

La imaginación mental asistida por computadora: una experiencia del bachillerato para la construcción del pensamiento complejo, abstracto y sistemático.

Módulo Temático: Una escuela para el futuro. Desarrollo cognitivo y aprendizaje: métodos innovadores en los sistemas educativos.

Muñoz Cruz Miriam Virginia
ENP No.5 – F F y L / UNAM, México.
munozmir@servidor.unam.mx
munozmir@gmail.com

Resumen

El presente trabajo da cuenta de una innovación en el aprendizaje de la Biología a partir de una propuesta metodológica realizada con estudiantes de bachillerato en el presente ciclo escolar. Es novedosa porque se aborda desde la perspectiva de la complejidad, el uso de programas de cómputo y la relación de ambos con el aprendizaje en la transformación de la práctica docente cotidiana. Para ello se establecen algunas consideraciones metodológicas en el proceso de construcción del pensamiento de estudiantes de bachillerato de una disciplina científica. Se destaca la importancia de programas de cómputo y otros organizadores gráficos del pensamiento como los mapas mentales, así como el apoyo de videos y simulaciones que estimulan la capacidad de imaginación de los estudiantes asistidos por las computadoras, en el aprendizaje de temas biológicos complejos, abstractos y dinámicos.

Considerando la complejidad de los fenómenos educativos, se explicarán en los próximos párrafos, algunas sugerencias metodológicas que sin ser pautas a seguir, orientan al interesado para lograr resultados de aprendizaje estratégicos, holísticos y dinámicos con sus estudiantes. Dichas sugerencias estarán sujetas a la experiencia y trayectoria de cada persona y pueden resultar útiles al desarrollar la actividad docente o de investigación. Durante su operación implican cambiar nuestra manera de pensar acerca del aprendizaje, porque incluyen en dicho proceso, la complejidad inherente a éste y la capacidad de imaginar de nuestros estudiantes asistidos por las computadoras en dicho proceso, con lo que se reduce la carga cognitiva y se incrementa la posibilidad de profundizar o ampliar los temas de estudio. A continuación se ofrece un panorama general sobre la problemática del aprendizaje de la disciplina a mostrar, los conceptos de complejidad e imaginación mental y los mapas mentales. Luego se explican algunas de las experiencias derivadas de esta propuesta que han experimentado los estudiantes de bachillerato. Además se detalla un “deber ser” desde algunas opciones tecnológicas como las simulaciones y videos en tiempo real, pensadas para reforzar, complementar y dinamizar el aprendizaje de la biología por los estudiantes. Al final se vislumbran futuras líneas de trabajo.

Problemática del aprendizaje de la disciplina a mostrar

Un punto focal en el aprendizaje de una disciplina es que el profesor debe ser consciente de cuáles son las habilidades o competencias que desea desarrollar en sus estudiantes, porque es el punto de partida y donde tendrían que estar dirigidos sus esfuerzos, estrategias y metodologías, e inclusive seleccionar la tecnología más adecuada para llevarlos a feliz término.

Curiosamente cada que observo a mis estudiantes en el salón de clase percibo que por la heterogeneidad misma que les es inherente, lo expresado en el párrafo anterior, no es un proceso fácil. Por ejemplo, algunos de ellos son extraordinarios, van más allá del alumno promedio, porque dominan dos idiomas adicionales a su lengua materna, se expresan correctamente en lenguaje verbal y por escrito, tienen buenos hábitos de estudio, están comprometidos con su aprendizaje, entre muchos otros. Pero por otra parte, otros alumnos son irregulares con sus materias, no tienen claridad con sus propias vidas y carecen de hábitos de estudio, e inclusive no les interesa ni la materia. Entre estos dos extremos hay todo un rango de posibilidades. Para todos ellos, algunos temas que propone el programa de Biología son completamente nuevos, aún cuando posean alguna información de base. Además, dichas temáticas tienen una cualidad adicional, son verdaderamente abstractas, en el sentido de que no les son cercanas a sus referentes estudiantiles. Porque para ser explicadas requieren representaciones tan elaboradas y poco concretas con relación a la realidad.

