención.

Modelo de la guía de preguntas para docentes:

#### **ENCUESTA DE OPINION SOBRE EL CURSO BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR**

##### **Guía de preguntas dirigida a docentes de la Cátedra.**

**De 1 (muy bajo) a 10 (muy alto) indique:**

¿Considera que los problemas ejemplificadores incorporadas a las actividades prácticas generan un mayor interés en el estudiante por los contenidos del temario?

¿Estas actividades generaron, promovieron el debate e intercambio de ideas entre los estudiantes?

En términos generales ¿considera estas actividades de efecto positivo para el desarrollo de la clase?

**Fundamente.**

Respecto a las actividades integradoras de unidades temáticas ¿las considera positivas para la integración de conocimientos?

**Fundamente.**

#### **b. Encuestas a alumnos**

En las encuestas iniciales, se relevarán las expectativas de los alumnos sobre la asignatura, esta información será analizada posteriormente en relación a las encuestas finales. De este análisis se espera poder sacar las primeras conclusiones sobre los resultados de la implementación de esta intervención en el grado de interés de los alumnos para con la materia y servirá como indicador de la relevancia que ellos perciben en la Bioquímica y Biología Molecular para su formación profesional.

Modelo de encuesta de opinión para alumnos ingresantes y que aprobaron el curso:

### **ENCUESTA DE OPINION SOBRE LA ASIGNATURA BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR**

**Encuesta de carácter anónimo dirigida a estudiantes de la Carrera de Medicina inscriptos en el curso.**

**De 1 (muy bajo) a 10 (muy alto) indique:**

1) ¿Cuál es el grado de importancia que le asigna a la asignatura en la calidad de su formación?

2) ¿Cuál es el grado de importancia que le asigna a la asignatura para su futuro desempeño como profesional?

3) ¿Cuál es el grado de relación que encuentra entre la química y la biología?

Indique SI / NO / AÑO, según corresponda

4) ¿De no ser obligatoria, cursaría la asignatura?

5) En qué año aprobó la cursada de Biología?

6) Tiene aprobado el final de Biología?

**ENCUESTA DE OPINION SOBRE LA ASIGNATURA BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA  
MOLECULAR**

**Encuesta de carácter anónimo dirigida a estudiantes de la Carrera de Medicina que aprobaron el curso.**

**De 1 (muy malo) a 10 (muy bueno) indique:**

- 1) ¿Cuál es su valoración sobre la calidad del curso en general?
- 2) ¿Cuál es su valoración sobre los seminarios híbridos?
- 3) ¿Cuál es su valoración sobre los trabajos prácticos?
- 4) ¿Cuál es su valoración sobre las clases integradoras de unidades temáticas?
- 5) ¿Cuál es su valoración sobre la participación de docentes de otras asignaturas?

**Desarrolle:**

- 6) ¿Qué aspectos del curso indicaría como negativos?
- 7) ¿Qué aspectos del curso indicaría como positivos?
- 8) ¿Tiene alguna sugerencia que considere mejoraría el desarrollo del curso?

### **c. Reunión con profesores de las otras asignaturas**

Estas actividades están enmarcadas en los espacios de reflexión propuestos y en ellas se espera relevar si esta intervención produce un efecto positivo en los alumnos en cuanto a su nivel de preparación y particularmente al grado de integración de conocimientos al cursar materias con las que se intentó articular horizontal y verticalmente. Esta será una evaluación lenta ya que para algunos casos habrá que esperar 2 años para tener los primeros resultados. Como en el caso a.), un

consenso positivo o negativo surgido de estas reuniones será tomado como un indicador a largo plazo de la implementación de esta intervención

Las conclusiones obtenidas serán los indicadores más importantes para evaluar las modificaciones y/o correcciones particulares a incorporar el año siguiente.

#### **d. Reunión con integrantes del Departamento Pedagógico**

Como parte del proceso de evaluación de la propuesta y considerando que, en general, la mayoría de los docentes de la cátedra tienen una limitada formación en pedagogía, se recurrirá del Departamento Pedagógico de la Facultad de Ciencias Médicas. Ante sus integrantes se presentarán las conclusiones alcanzadas en los incisos a, b y c del proceso de evaluación con el fin de conocer su opinión y recibir sugerencias para el mejoramiento de las innovaciones propuestas para el fortalecimiento de la enseñanza de los contenidos curriculares de Bioquímica y Biología Molecular. Se propone también generar el compromiso del Departamento a presenciar las actividades docentes y generar un reporte de situaciones áulicas a mejorar o, al menos, a considerar modificar en los espacios de reflexión.

