

El uso de prospectos médicos para la aplicación de modelos biológicos de nivel celular en la formación del profesorado.

Lozano Eduardo Enrique, García Gimena Verónica, Pérez Lucía Belén, Brezina Soledad Silvana
elozano@unrn.edu.ar, gimena.garcia91@yahoo.com, lucia.perez.3@hotmail.com, sbrezina@gmail.com

Universidad Nacional de Río Negro. Profesorado de Nivel Medio y Superior en Biología. Dirección postal 8332

Resumen— Se presenta un trabajo de investigación de cátedra, cuya primera tarea fue identificar y sistematizar información contenida en diferentes prospectos médicos y analizarlos desde distintos modelos biológicos abordados en la materia Biología Celular, en función de la acción terapéutica que llevan a cabo. Luego, se implementó y evaluó la utilización de algunos de ellos como mediadores didácticos entre los modelos científicos que los alumnos aprenden y los sentidos que atribuyen a medicamentos que consumen en la vida cotidiana, con el objeto de comprender las diferentes acciones que llevan a cabo en el organismo. La propuesta se encuentra orientada por el modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo, 2000) a partir del cual se propone una educación científica basada en la construcción de modelos teóricos por parte de los estudiantes, con el objeto de interpretar el mundo e intervenir en él. También, y desde una perspectiva sociocientífica en la educación (Ziedler, 2003), el trabajo promueve el desarrollo de competencias para la toma de decisiones informadas relacionadas con la salud, al habilitar el protagonismo en la lectura crítica de la acción farmacológica presente en los prospectos que acompañan a los medicamentos.

Palabras clave: *formación profesorado- modelos biológicos – nivel celular – problemas sociocientíficos – medicamentos*

INTRODUCCIÓN

La materia Biología Celular (BC) forma parte de un eje de materias disciplinares que son pensadas y desarrolladas como espacios educativos con una fuerte identidad de formación para el profesorado. Una característica que facilita y estimula esa búsqueda es que, desde su creación, y a diferencia de otras propuestas de profesorado en ciencias en el ámbito de la universidad, éste no se encuentra estructurado sobre los recorridos disciplinares de una licenciatura en Biología.

Desde una visión modelo teórica de la ciencia y su enseñanza (Adúriz Bravo, 2010), en la materia BC hemos construido un campo de problematización sobre los criterios de selección de los modelos biológicos

implicados en el nivel de organización celular, y también sobre el sentido de su enseñanza en la formación del profesorado.

En este ámbito de discusiones, hemos avanzado en la formulación de algunas ideas orientadoras de la tarea de seleccionar y organizar los contenidos para la enseñanza:

- Considerar el nivel de organización celular desde una perspectiva dinámica, diacrónica. Las células tienen una historia y hay familias de modelos científicos que explican diferentes episodios de ese desarrollo, como el origen, la transición entre procariotas y eucariotas, la conquista de la pluricelularidad, etc. Esta idea se plasma cuando, por ejemplo, analizar lo que ocurre en los tilacoides de un cloroplasto, puede también ser pensado como un fenómeno que ocurre en los pliegues de membrana de cierto grupo de cianobacterias, actuales y del pasado.
- Sostener el nivel de análisis celular y no enfatizar el desarrollo químico molecular de los procesos celulares, en tanto y en cuanto no aporte a la comprensión de los fenómenos que se intentan iluminar con ese modelo. Desde esta idea, un modelo de bicapa lipídica, que permite explicar por ósmosis diferentes procesos de hidratación y deshidratación de alimentos y organismos, puede complejizarse con la incorporación de proteínas, cuando sea necesario explicar otro tipo de fenómenos de membrana que requieran, por ejemplo, gasto de energía para un organismo en una situación osmótica adversa, o la necesidad de ingresar o expulsar sustancias hidrofílicas.
- Utilizar los procesos celulares como plataforma para dar cuenta de fenómenos relacionados con la vida del organismo, con las poblaciones o con el ambiente. Por ejemplo, la inhibición de proteínas de membrana de células del intestino por acción de las toxinas de una bacteria, pueden provocar un medio externo hipertónico y la consiguiente salida de agua de las células, pero lo importante es que

