

## Uso y utilidad de las imágenes del modelo mosaico y fluido de la membrana plasmática y su importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje para los estudiantes universitarios.

**Jacqueline Viveros Lopomo**

Universidad de La Frontera

[jacqueline.viveros@ufrontera.cl](mailto:jacqueline.viveros@ufrontera.cl)

### Resumen

El presente estudio descriptivo, persigue como propósito analizar imágenes de carácter científico del Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática, su permeabilidad selectiva y sistemas de transporte mediado por proteínas. Para comprender el problema en estudio, se contextualizó a estudiantes universitarios de la carrera de Pedagogía en Ciencias con Mención en Biología de la Universidad de la Frontera de Temuco. Como instrumentos de recolección de datos fueron utilizados el sitio web <https://www.pinterest.cl/> para la selección de imágenes y dibujos de membrana plasmática elaborados por 14 estudiantes universitarios participantes de este estudio. Para clasificar las imágenes se tomó como base de literatura especializada la categoría de etiquetas verbales y de niveles teóricos de representación de imágenes. Los resultados muestran según etiquetas verbales, que la mayor parte son nominativas y en menor medida se presentan las sin etiquetas y relacionales. Esta situación es similar al clasificar los dibujos elaborados por los estudiantes. Por otro lado, los hallazgos muestran que, según la clasificación de niveles teóricos de representación de imágenes, gran parte de ellas se clasifican en el nivel 1, seguidas del Nivel 2 y ninguna en el Nivel 3. Se concluye que las imágenes del Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática al presentarse como problematizadoras, pueden proporcionar información relevante a los estudiantes, de tal manera, que esto contribuya a una mejor comprensión del papel que juega la membrana plasmática en la enseñanza y aprendizaje de este concepto biológico. Finalmente, las implicancias que tiene este estudio en el aula, es seguir investigando y profundizando acerca de la importancia de un mejor uso de las imágenes de membrana plasmática para el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes universitarios.

**Palabras clave:** Membrana Plasmática, Modelo Mosaico Fluido, permeabilidad selectiva, sistemas de transporte, proteínas.

### Introducción

El presente estudio pone especial énfasis en el uso y utilidad de las imágenes del Modelo Mosaico y Fluido de la membrana plasmática y en su importancia para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este estudio descriptivo busca indagar acerca de cómo se presenta la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática y sus sistemas de transporte mediados por proteínas. El interés en abordar esta problemática surge en el contexto del ámbito universitario, por cuanto esta temática es fundamental en la asignatura de Biología Celular y forma parte del Plan de Estudio de los Profesores(as) de Ciencias con Mención en Biología. Al respecto, para los profesores no es ajeno que los estudiantes presentan dificultades en esta temática, lo cual se relaciona fundamentalmente con aspectos estructurales y funcionales de la membrana plasmática; y con sus mecanismos de transporte, intercambio y comunicación con el ambiente que la rodea. En la enseñanza universitaria, los estudiantes, ya sea por su propia deformación y/o por planteamientos didácticos erróneos por parte del profesorado, siguen planteándose el

estudio de la organización celular como una simple memorización. No terminan de comprender la relación estructura molecular/función celular, ni como las funciones celulares dependen de las funciones de las macromoléculas y de las diversas interacciones de estas en las distintas estructuras celulares que constituyen (García Barrutia et al;2002). Para contextualizar y de acuerdo a lo señalado por Perales (2006), una imagen se define como una representación de seres, objetos o fenómenos, ya sea con un carácter gráfico (en soporte papel o audiovisual, fundamentalmente) o mental (a partir de un proceso de abstracción más o menos complejo), en cambio, una ilustración se trata de una imagen más específica, de carácter exclusivamente gráfico, y que acompaña a los textos escritos con la intención de complementar la información que suministran. Así también, es relevante poner de manifiesto que los estudiantes de hoy viven inmersos en una cultura de la información plena de representaciones de carácter pictórico, tanto en sus hábitos cotidianos como en el propio ámbito educativo (Matus et al; 2008).

Para Levie y Lentz (1982), las imágenes pueden potenciar el aprendizaje, siempre y cuando la información que se presente en el texto permita mejorar la comprensión y retención de esa información. Es decir, que las imágenes puedan proporcionar información más allá de lo que es declarado verbalmente.

Según Raviolo (2019), se aprende de manera profunda una información si esta se presenta con palabras e imágenes más que con palabras solas. Palabra e imagen dan información complementaria, el significado de las palabras se modifica con las imágenes y las palabras dotan de sentido a las imágenes. Así mismo, el proceso de integrar palabras e imágenes relevantes es un paso clave en el aprendizaje significativo, debido a que se activan los conocimientos previos. Esa integración se ve favorecida con preguntas adecuadas por parte del profesor y un diseño apropiado basado en los principios del aprendizaje multimedia. Al respecto, se ha profundizado en que no da lo mismo cualquier imagen y que las palabras deben dar cuenta de la información explícita y también de la implícita. En este sentido, es necesario que los profesores y los libros de texto presenten sistemáticamente imágenes explicadas, de modo de ayudar a los estudiantes a integrar entre sí representaciones verbales y pictóricas, fomentando que la información tenga sentido e impulsando la vinculación con su conocimiento previo (Raviolo, 2020).

Así también, los educadores, saben de la existencia de gran cantidad de imágenes disponibles con las que cuentan nuestros estudiantes en libros de textos escolares y/o universitarios, internet, revistas especializadas, en presentaciones, videos, animaciones, entre otros. Sin embargo, es necesario prestar atención al uso pedagógico que dan los estudiantes a esas imágenes.