## **6. Consideraciones finales**

Durante más de 20 años como docente universitario he identificado, desde mi subjetividad, cuáles son algunos de los desafíos más frecuentes que enfrentamos a la hora de desarrollar nuestras prácticas docentes de esta asignatura. Considero muy importante la manera en que presentamos el conocimiento a nuestros estudiantes, el que debe necesariamente estar anclado a sus saberes previos y relacionado con implicancias que la Bioquímica y Biología Molecular tiene en la práctica médica. Este hecho es, en mi opinión, uno de los principales motivos por los que, en muchas ocasiones, los estudiantes no encuentran el sentido ni valoran los aportes que los contenidos de la asignatura pueden dar a la formación de profesionales médicos, propiciando así una profunda falta de interés y compromiso por la misma en muchos de ellos. Haber cursado y rendido las diferentes materias de la Especialización en Docencia Universitaria me ha permitido analizar esta problemática, desde un marco teórico completamente nuevo para mí. De la misma manera, me ha dotado de nuevos elementos que me permiten fundamentar esta propuesta educativa que trascienden mi subjetividad.

En este trabajo se plantea realizar un análisis crítico de las prácticas docentes actuales y una propuesta de intervención académica en la Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP. En particular, se pretende despertar el interés de los estudiantes de la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas por la Bioquímica y Biología Molecular mediante un cambio en la orientación de esta asignatura. Para alcanzar el objetivo planteado se propone pasar de la orientación científicista actual hacia una más orientada al campo profesional de la medicina. Acompañando este cambio en la orientación de la asignatura, se propone también promover una mayor interacción del plantel docente de la cátedra con profesores de materias relacionadas en el plan de estudios de la carrera de medicina, de manera de

mejorar la integración horizontal y vertical de contenidos con nuestra materia Bioquímica y Biología Molecular. Paralelamente, esta propuesta plantea una transposición didáctica de contenidos consensuada con los auxiliares docentes de la asignatura quienes, en definitiva, al participar activamente de las actividades de trabajos prácticos de discusión, tienen una mejor percepción respecto al interés y motivación por la materia que tienen nuestros estudiantes año tras año.

La implementación de esta propuesta despierta, al menos en su autor, grandes expectativas en lo que hace al aspecto actitudinal de los estudiantes de Ciencias Médicas respecto a la Bioquímica y Biología Molecular. Se espera lograr que sean los propios alumnos los que perciban su relevancia en su formación profesional y así despertar su interés y mejorar su compromiso con la asignatura. Además, la creación y el sostenimiento de los espacios de intercambio y reflexión permanentes dentro de la cátedra, así como el análisis de las evaluaciones aportará a una rigurosidad metódica en la propuesta educativa y, con el transcurrir de los años, apoyará toda toma de decisiones a futuro respecto de nuevos cambios y mejoras a implementar.

El cambio de orientación propuesta está generado a través de la incorporación de nuevas prácticas que asumen la optimización de recursos áulicos y humanos, deviniendo en una respuesta a la masividad instalada desde el año 2016 en la Facultad. En este sentido la implementación de actividades híbridas en combinación con recursos del tipo TICs, buscan cubrir, al menos en parte, la completa imposibilidad de retomar la realización de prácticas de laboratorio, actividades fundamentales para la enseñanza y el aprendizaje de esta asignatura, interrumpidas en el año 2018 por el aumento de la matrícula.

La participación de docentes externos a la cátedra en el dictado de ciertos contenidos, especialmente aquellos de asignaturas de años superiores, procura una mejor articulación entre



materias íntimamente relacionadas y la eliminación de contenidos segmentados, anidando en el autor de este trabajo la esperanza de que esto actúe como un disparador en el interés y entusiasmo de los estudiantes por los contenidos dictados en Bioquímica y Biología Molecular. En este aspecto, también aporta la introducción actividades integradoras de unidades temáticas y ejercicios de resolución de problemas en las guías de trabajos prácticos. En relación a estas actividades, para ambas el papel propuesto para el estudiante es completamente diferente al actual, debiendo adoptar una posición de expositor de sus saberes frente a sus pares y debatir ideas en un marco ameno y motivador propiciado por el/los docente/s a cargo.