09, 10 y 11 de octubre. General Roca. Río Negro. Argentina

XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología

“Afianzando el vínculo entre la formación del profesorado, la investigación en didáctica de las ciencias y la innovación en las aulas”

este modelo permite explicar, por ejemplo, las deshidrataciones por colitis. La formación de oxígeno molecular, de agua y de dióxido de carbono en diferentes procesos celulares, puede ser modelizada en sus tránsitos por diferentes organismos y también, en ciclos, por el planeta.

- Los modelos biológicos celulares también tienen una historia y además, pueden ser analizados en función del tipo de relación que establecen con la realidad, lo que puede dar lugar al desarrollo de ideas metacientíficas básicas e introductorias. (Adúriz Bravo, 2005) (Lozano, Adúriz Bravo, Bahamonde, 2012)

La selección y organización de los modelos biológicos a enseñar en BC, se realiza en función de implementar unidades didácticas orientadas por el modelo cognitivo de ciencia escolar. (Izquierdo, 2002)

Desde los fundamentos epistemológicos de esta perspectiva teórica, los modelos son una representación de la realidad, su relación con ella es de similaridad, y constituyen una guía importante para la intervención sobre el mundo natural ya que, al hacer ciencia, siempre se actúa con una meta, y es justamente la de lograr interpretar el mundo mediante modelos e intervenir en él. (Adúriz Bravo, 2010) Por consiguiente se podrá hablar de una ciencia escolar cuando, en clase, y a partir de los modelos mentales iniciales que los alumnos pueden construir al explicar ciertos fenómenos del mundo, se ofrezcan oportunidades para confrontar esos modelos con la realidad, para introducir nuevos puntos de vista, para reestructurar los modelos, ponerlos en diálogo con los modelos científicos y aplicarlos a nuevas situaciones, particularmente en aquellas que permitan cambiar un estado de cosas en la realidad.

Además, y desde otra perspectiva teórica que aporta al ámbito de problematización de la enseñanza de BC, se apunta al desarrollo de cuestiones sociocientíficas en la educación, y se trabaja en función de explorar diferentes ámbitos y aspectos de la vida de los ciudadanos y de los alumnos en particular, con el objeto de encontrar nichos de análisis y de reflexión para la comprensión, necesarios, por ejemplo, para mejorar la calidad de vida, para ejercitar derechos, etc.

Desde estas referencias se llevó a cabo un trabajo de investigación de cátedra, que tuvo como objetivo identificar y sistematizar información contenida en diferentes prospectos médicos (PPMM), en función de su acción terapéutica, luego, analizarlos desde distintos modelos biológicos abordados en la materia BC de primer año del Profesorado en Biología para, finalmente, implementar y evaluar la utilización de algunos de ellos como mediadores didácticos, entre los modelos

científicos que los alumnos aprenden y la comprensión de las acciones que llevan a cabo los fármacos en el organismo de quienes los consumen.

Diversos estudios en EEUU y en países europeos, dan cuenta de la preocupación que existe por mejorar el contenido de los PPMM de los medicamentos, para que el paciente pueda tener una mayor comprensión del sentido de su utilización. (Ruíz Garrido *et al* 2006) En general, los usuarios de los medicamentos se resisten a leerlos, al no tener la posibilidad de entender el contenido de los mismos. (Cascales Martínez, 2011) Los estudios recopilados dan cuenta de la necesidad de mejorar aspectos de la comunicabilidad de los PPMM y se orientan desde perspectivas sociolingüísticas (Ruíz Garrido, *et al*, 2006) y también desde visiones sociológicas críticas, al considerar a los PPMM como dispositivos que sostienen la hegemonía del discurso médico en la sociedad. (Mercado López, 2003) En nuestro caso, el objetivo es construir como asunto sociocientífico, el análisis de los PPMM de los medicamentos que utilizan los alumnos y sus familias, y estimular su empoderamiento en esa relación, al tener la posibilidad de comprender y ayudar a comprender a otros, el modo en que los fármacos desarrollan su acción terapéutica, a partir de los modelos biológicos que aprendieron.