Por otra parte, y según lo señalado por González y Massey (2019), es deseable que los profesores tengan en cuenta investigaciones vinculadas al uso de las imágenes en el aula, se realice un trabajo de selección de materiales o de elaboración de ilustraciones para incluir en secuencias de enseñanza a fin de poder superar dificultades que presentan los estudiantes. Los autores proponen que estas cuestiones se discutan en el aula mediante actividades vinculadas con análisis crítico de las ilustraciones, trabajar con el material real y realizar una comparación con la ilustración, utilizar las ilustraciones de diarios y revistas, entre otros. No debe pasarse por alto que las imágenes e ilustraciones tienen su propio lenguaje y por lo tanto es crucial dedicarle tiempo a trabajar estas cuestiones con los estudiantes para que puedan aprender a analizarlas ya que son una forma de comunicación. Según lo establecido en el currículo universitario, los estudiantes deben

reconocer que la membrana plasmática es una estructura elástica, fina y flexible que cubre la célula y tiene un grosor de tan sólo 7,5 a 10 nm. Además, que esta membrana está formada casi totalmente por una bicapa lipídica, aunque también contiene grandes números de moléculas proteicas insertadas en los lípidos, muchas de las cuales penetran en todo el grosor de la membrana. Su composición aproximada es de un 55% de proteínas, un 25% de fosfolípidos, un 13% de colesterol, un 4% de otros lípidos y un 3% de hidratos de carbono (Guyton y Hall, 2017).

La membrana plasmática encierra las estructuras celulares en el interior, las protege y es selectiva. El agua y las sustancias disueltas necesarias para mantener con vida a la célula penetran por la membrana y los desechos tóxicos salen (Oram, 2007).

También es importante, que los estudiantes comprendan que los biólogos en los últimos 50 años han propuesto varios modelos para representar la estructura de la membrana plasmática, los que se revisan a medida que se desarrollan nuevos métodos para investigar la membrana plasmática. En la actualidad el modelo más conocido de la estructura de la membrana se denomina de Mosaico Fluido desarrollado en 1972 por los biólogos celulares Singer y Nicolson. Según este modelo, una membrana, vista desde arriba, semeja un mosaico grumoso de azulejos en constante movimiento (Audesirk et al., 2003). Así mismo, Oram (2007) refuerza esta apreciación diciendo que los componentes de la membrana se mueven de manera constante como si fueran un líquido y también a que la membrana tiene un patrón de proteínas incrustadas en ella.

La membrana plasmática desempeña al menos tres funciones generales que son: aislar selectivamente el contenido de la célula del ambiente externo, regular el intercambio de sustancias indispensables entre el interior de la célula y el ambiente externo y comunicarse con otras células (Audesirk et al., 2003).

Al parecer, se ha estudiado poco en Chile, el uso pedagógico que dan los estudiantes universitarios a las imágenes de la membrana plasmática, por este motivo, el objetivo que persigue este estudio es analizar imágenes de carácter científico del Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática y describir su permeabilidad selectiva y sistemas de transporte mediado por proteínas, para así contribuir a una mejor comprensión del papel que juegan estas imágenes en la enseñanza y aprendizaje de este concepto biológico en el ámbito universitario.

## Metodología

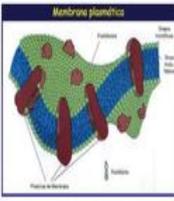
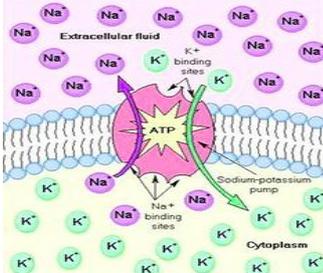
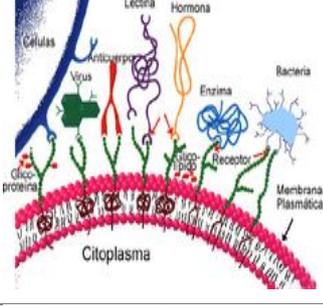
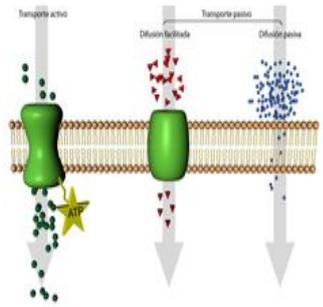
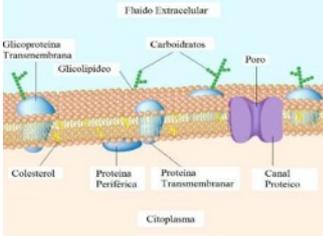
La metodología de trabajo desarrollada se subdivide en:

Una primera etapa, que consistió en la búsqueda y selección por parte de la investigadora responsable de este estudio de 15 imágenes del Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática, las cuales fueron extraídas del sitio web: <https://www.pinterest.cl/> Para realizar el análisis de las imágenes seleccionadas, se tomó como base de la clasificación de Perales y Jiménez (2002), la categoría de etiqueta verbal, la cual y según los autores, se define como el mensaje de texto que acompaña una imagen, ya sea superpuesto a la misma o de modo adjunto, como los pies de figura que subtítulan algunas veces a las ilustraciones. Esta categoría, posee tres subcategorías que son: sin etiquetas, nominativa y relacional.

Las imágenes fueron subcategorizadas teniendo en consideración que una imagen sin etiquetas se define como aquella que se presenta sin rótulo alguno, la imagen nominativa



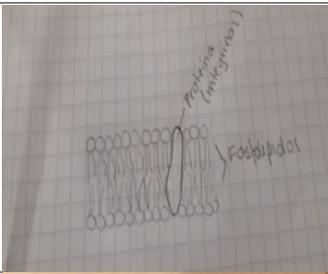
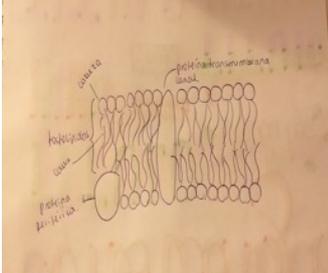
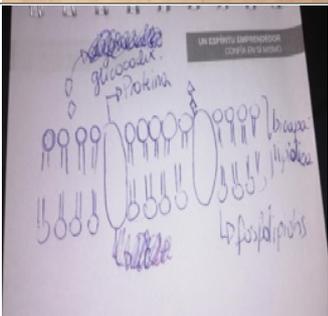
Nominativa	15	<p>Imagen de la membrana plasmática que representa la bicapa lipídica y el movimiento de sustancias que entran y salen de la célula por sistemas de transporte pasivo sin gasto de energía (difusión simple o facilitada) o transporte activo con gasto energético (ATP). Se incluye simbología molecular asociada a la permeabilidad selectiva.</p>	
Nominativa	16	<p>Imagen que representa los componentes de un fosfolípido, la cabeza es polar hidrofílica (soluble en agua) y las dos colas son apolares hidrófobas (solubles sólo en grasas). En la parte inferior de la imagen se representa la bicapa lipídica.</p>	
Relacional	17	<p>Imagen que representa el sistema de transporte pasivo o difusión facilitada en la membrana plasmática de una célula animal. La imagen incluye un texto que explica el intercambio simple de moléculas de una sustancia a través de la membrana plasmática, durante el cual no hay gasto de energía que aporta la célula, debido a que va a favor de gradiente de concentración o a favor de gradiente de carga eléctrica, es decir, de un lugar donde hay una gran concentración a uno donde hay menor.</p>	
Sin etiquetas	18	<p>Imagen que representa las dos capas de fosfolípidos que forman la estructura de la membrana plasmática de una célula animal. Cada fosfolípido tiene una cabeza polar y dos colas no polares. La imagen se presenta sin etiquetas.</p>	
Nominativa	19	<p>Imagen que representa las dos capas de fosfolípidos que forman la estructura de la membrana plasmática de una célula animal. Cada fosfolípido tiene una cabeza polar y dos colas no polares. La imagen incluye letras que identifican el medio extracelular (E), la membrana plasmática (P) y medio intracelular (I).</p>	