Como autor de la propuesta, tengo firmes expectativas en que ésta logre implementarse, al menos de manera parcial, en las estrategias de enseñanza para la Bioquímica y Biología Molecular, venciendo así cualquier tipo de resistencia dentro de la comunidad educativa de la Facultad de Ciencias Médicas. La construcción de espacios para la reflexión de es otro de los grandes anhelos de esta propuesta, esperando funcionen como usinas de nuevas y más complejas estrategias de enseñanza y aprendizaje que indefectiblemente redundarán en un gran beneficio para la Facultad de Ciencias Médicas. Finalmente, la posibilidad de socializar esta propuesta y sus resultados en el ámbito educativo, la transformará en una herramienta plausible de ser transferida a otras unidades académicas de la Universidad Nacional de la Plata con posibilidades de que sea replicada y/o adaptada a otros contextos educativos.

## **Bibliografía**

Alonso Tapia, J (1997) Motivar para el aprendizaje. Teoría y estrategias. Barcelona EDEBE Cap 4 “Cómo motivar: condicionantes contextuales y de la motivación.

Arcà, M., Guidoni, P. & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. Barcelona: Paidós: Rosa Sensat (Paidós educador; 97).

Barraza, A. (2005), Una conceptualización comprehensiva de la innovación educativa, *Innovación Educativa*, 5(28), pp. 19-31.

Barraza Macías, A. (2013). ¿Cómo elaborar proyectos de innovación educativa? Ed. Universidad Pedagógica de Durango. Dgo. México.

Bourdieu, P y Gros, F (1988) Los contenidos de la enseñanza. Principios para la reflexión. Publicación de Le monde de l'education.

Comenio, J. A. (1970). Didáctica Magna, Sepan Cuantos, Méjico, Porrúa.

Chevallard, Y (1998) La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, Buenos Aires, Aique.

De Alba, Alicia. Currículum: crisis, mito y perspectivas. Buenos Aires: Miño Dávila, 1995.

Díaz Barriga, Frida. Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. México: McGraw Hill, 2005.

Fernández, J., Portela, L., González, B. y Elortegui, N. (2001). Las analogías en el aprendizaje de la física en secundaria. En Actas I Congreso Nacional de Didácticas Específicas (pp. 1901-1914).

Granada. Fernández González, J., Moreno Jiménez, T., & González, G. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 35, 82-89.

Freire, P. (1986). *La Educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI.

Fullan, M. (2002). Las causas y los procesos de iniciación. Capítulo 4. En: *Los nuevos significados del cambio de educación*. Ed. Octaedro. Madrid.

Fumagalli, L. (2001). "Alternativas para superar la fragmentación curricular en la educación secundaria a partir de la formación de los docentes", en Braslavsky, C; Dussel. I. y Scaliter P. (ed) *Los formadores de jóvenes en América Latina. Desafíos, experiencias y propuestas*, Ginebra: Oficina Internacional de Educación, pp. 78-83.

Havelock, R. G. y Huberman, A. M., (1980). *Innovación y problemas de la educación. Teoría y realidad en los países en desarrollo*. Ginebra, Suiza: UNESCO-OIE.

Huberman, A. M. (1973). *Cómo se realizan los cambios en educación: una contribución al estudio de la innovación*. Paris, Francia: UNESCO-OIE.

Lucarelli, E. (2004). *Las innovaciones en la enseñanza, ¿Caminos posibles hacia la transformación de la enseñanza en la universidad? 3ras Jornadas Pedagógicas en el Aula Universitaria*. Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires, Argentina.

Miller, L. (2000). *La resolución de problemas en colaboración*. En Ch. M. Reigeluth (Ed.), *Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos*. 1 (pp. 251 -278). Madrid: Santillana [Original en inglés: *Instructional-Design Theories and Models. A new Paradigm of Instructional Theory*. Mahwah, N. J. Erlbaum, 1999).

Milicic, B (2005). *La cultura profesional como condicionante de la adaptación de los profesores de Física universitaria a la enseñanza de la Física*, tesis doctoral, Servicio de publicaciones, Universidad de Valencia. Disponible en <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0613105-182151/>

Monereo, C. (2010). *La formación del profesorado: Una pauta para el análisis e intervención a través de incidentes críticos*. *Revista Iberoamericana de Educación*, Núm. 52, enero-abril, 2010, pp. 149-178.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo M. A. (1998), *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid, Morata.

Pozo, J. I. (2014). *Psicología del aprendizaje humano: adquisición de conocimiento y cambio personal*. Ediciones Morata, S. L.

Prieto Castillo, D. (1995). *Educación con sentido: Apuntes sobre el aprendizaje*. Ed. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Sacristán, G. J. y Pérez Gómez, A. I. (1992). *Comprender y transformar la enseñanza*. Ed. Morata. Buenos Aires, Argentina.