PRIMERA PARTE: ANÁLISIS DE PROSPECTOS MÉDICOS Y VINCULACIÓN CON MODELOS BIOLÓGICOS DE NIVEL CELULAR

Esta etapa tuvo como protagonistas a dos ayudantes alumnas durante los primeros cuatrimestres de 2013 y 2014, y formó parte del plan de actividades que orientó su incorporación al equipo de trabajo de la materia BC. En el contexto del profesorado, las experiencias de ayudantías en las diferentes materias son también registros para la construcción de la identidad profesional docente de los alumnos. Desde esa perspectiva, se consideró adecuado enfatizar el rasgo investigativo que implica el trabajo sobre cuestiones sociocientíficas, para que luego puedan hacerlo con sus futuros alumnos en los diferentes niveles en los que trabajen.

Un estudio que abordó el análisis de la estructura general de los PPMM (Cascales Martínez, 2011) consideró que los siguientes son los ítems que se encuentran dando cuerpo al contenido de la información que ofrecen: Composición, Actividad o Acción terapéutica, Indicaciones, Precauciones, Advertencias, Contraindicaciones, Interacciones, Posología o Dosificación, Efectos secundarios o Reacciones adversas, Sobredosis o Sobredosificación / Intoxicación y su tratamiento, Presentación, Caducidad, Conservación, Titular y fabricante.

En nuestro trabajo nos centramos particularmente en el aspecto de las propiedades o actividad del fármaco, esto es, en la información que dice cómo actúa el medicamento, ya que con esos datos es posible activar diferentes modelos biológicos para su comprensión.

La investigación consistió, en una primera instancia, en la recolección de treinta PPMM, los cuales fueron proporcionados por familiares, compañera/os y amiga/os de las ayudantes alumnas. También se recurrió a una farmacia que proporcionó PPMM de medicamentos de venta libre.

En una segunda etapa se analizó cada PPMM relacionando su acción farmacológica con los modelos biológicos abordados en BC. De esta primera selección, se obtuvieron diecisiete PPMM que podían asociarse con modelos abordados en la materia.

Luego, se planteó la necesidad de identificar y escoger aquellos PPMM con mayor transparencia del texto, que permitieran establecer una relación clara y directa entre su acción farmacológica y un modelo celular, por ejemplo: “*actúa sobre la molécula de ADN de bacterias y protozoos impidiendo su replicación*” Así, utilizando este criterio, se realizó una segunda selección de PPMM

A continuación, en la Tabla 1, se presenta un cuadro informativo que da cuenta de los PPMM seleccionados como material de estudio y los modelos biológicos que se podrían trabajar con los mismos.

SEGUNDA PARTE: UTILIZACIÓN DE UN PROSPECTO MÉDICO COMO ACTIVIDAD DE APLICACIÓN DEL MODELO DE

ÓSMOSIS CELULAR

La secuencia de actividades propuesta por Sanmartí (2002), asociada al modelo cognitivo de ciencia escolar, implica la inclusión de oportunidades para que los alumnos puedan aplicar los modelos construidos, esto es extenderlos a nuevas situaciones, diferentes a las presentadas en las actividades de inicio con el objeto de dotarlos de nuevos significados, mayor robustez y capacidad explicativa. En la implementación de una unidad didáctica sobre membrana celular, en el cursado de BC del año 2014, se propuso como una actividad de aplicación del modelo de ósmosis celular, el análisis de un PPMM que tuviera amoxicilinas como agente farmacológico.

La amoxicilina es un bactericida que actúa inhibiendo la síntesis de la capa de peptidoglucano de la pared celular bacteriana. En un medio hipotónico, las bacterias pueden morir debido a que el agua tenderá a ingresar a las células y al no tener la pared celular como regulador de la presión osmótica interna, aumentan su volumen y se lisan.