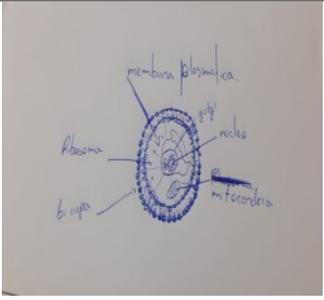
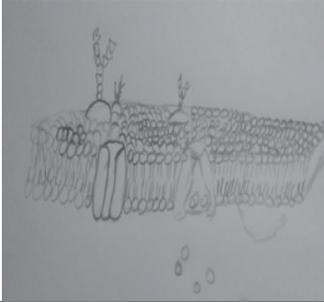
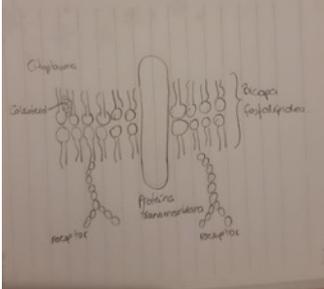
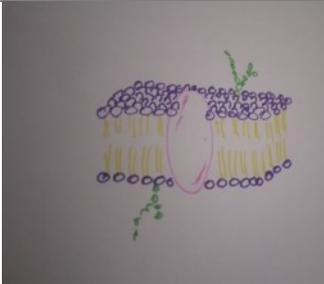
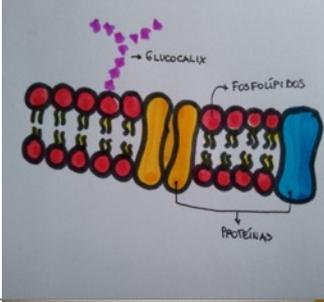
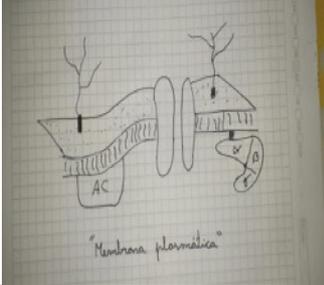
Sin etiquetas	I10	Imagen que representa las dos capas de fosfolípidos que forman la estructura de la membrana plasmática de una célula animal. Se incluye simbología molecular asociada a la permeabilidad selectiva y sistema de transporte Sin embargo, la imagen se presenta sin etiquetas.	
Relacional	I11	Imagen que representa la membrana plasmática de una célula vegetal, incluye un texto que explica que inmediatamente debajo de la pared celular, existe una membrana fina, o envoltura, que se denomina membrana plasmática y está formada por una bicapa de fosfolípido integral y proteínas periféricas empotradas. Además, explica la permeabilidad selectiva.	<p><b>MEMBRANA CITOPLÁSMICA (CITOPLÁSMICA O PROTOPLÁSMÁTICA)</b></p> <p>Inmediatamente debajo de la Pared Celular, existe una membrana fina, o envoltura, que se denomina <b>Membrana citoplasmática</b> y está formada por una bicapa de fosfolípido integral y proteínas periféricas empotradas.</p>  <p>Se trata de una membrana semipermeable, selectiva, que controla el paso de los elementos nutritivos dentro de la célula y la salida de los productos de desecho. Tiene enzimas respiratorias y durante la división celular el cromosoma se une a la membrana de la célula en el sitio llamado Mesosoma.</p>
Nominativa	I12	Imagen que representa el sistema de transporte activo en la neurona, el cual requiere energía de la célula para el desplazamiento de partículas (ATP). Se representa la bomba de sodio y potasio en la neurona e incluye flechas y simbología iónica (Na <sup>+</sup> y K <sup>+</sup> ) y la dirección del movimiento molecular.	
Nominativa	I13	Imagen que representa las dos capas de fosfolípidos que forman la estructura de la membrana plasmática de una célula animal. En la parte superior de la ilustración se asocia la membrana plasmática con el ingreso a la célula de bacterias y virus. Así mismo, con la producción de anticuerpos, hormonas, enzimas, entre otros.	
Nominativa	I14	Imagen de la membrana plasmática que representa la bicapa lipídica y el movimiento de sustancias que entran y salen de la célula por sistemas de transporte pasivo sin gasto de energía (difusión simple o facilitada) o transporte activo con gasto energético (ATP). Se incluye simbología molecular asociada a la permeabilidad selectiva.	
Nominativa	I15	Imagen que representa el Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática de Singer y Nicolson (1972), se incluyen palabras que identifican conceptos constitutivos de la membrana, tales como: Proteínas, fosfolípidos, colesterol e hidratos de carbono.	