A continuación se presenta un breve informe del desarrollo de la UD y algunos avances sobre las producciones realizadas por los alumnos

En la actividad de iniciación de la UD sobre el modelo de ósmosis celular, los alumnos tuvieron que analizar y explicar diversas situaciones cotidianas, como la preparación previa de berenjenas con sal para que

pierdan el sabor amargo o el reacondicionamiento de hojas de lechuga marchitas, colocándolas en agua durante

Agentes activos farmacológicos	Modelo	Acción farmacológica
Sulfadiazina de plata	Replicación celular	Impide que la doble hélice se enrolle mientras ocurre la replicación bacteriana.
Amfotericina B (en liposomas)	Mosaico fluido y autoensamblaje de membrana	La amfotericina se transporta por medio de liposomas los que al autoensamblarse con la membrana plasmática del hongo, facilitan la acción del fármaco que modifica la permeabilidad de la membrana.
Azitromicina	Síntesis de proteínas	Actúa en los ribosomas de las bacterias, impidiendo la síntesis de proteínas debido a la inhibición del paso de translocación.
Metronidazol	Estructura de la molécula de ADN	Modifica la estructura helicoidal de la molécula de ADN impidiendo su replicación en la mayoría de las bacterias anaerobias obligadas y protozoos.
Ácido Tióctico	Respiración celular	Actúa como cofactor en los complejos multienzimáticos mitocondriales facilitando la respiración celular.
Amoxicilina	Ósmosis celular	Inhibición de la síntesis de la pared celular bacteriana y pérdida del control de la presión osmótica en medios hipotónicos.

Tabla 1 Agentes activos farmacológicos y modelos

unas horas. Se les pedían gráficos y textos explicativos del fenómeno a nivel celular. Luego, se dio lugar a un trabajo de reestructuración de esos modelos a partir de diversas actividades, que incluyeron trabajos experimentales de deshidratación y rehidratación de células vegetales observadas al microscopio, el análisis de modelos con animaciones 3D sobre el comportamiento de moléculas de agua y soluto a ambos lados de una membrana semipermeable. También analizaron las diferencias entre el comportamiento de células vegetales (que poseen pared celular) y animales, cuando son puestas en medios hipotónicos y pudieron explicar diversas estrategias que poseen para vivir en esas condiciones, por ejemplo, el bombeo de iones al medio extracelular que hacen algunas células humanas.

Así, y al finalizar el trabajo en la UD, los alumnos utilizando el modelo de ósmosis celular podían dar cuenta de las situaciones problemáticas presentadas al inicio del itinerario didáctico, y estaban en condiciones de poder aplicar el modelo a nuevas situaciones, como el análisis de la acción bactericida de las amoxicilinas. A esto también aportaba que los alumnos, en una UD anterior, habían desarrollado un modelo de célula procariota y descripto la estructura de la pared celular bacteriana (Gram + y Gram -)

La actividad de aplicación fue organizada para que su desarrollo se llevara a cabo en un foro del Aula Virtual que la materia tiene disponible en la plataforma educativa de la Universidad.

A partir de la consigna, las preguntas ¿Conocen remedios que contienen amoxicilinas? ¿Los han tomado alguna vez? ¿Para qué casos? fueron de interés y se generó un intercambio en el cual fue posible advertir que una buena parte de los alumnos había sido alguna vez medicado con ese antibiótico.

Luego se socializó un PPMM de un medicamento con amoxicilinas y se les pidió a los alumnos que lo leyeran y explicaran: ¿De qué manera la amoxicilina ejerce su efecto bactericida?

Las primeras respuestas subidas por los alumnos al foro eran cerradas, esto es, replicaban la información del PPMM respecto de que la amoxicilina impedía la formación de la pared celular, pero no explicaban que consecuencias podía traer esto a las bacterias.

G: *“Hola a todos!, en este foro quería agregar un tema con respecto a esta droga que es muy común ingerirla cuando tenemos las horribles anginas producidas por los Estreptococos, bacterias gram+, que según el prospecto actúa sobre las paredes celulares bloqueando la proliferacion o reproduccion de*

estas células rompiendo sus paredes de peptidoglucano, matando a la célula”

M: *“Mi mamá cuando yo era chica me daba amoxidal 500 para las anginas. Es un medicamento a base de penicilina y es bactericida. Impide que la bacteria construya su pared celular nuevamente, y así ocasiona la muerte de la célula”*

L: *“En las bacterias, la pared celular se compone de peptidoglicano. El antibiótico penicilina puede matar a las bacterias inhibiendo un paso en la síntesis del peptidoglicano. La síntesis del peptidoglicano comienza en el citoplasma; después las subunidades de la pared se transportan a través de la membrana citoplasmática y finalmente se insertan en la molécula de peptidoglicano que crece. La acción de la amoxicilina es impedir que crezca el peptidoglicano”*

A: *“Yo uso amoxidal cuando tengo infección y para cortarla me dan un tratamiento de una semana este medicamento se encarga de cortar la infección y que las bacterias no se sigan reproduciendo”*

Luego de analizar las respuestas de los alumnos, se consideró necesario intervenir en el foro, especificando más el tipo de análisis que se solicitaba, esto es, pensar sobre qué podría ocurrirle a las bacterias si no podían formar su pared celular y, particularmente, que lo vincularan con el modelo de ósmosis celular que habíamos desarrollado en clases.

A partir de esta intervención, los alumnos comenzaron a subir producciones que explicaban, desde el modelo de ósmosis, lo que podía ocurrirle a las bacterias.

G: *“provocan una incorrecta construcción de la pared celular, provocando la lisis de la célula, creo... que es por la entrada de agua al medio intercelular”*

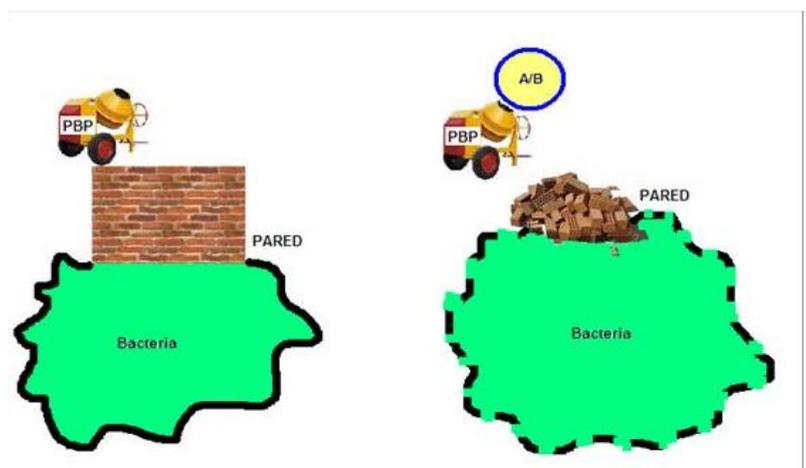


Figura 1 Modelo de la acción bactericida de la Amoxicilina

probabilidades de pasar por la membrana van a tender a entrar dentro de la célula. adjunto una foto mostrando el gráfico. En cuanto a lo de la pared celular, debido a que el agua va a entrar constantemente, y sin algo que le ponga un límite estructural la célula estallaría. Esa es mi respuesta. Saludos !!!

A: Está muy bueno el dibujo, ayuda a la comprensión. Pienso que el amoxidal actúa como "derrumbador de paredes" de las Gram+, y esto hace que la célula bacteriana quede desprotegida. Si además la colocamos en un medio hipotónico, allí donde la concentración de soluto es menor fuera de la célula, el agua tiende a entrar por ósmosis a la célula de la bacteria. Lo que ocurriría sería similar a lo que le sucedió a la babosa de la que hablamos en el principio, se llenaría de líquido hasta explotar. Que tengan buen día!