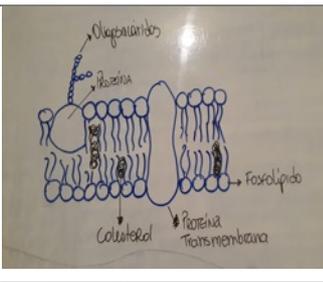
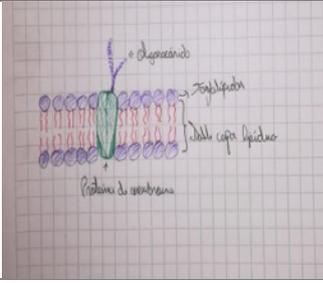
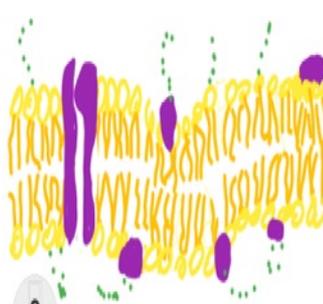
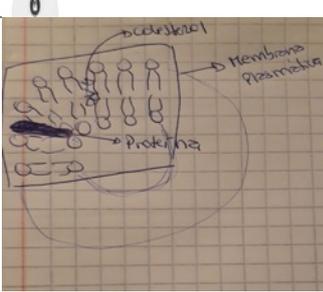
La segunda etapa, consistió en solicitar a 30 estudiantes de la Carrera de Pedagogía en Ciencias de la Universidad de la Frontera que dibujaran la membrana plasmática, sin utilización de textos u otros, una vez contruidos los dibujos debían enviarlos vía grupo WhatsApp a la investigadora responsable de este estudio. Se obtuvieron 14 imágenes para análisis y al igual que en lo definido en el punto 2.1, se tomó como base de la clasificación de Perales y Jiménez (2002), la categoría de etiqueta verbal.

En la Tabla 2 se presenta una descripción pormenorizada de cada imagen y según la categoría de etiquetas verbales elegida, se subcategorizan en: sin etiquetas, nominativas o relacionales. Además, se incorpora otros antecedentes, como género y nivel en el que cursa la carrera.

**Tabla 2.** Clasificación de dibujos de los estudiantes según Etiquetas Verbales y Subcategorías (Fuente: Elaboración propia)

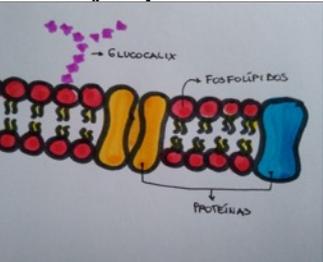
	Nivel, Género y Subcategoría	Etiqueta	Descripción	Ejemplo
CATEGORÍA ETIQUETAS VERBALES	1er Año Femenino Nominativa	I1	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática y las proteínas. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol e hidratos de carbono.	
	1er Año Femenino Nominativa	I2	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática. Se identifican los fosfolípidos (cabeza y dos colas) y proteínas transmembrana y periféricas. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol e hidratos de carbono.	
	1er Año Femenino Nominativa	I3	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática. Se identifican los fosfolípidos (cabeza y dos colas) y proteínas transmembrana y el glucocalix. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol e hidratos de carbono.	
	1er Año Femenino Nominativa	I4	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática, los fosfolípidos y proteínas e hidratos de carbono. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol.	

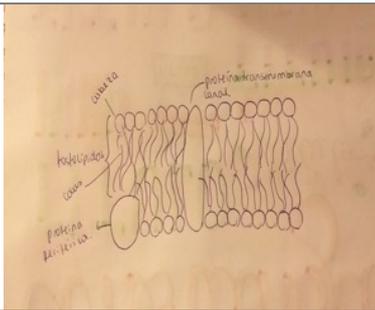
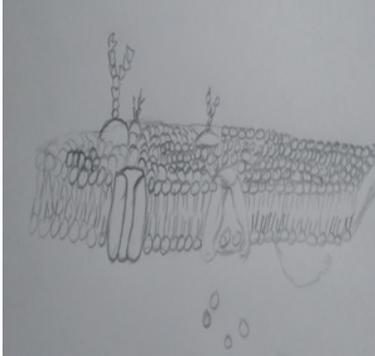
<p>1er Año Masculino Nominativa</p>	<p>15</p>	<p>La imagen representada corresponde a una célula, hubo un intento al tratar de dibujar la bicapa lipídica de la membrana plasmática, aunque se identifique erróneamente. Otros elementos asociados a la imagen corresponden a organelos citoplasmáticos, los cuáles se representan y nombran erróneamente.</p>	
<p>2do Año Masculino Sin etiquetas</p>	<p>16</p>	<p>La imagen representada es muy próxima al Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática, se dibujan sus elementos constitutivos: Proteínas, fosfolípidos, colesterol e hidratos de carbono. También, se incluye movimiento molecular. Sin embargo, faltan etiquetas.</p>	
<p>3er Año Femenino Nominativa</p>	<p>17</p>	<p>La imagen representa la bicapa de lípidos de la membrana plasmática, el colesterol y las proteínas, sin embargo, la disposición de los fosfolípidos en la bicapa está al revés. Se representan y nombran los receptores, pero de manera inequívoca.</p>	
<p>3er Año Masculino Sin etiquetas</p>	<p>18</p>	<p>La imagen representada es cercana al Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática, se dibujan sus elementos constitutivos: Proteínas, fosfolípidos e hidratos de carbono, los cuales pueden ser diferenciados por color. Sin embargo, en la imagen no se incluyen etiquetas.</p>	
<p>3er Año Femenino Nominativa</p>	<p>19</p>	<p>La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática, los fosfolípidos, proteínas e hidratos de carbono, los cuales pueden ser diferenciados por color. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol.</p>	
<p>4to Año Masculino Nominativa</p>	<p>110</p>	<p>La imagen representa un modelo de la membrana plasmática, se incluye alguna denominación simbólica para representar las proteínas. Sin embargo, no queda clara la bicapa de lípidos y existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol e hidratos de carbono.</p>	

4to Año Femenino Nominativa	I11	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática. Se identifican los fosfolípidos (cabeza y dos colas), proteínas transmembrana y periféricas, colesterol e hidratos de carbono. Existe uso de color para diferenciar ciertos componentes de la membrana.	
4to Año Masculino Nominativa	I12	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática, los fosfolípidos y proteínas de membrana e hidratos de carbono, los cuales pueden ser diferenciados por color. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol y proteínas periféricas.	
4to Año Masculino Sin etiquetas	I13	La imagen representada incluye la bicapa de lípidos de la membrana plasmática, los fosfolípidos, proteínas de membrana y periféricas e hidratos de carbono, los cuales pueden ser diferenciados por color. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como el colesterol y no se incluyen etiquetas.	
4to Año Femenino Nominativa	I14	La imagen representada corresponde a una célula, se dibuja la bicapa lipídica de la membrana plasmática y se identifican las proteínas y el colesterol. Sin embargo, existe ausencia de otros componentes tales como las proteínas periféricas e hidratos de carbono.	

La tercera etapa, consistió en utilizar los tres primeros niveles teóricos de representación del sistema de clasificación de imágenes de Kozma y Russell (2005), los cuales fueron vinculados al contenido científico de membrana plasmática. En la tabla 3 se identifican los niveles, se describen y a modo de ejemplo se incorpora un dibujo con lo que es esperable por parte de los estudiantes.

**Tabla 3.** Descripción de los niveles teóricos de representación de la membrana plasmática (Fuente: Dibujos de estudiantes y tabla elaboración propia)

Nivel	Descripción	Dibujo esperado
Nivel 1 Representación como una descripción	El estudiante representa la membrana plasmática, incluye la bicapa de lípidos, compuesta por dos capas de moléculas llamadas fosfolípidos. La membrana plasmática se dibuja como una estructura estática e inmóvil. La representación es isomórfica e icónica del fenómeno en un momento.	

<p>Nivel 2 Capacidades simbólicas primitivas</p>	<p>El estudiante representa el Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática y los sistemas de transporte, dibuja sus componentes e incluye variables relacionadas con elementos simbólicos como flechas o movimiento iónico. Además, se dibujan aspectos dinámicos de la membrana celular como las proteínas en la bicapa lipídica. Predomina en su nivel de representación el nivel macroscópico.</p>	
<p>Nivel 3 Uso sintáctico de representaciones formales.</p>	<p>El estudiante representa el Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática y los sistemas de transporte, dibuja sus componentes e incluye variables relacionadas con elementos simbólicos como flechas o movimiento iónico. Además, se dibujan aspectos dinámicos de la membrana celular como las proteínas en la bicapa lipídica. El estudiante cambia de escala de nivel macroscópico a microscópico o viceversa para explicar flujo iónico y permeabilidad selectiva de la membrana plasmática.</p>	

A partir de lo anterior y una vez definidos los niveles teóricos de representación de los autores (Kozma y Russell, 2005), correspondientes al Nivel 1 de representación como una descripción, Nivel 2 definido como de capacidades simbólicas primitivas y Nivel 3 asociado al uso sintáctico de representaciones formales, se procedió a clasificar los dibujos de los estudiantes universitarios según los niveles teóricos de representación definidos, lo cual se resume en la tabla 4.

**Tabla 4.** Clasificación de dibujos según niveles teóricos de representación (Fuente: Elaboración propia)

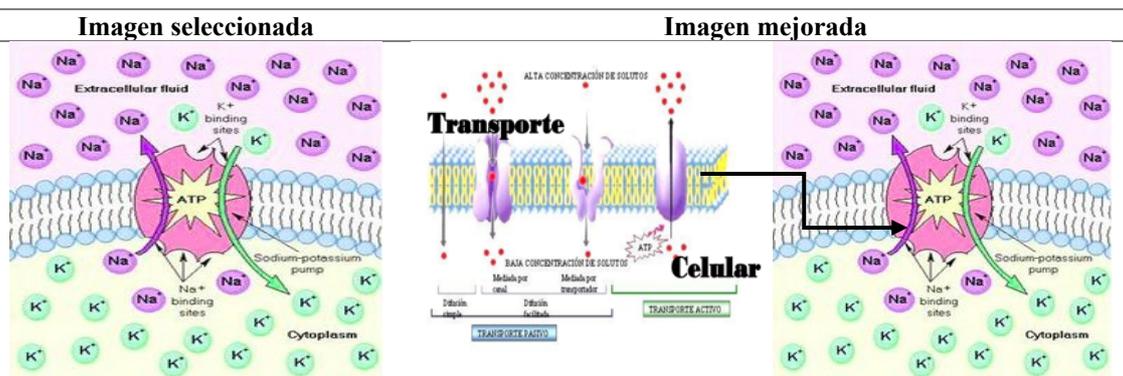
Nivel	Dibujos de estudiantes universitarios de la carrera de Pedagogía en Ciencias
Nivel 1 Representación como una descripción	I1, I2, I3, I4, I5, I7, I9, I11, I12, I14
Nivel 2 Capacidades simbólicas primitivas	I6, I8, I10, I13
Nivel 3 Uso sintáctico de representaciones formales.	Ninguno

En la última etapa, se seleccionó una imagen de las anteriores y se establecieron algunos criterios que debería cumplir para ser considerada como una imagen problematizadora. Es decir, que permita situar al estudiante en el límite entre aquello que sabe y que requiere saber para resolver una tarea. Posteriormente, se modificó la imagen y se justifica cómo cumple con esos criterios.

**Tabla 5.** Criterios imagen problematizadora (Fuente: Elaboración propia)

Criterios que debería cumplir una imagen problematizadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que se planteen interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos, para incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que posteriormente justifican una interpretación o un nuevo enfoque. (Perales y Jiménez, 2002)</li> <li>- Las imágenes para que sean ventajosas para el estudiante, deben contar con instrucciones más explícitas y tener en cuenta no sólo los problemas inherentes a la percepción precisa de la imagen, sino también la interacción de la imagen con la parte inferior. Es importante también prestar atención en lo que</li> </ul>
---	--

	acompaña al texto y la tarea de aprendizaje que se realiza. (Reid, 1990)		
Conocimientos previos que requiere un estudiante para comprender el problema que plantea la imagen	Estructura de la membrana plasmática. Componentes de la membrana plasmática. Movimiento molecular y sistemas de transporte de la membrana plasmática.	Conocimientos que requiere el estudiante para resolver el desafío que plantea la imagen	La permeabilidad selectiva de la membrana plasmática.



La **permeabilidad selectiva** de la membrana plasmática, hace que algunas partículas puedan atravesar con mayor libertad que otras. Las pequeñas pueden atravesar con mayor facilidad que las grandes. Los lípidos y las partículas solubles en ellos pueden atravesar la membrana con más facilidad que las insolubles en lípidos. En general, los iones pequeños no atraviesan con tanta facilidad como las partículas sin carga de tamaño casi igual, y algunos iones pueden permear la membrana mejor que otros.