(En este caso, la alumna hace referencia a un ejemplo que había sido tratado en clase, el cual hacía mención a un episodio de babosas que habían caído dentro de un balde con agua)

L: Al ingresar el amoxidal a la célula bacteriana que se encuentra en un medio hipotónico, la pared de ésta se debilita por la acción del antibiótico, dejando pasar una gran cantidad de agua hacia el interior de la célula provocando así la destrucción de la misma.

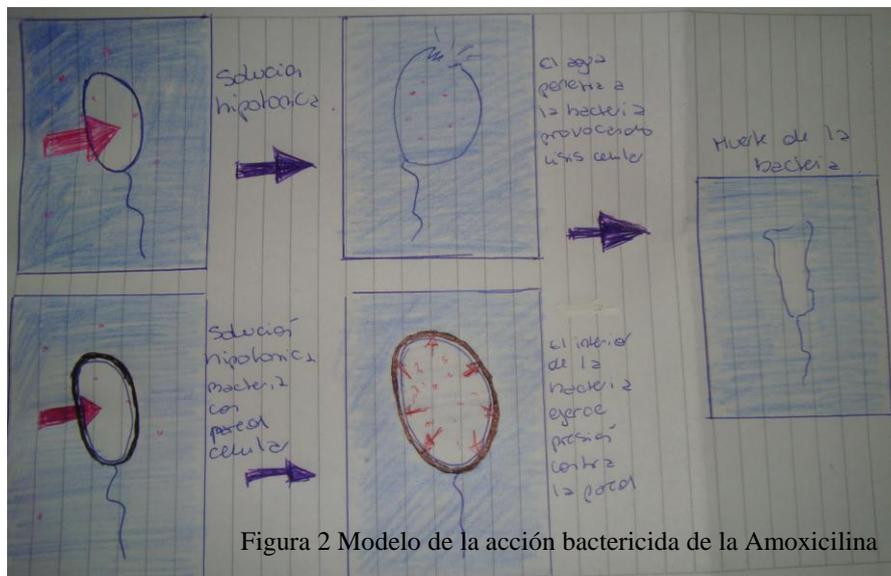


Figura 2 Modelo de la acción bactericida de la Amoxicilina

M: Hola a todos... lo que sucede si ponemos una bacteria en un medio hipotónico, es que las moléculas de agua que están fuera de la célula al tener más