Figura 1: Permeabilidad selectiva de la membrana plasmática (Fuente imagen <https://www.pinterest.cl/>, texto elaboración propia)

La figura 1, posee al lado izquierdo una imagen seleccionada y al lado derecho una imagen mejorada, a la cual se le incluye otra imagen acerca de los sistemas de transporte de la membrana plasmática, flecha indicativa del transporte activo y un texto descriptivo acerca de su permeabilidad selectiva. A los estudiantes universitarios se les plantea dos tareas a resolver, en la primera deben fundamentar la siguiente problemática: Supón que una célula acaba de reproducirse y una de las nuevas células no puede sintetizar varias de las proteínas de transporte que suelen tener las células de este tipo. ¿Logrará sobrevivir? y en la segunda, deben según lo indicado en la flecha, explicar ¿Cómo ocurre el movimiento molecular en un sistema de transporte activo en las células? ¿Cómo se diferencia de un sistema pasivo?

### Implementación

En cuanto a la implementación de este estudio, las actividades se fueron desarrollando en cuatro etapas, las cuales fueron descritas en la metodología y tuvieron una duración aproximada de tres meses, desde abril a junio del presente año.

Para este estudio, se invitó a participar a 30 estudiantes, pero la muestra finalmente quedó conformada por 14 estudiantes universitarios de primer, segundo, tercer y cuarto año de la carrera de Pedagogía en Ciencias con Mención en Biología de la Universidad de la Frontera de Temuco, de los cuales 8 corresponden al género femenino y 6 al género masculino, sus edades fluctúan entre los 19 y 22 años. La muestra fue intencionada, por cuanto se consideró la facilidad para poder acceder a los estudiantes y constituir un grupo vía WhatsApp, con la finalidad de poder solicitar su participación voluntaria en este estudio. En cuanto a los recursos utilizados, los estudiantes debieron utilizar hojas de cuaderno o de oficio para dibujar la membrana plasmática, para posteriormente tomar una foto a su dibujo con su aparato móvil y subirla al grupo vía WhatsApp. Una vez recibidos los dibujos, estos fueron ordenados y clasificados según lo definido en metodología en el etapa dos.

## Resultados

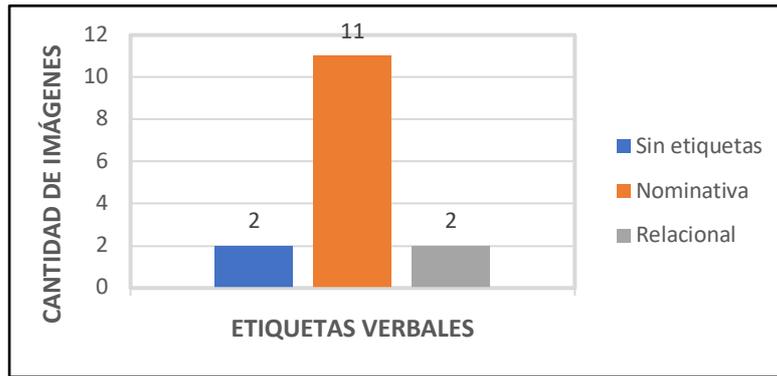
Con respecto al análisis de las imágenes seleccionadas y referidas a la categoría de etiquetas verbales según Perales y Jiménez (2002), los resultados obtenidos se presentan en la tabla 6, la cual muestra la cantidad de imágenes en cada subcategoría y el porcentaje de frecuencia relativa, donde un 73,4% corresponde a imágenes nominativas, seguido por un mismo porcentaje de 13,3% para las imágenes sin etiquetas e imágenes relacionales.

**Tabla 6.** Número de Imágenes en la Categoría Etiquetas Verbales, según sus respectivas Subcategorías (Fuente: Elaboración propia)

Etiquetas Verbales	Cantidad de Imágenes	Frecuencia Relativa (%)
Sin etiquetas	2	13,3
Nominativa	11	73,4
Relacional	2	13,3
Total	15	100

La figura 1 permite observar que las imágenes que se encuentran en una mayor frecuencia son las nominativas y corresponden a 11, en gran parte de ellas, se representa el Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática y se incluyen sus elementos constitutivos tales como: Proteínas, fosfolípidos, colesterol e hidratos de carbono. Adicionalmente, se incorpora en alguna de ellas una imagen de la célula o se representan en detalle los fosfolípidos y las proteínas integrales y periféricas de la membrana. Algunas distinciones en las imágenes son como se presenta la bicapa lipídica y el movimiento de sustancias que entran y salen de la célula por sistemas de transporte pasivo sin gasto de energía (difusión simple o facilitada) o transporte activo con gasto energético (ATP). El incluir flechas y simbología molecular asociada a la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática, se transforma en un elemento distintivo para los estudiantes.

Las imágenes sin etiquetas identificadas son 2, en ambas se representa la bicapa lipídica de la membrana plasmática de una célula animal, pero no existen palabras o conceptos asociados a la imagen. Por último, las imágenes relacionales son escasas y también son dos, en una de ellas se incluye un texto que explica el intercambio simple de moléculas de una sustancia a través de la membrana plasmática, durante el cual no hay gasto de energía que aporta la célula, debido a que va a favor de gradiente de concentración o a favor de gradiente de carga eléctrica, es decir, de un lugar donde hay una gran concentración a uno donde hay menor.



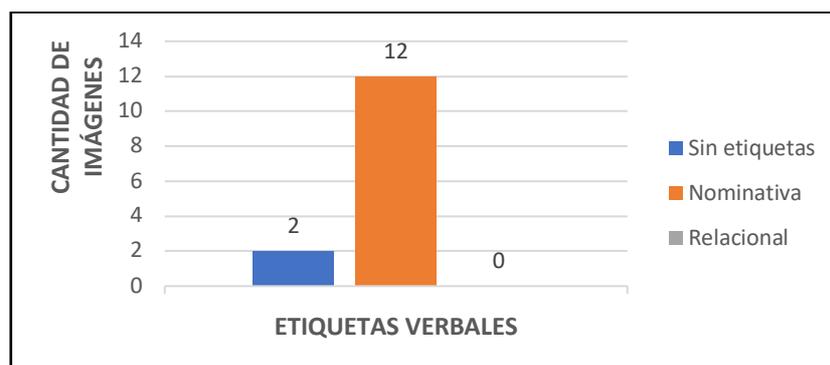
**Figura 1.** Resultados del análisis de la categoría Etiquetas Verbales (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto al análisis de las imágenes elaboradas por estudiantes de la Carrera de Pedagogía en Ciencias con Mención en Biología de la Universidad de la Frontera referidas a la categoría de etiquetas verbales según Perales y Jiménez (2002), los resultados obtenidos se presentan en la tabla 7, la cual muestra el número de imágenes en cada subcategoría y el porcentaje de frecuencia relativa, donde un 85,7% son imágenes nominativas, 14,3% corresponde a imágenes sin etiquetas y un 0% son imágenes relacionales.