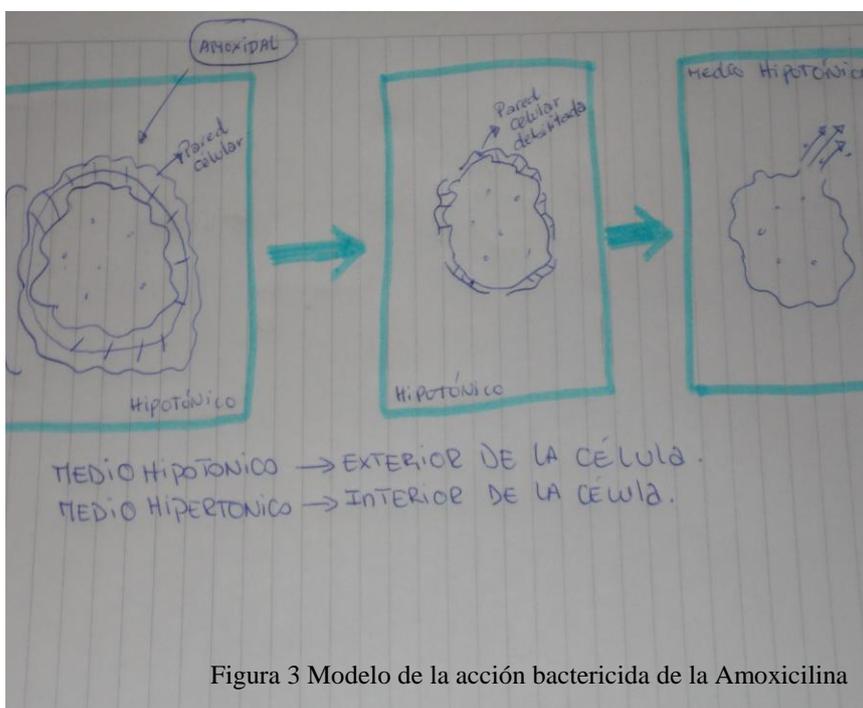


Figura 3 Modelo de la acción bactericida de la Amoxicilina

CONCLUSIONES

El trabajo de recopilación y análisis de PPMM, dio como resultado una significativa herramienta para el desarrollo de las propuestas didácticas que se llevan a cabo en BC, ya que constituye una referencia inicial de consultas para quienes deseen utilizar PPMM en el desarrollo de UD. Desde su primera versión, ha sido utilizado para nutrir el trabajo en la enseñanza de diferentes temas y también en instancias de evaluación de BC.

Si bien la primera estrategia didáctica fue utilizar los PPMM para las actividades de aplicación de los modelos biológicos, seguramente también es posible su uso en otros momentos del desarrollo de los itinerarios didácticos.

El análisis de la implementación de PPMM, como el brevemente reseñado en este trabajo, revela aspectos de interés. Por una parte, se ve con claridad que los modelos biológicos que construyen los alumnos no son plenamente ubicuos ni están inmediatamente disponibles. Es necesario realizar intervenciones que orienten hacia su

09, 10 y 11 de octubre. General Roca. Río Negro. Argentina

XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología

"Afianzando el vínculo entre la formación del profesorado, la investigación en didáctica de las ciencias y la innovación en las aulas"

utilización en el contexto que propone la lectura del PPMM.

La presentación de los PPMM sorprende a los alumnos y manifiestan un elevado interés en la tarea. Tal cual lo describen los estudios citados sobre comunicabilidad de los PPMM, estos se han constituido como una unidad de información de difícil acceso social, y quizás, una cuota del interés de los alumnos en la tarea, se fundamente en la gratificación y en la sensación de poder comprender que la actividad propuesta les ofrece. Estas ideas están en la base de los enfoques sociocientíficos para la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica
- Adúriz Bravo, A. (2010). Concepto de Modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. En Galagovsky, L. *Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos*. (p. 141-161) Buenos Aires: Lugar Editorial
- Cascales Martínez, M. (2011) – 12. *Educación farmacéutica en la interpretación de Prospectos*. Universidad de Barcelona. Disponible en: [Http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/29405/1/1.interpretaciodeprospectes_WORD.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/29405/1/1.interpretaciodeprospectes_WORD.pdf) consultada el 30 de junio del 2014.
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales, F. J. Y Cañal de León, P. (Directores): *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Mercado López, S. (2003). Estructura y relación de poder en los prospectos de medicamentos vendidos en España. *Estudios Filológicos*. Nº 38, 2003, pp. 93-110
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis Educación.
- Ruiz Garrido, M.; Fortanet Gómez, I; Palmer Silveira, J. Carlos (2006) *Análisis contrastivo de la comunicabilidad del prospecto de los medicamentos en España y en Estados Unidos*. Disponible en: [http://www.uv.es/perla/3\[09\].ruizfortanetpalmerycnnor.pdf](http://www.uv.es/perla/3[09].ruizfortanetpalmerycnnor.pdf) consultada el 30 de junio del 2014.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. And Howes, E. V. (2005). *Beyond STS: A research based framework for Socioscientific Issues Education*. Wiley interscience. Disponible en: [Www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com) consultada el 30 de junio del 2014.
- Lozano, E., Adúriz, B., Bahamonde, N. 2012. *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de modelos de membrana celular en la formación biológica del profesorado: avances sobre el encuadre histórico-epistemológico*. 2º Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy, and scienceteaching Group. Realizado en Mendoza del 3 al 6 de octubre de 2012.