**Tabla 7.** Número de Imágenes en la Categoría Etiquetas Verbales, según sus respectivas Subcategorías. (Fuente: Elaboración propia)

Etiquetas Verbales	Cantidad de Imágenes	Frecuencia Relativa (%)
Sin etiquetas	2	14,3
Nominativa	12	85,7
Relacional	0	0,0
Total	14	100

El Gráfico 2 permite observar que las imágenes que se encuentran en una mayor frecuencia son las nominativas y corresponden a 12, si bien es cierto que se representa la membrana plasmática, en algunas existe mayor proximidad con el modelo Mosaico y Fluido, se incluyen elementos en las ilustraciones como: proteínas de membrana, fosfolípidos, entre otras. Las imágenes sin etiquetas identificadas son 2 y las relacionales no están presentes, lo que es explicable por cuanto no se entregaron mayores orientaciones para la elaboración de los dibujos, tal vez, si se les hubiera solicitado algún tipo de descripción en las imágenes habrían incorporado un texto y así sería posible establecer relaciones entre el papel de los componentes de la membrana plasmática y su permeabilidad selectiva; o establecer asociaciones entre proteínas de transporte y su movimiento molecular.



**Figura 2.** Resultados del análisis de la categoría Etiquetas Verbales (Fuente: Elaboración propia)

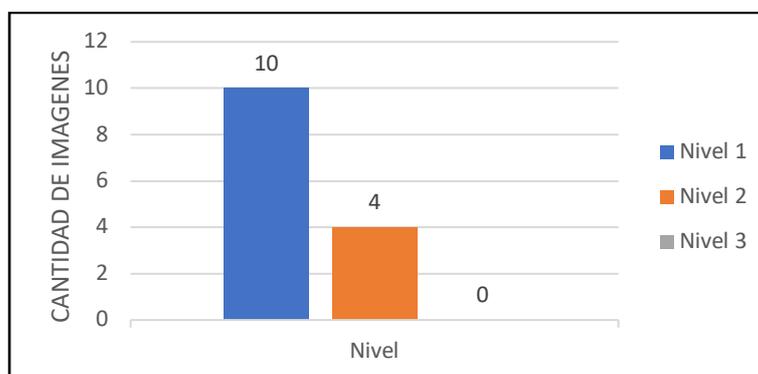
El análisis de las imágenes elaboradas por estudiantes de la Carrera de Pedagogía en Ciencias de la Universidad de la Frontera según niveles teóricos de representación de Kozma y Russell (2005), se presenta en la tabla 8, la cual muestra que 10 imágenes han sido clasificadas en el nivel 1 de representación como una descripción, alcanzando un 71%, seguido por 4 imágenes correspondientes al nivel 2 y relacionado a capacidades simbólicas primitivas, el que representa un 29% y ninguna imagen es clasificada como de nivel 3, entendido este como uso sintáctico de representaciones formales, lo que equivale a un 0%.

**Tabla 8.** Número de Imágenes de estudiantes universitarios de la carrera de Pedagogía en Ciencias según niveles teóricos de representación. (Fuente: Elaboración propia).

Nivel	Cantidad de Imágenes	Frecuencia Relativa (%)
Nivel 1 Representación como una descripción	10	71
Nivel 2 Capacidades simbólicas primitivas	4	29
Nivel 3 Uso sintáctico de representaciones formales.	0	0
Total	14	100

La figura 3 permite observar que gran parte de los estudiantes dibuja la membrana plasmática según nivel 1, es decir, se incluye la bicapa de lípidos, compuesta por dos capas de moléculas llamadas fosfolípidos. La membrana plasmática se dibuja como una estructura estática e inmóvil. La representación es isomórfica e icónica del fenómeno en un momento. En menor medida los estudiantes dibujan según nivel 2, es decir, representan el Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática y los sistemas de transporte, dibujan sus componentes e incluyen variables relacionadas con elementos simbólicos como flechas o movimiento iónico. Además, se dibujan aspectos dinámicos de la membrana celular como las proteínas en la bicapa lipídica. Predomina en su nivel de representación el nivel macroscópico.

Por último, ninguna imagen se clasifica en el nivel de representación 3, donde lo esperable, es que el estudiante en su dibujo además de considerar lo del nivel 2, sea capaz de cambiar de escala de nivel macroscópico a microscópico o viceversa, para explicar flujo iónico y permeabilidad selectiva de la membrana plasmática.



**Figura 3.** Resultados del análisis de imágenes de estudiantes según niveles teóricos de representación  
(Fuente: Elaboración propia)

Con respecto a la imagen problematizadora y de acuerdo con los criterios definidos en la Tabla 5, esto permite al estudiante universitario una mayor aproximación al problema en estudio, por cuanto al incorporar elementos distintivos como flechas y un texto descriptivo, mejora la calidad de la imagen, lo cual le permite contextualizar el movimiento molecular y asociarlo con los sistemas de transporte de la membrana plasmática. Por otra parte, se desafía al estudiante a resolver dos tareas asociadas con la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática.

### Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que la realización de este estudio me ha permitido conocer y utilizar al menos 2 tipos de clasificaciones para el análisis de imágenes del Modelo Mosaico Fluido de la membrana plasmática, la de etiquetas verbales de Perales y Jiménez (2002) y la de niveles teóricos de representación de Kozma y Russell (2005). Como así mismo, trabajar con una imagen problematizadora que permita situar al estudiante en el límite entre aquello que sabe y que requiere saber para resolver una tarea. Vinculando este estudio con mi práctica en el ámbito universitario, ciertamente que ha sido de gran relevancia, por cuanto, he profundizado en el uso y utilidad que tiene para los procesos de enseñanza y aprendizaje de mis estudiantes las imágenes de la membrana plasmática y del Modelo Mosaico y Fluido.

En este estudio se constata que las imágenes analizadas son muy diversas y presentan distinciones entre ellas, por cuanto, algunas carecen de etiquetas que identifiquen los componentes de la membrana plasmática, otras incorporan elementos distintivos como flechas y simbología molecular para representar la dirección del movimiento molecular de los sistemas de transporte pasivo y activo, asociados con la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática. Sin embargo, se hallaron escasas imágenes en donde se incorpore un texto explicativo o estimule al estudiante a resolver una tarea.

La situación no se presenta muy distinta al analizar los dibujos realizados por los estudiantes, por cuanto, al usar la misma clasificación de etiquetas verbales, en su gran mayoría son nominativas y si bien es cierto que algunos dibujos se aproximan al modelo mosaico y fluido, los estudiantes no identifican componentes fundamentales de la membrana plasmática o se ha advertido en sus dibujos errores de identificación de estructuras o hay ausencia de componentes fundamentales en la membrana plasmática. A simple vista, no existen grandes diferencias en los dibujos obtenidos según el nivel que cursan en la carrera. Llama la atención, que los estudiantes no utilicen flechas, elementos distintivos o simbología molecular para representar los sistemas de transporte de la membrana plasmática.

Según la clasificación de Kozma y Russell (2005), los dibujos de los estudiantes se clasifican en su gran mayoría en el nivel 1, es decir, representan la membrana plasmática e incluyen la bicapa de lípidos, compuesta por fosfolípidos. La membrana plasmática se dibuja como una estructura estática e inmóvil. La representación es isomórfica e icónica del fenómeno en un momento.

Por último, los hallazgos obtenidos en este estudio podrían ser dados a conocer a los académicos responsables de asignaturas del ámbito biológico en la carrera de Pedagogía

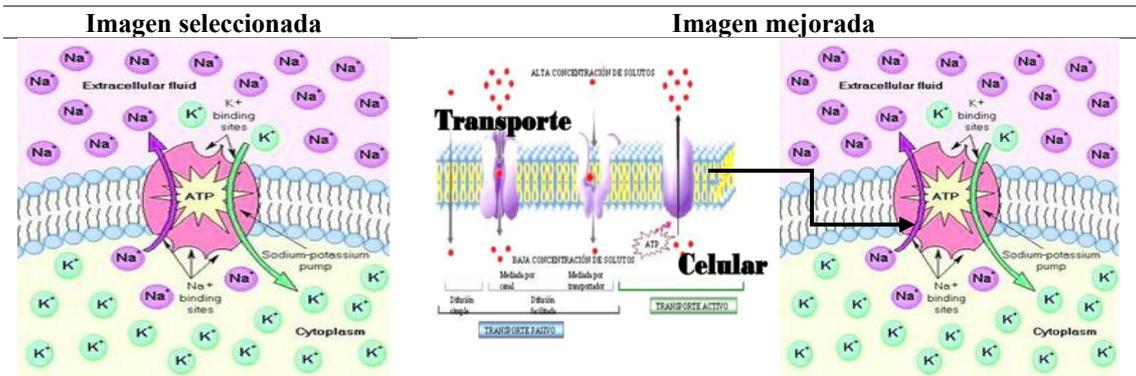
en Ciencias con Mención en Biología, para que puedan prestar mayor atención en el uso y utilidad pedagógica que otorgan los estudiantes a las imágenes de membrana plasmática presentes en los textos universitarios, como así mismo, en la identificación de concepciones alternativas por medio de los dibujos de los estudiantes.

## Bibliografía

- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. (2003). *Biología La vida en la tierra*. Pearson Educación. México
- García Barrutia, M., Jiménez, C., Fonfría, J., Fernández, J., & Torralba, B. (2002). Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza Secundaria y Universidad. In *Anales de biología* (No. 24, pp. 201-207). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- González, E., & Massey, L. (2019). Propuesta para la enseñanza de la membrana citoplasmática y el modelo de mosaico fluido. In *V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 8 al 10 de mayo de 2019 Ensenada, Argentina*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.
- Guyton, A., & Hall, J. (2017). *Tratado de Fisiología Médica*. Editorial Elsevier Barcelona. España
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 121-145). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Levie, W. H., & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Ectj*, 30(4), 195-232.
- Matus, L., Benarroch, A., & Perales, F. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de Las Ciencias*, 26(2), 153-176
- Oram, R. (2007). *Biología Sistemas Vivos*. Editorial McGraw-Hill. México
- Perales, F. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 13-30.
- Perales, F., & Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación química*, 30(2), 114-128.
- Raviolo, A., & Farré, A. S. Aprendizaje conceptual del tema concentración de disoluciones: análisis de imágenes de libros de texto universitario. *Educación Química*, 31(3), 119-133.
- Reid, D. (1990). The role of pictures in learning biology: Part 1, perception and observation. *Journal of Biological Education*, 24 (3), 161-17

**Anexo**

**Actividad:** Permeabilidad selectiva de la membrana plasmática



La **permeabilidad selectiva** de la membrana plasmática, hace que algunas partículas puedan atravesar con mayor libertad que otras. Las pequeñas pueden atravesar con mayor facilidad que las grandes. Los lípidos y las partículas solubles en ellos pueden atravesar la membrana con más facilidad que las insolubles en lípidos. En general los iones pequeños no atraviesan con tanta facilidad como las partículas sin carga de tamaño casi igual, y algunos iones pueden permear la membrana mejor que otros.

Figura 1: Permeabilidad selectiva de la membrana plasmática (Fuente imagen <https://www.pinterest.cl/>, texto elaboración propia)

Tarea 1: Individualmente y a partir de la figura 1, que posee al lado izquierdo una imagen seleccionada y al lado derecho una imagen mejorada, la cual incluye información acerca de la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática, fundamentar la siguiente problemática: Supón que una célula acaba de reproducirse y una de las nuevas células no puede sintetizar varias de las proteínas de transporte que suelen tener las células de este tipo. ¿Logrará sobrevivir?

---



---



---



---



---

Tarea 2: Según lo indicado en la flecha, explica ¿Cómo ocurre el movimiento molecular en un sistema de transporte activo en las células? ¿Cómo se diferencia de un sistema pasivo?

---



---



---



---



---