Desde mi experiencia docente, considero que parte del problema para el aprendizaje de conceptos es que los estudiantes no distinguen entre modelo y representación. Aclaro que la representación se entiende como una construcción mental del objeto, elaborada pero inacabada, que requerimos utilizar para lograr manipularlo, entenderlo e inclusive construirlo. Mientras que "...el modelo es el prototipo para ser copiado o emulado y cuyos elementos nos sirven para demostrar algo..." (Cfr. Díaz 2005: págs: 12 y 22)

Aunado a ello, sus propias representaciones están un poco lejos de las convencionales, o las utilizadas por los científicos. Además, por la complejidad del vocabulario implicado tienen problemas para organizar su conocimiento. De manera que la forma en que un estudiante represente un concepto tendrá que ver con su modo de entender el mundo e inclusive de cómo lo esté imaginando.

Sucede también que a veces los temas son muy complejos, porque abarcan múltiples partes que interactúan y en las que se establecen relaciones entre conceptos, o todavía más, relaciones de relaciones de conceptos. Pero si le agregamos que en Biología las relaciones son dinámicas, es decir cambian en el tiempo y el espacio, es muy probable que ellos se sientan abrumados por la cantidad de conceptos e información que deben manejar, discriminar, jerarquizar, memorizar, relacionar e inclusive aprender, aunado a que se modifican o interactúan en tiempo y espacio.

Ante el reto de la complejidad y la abstracción de conceptos requeridos por una disciplina científica para ser aprendida, una opción viable en la construcción del pensamiento estudiantil es la imaginación asistida por computadora. Es decir, qué oportunidades o posibilidades nos ofrece la Internet para desarrollar habilidades específicas en nuestros estudiantes. Cabe mencionar que en ella, se dispone actualmente de una cantidad impresionante de recursos, por citar algunos ejemplos: los wikis, los blogs, las miniquizzes, los videos de youtube, presentaciones electrónicas, cursos, tutorías, ejercicios, entre otros; que actualmente están transformando la manera regular del aprendizaje. Al respecto Castellanos (2004:13) comenta que “La enseñanza basada en Web, los cursos a distancia, los libros electrónicos y las plataformas interactivas de educación a distancia juegan un papel cada vez más importante en el proceso de aprendizaje”.

Un problema adicional es que en situaciones donde los alumnos carecen de experiencias previas o algún referente sobre dichos objetos de estudio, se aumenta la complejidad de la información que deberán procesar y la dificultad para entenderla, esto se traduce en un aumento en la carga cognitiva y en el desaliento por parte de los estudiantes para tratar de comprenderlos. Pozo (2008) explica que la carga cognitiva se refiere a un tipo de intuición que les permite resolver problemas a los científicos, sin necesidad de complicar mucho más la interpretación de un fenómeno, ni de utilizar recursos cognitivos costosos que requieran condiciones especiales para su aplicación.

Por ello, la intención sería abatir o disminuir la carga cognitiva que genera el lenguaje en el pensamiento de los estudiantes, no en el sentido de sacrificar el rigor de una disciplina, sino de empezar a construir conocimiento desde algo más “familiar o primitivo”, como serían las imágenes para paulatinamente llevarlos a un terreno más formal de definición de conceptos o todavía mejor, de apropiación de los mismos.

Es necesario comentar que los mismos biólogos, a través de sus revistas impresas, utilizan este recurso para convencer a su audiencia o divulgar sus conocimientos. Como lo expresa

Köpen (2007:38): “un artículo científico moderno intenta presentar los resultados mediante una mezcla óptima de texto, cuadros y gráficos para una fácil extracción cognitiva de la información y por lo tanto sostiene que no es posible analizar texto y gráficos por separado sino que forman un todo integrado”. El mismo autor, en su revisión hemerográfica, detectó que: “Los trabajadores de la ciencia desde sus inicios, se han servido de las representaciones pictóricas y gráficas para explicar y transmitir conocimientos, descubrimientos y teorías, así como también han buscado la visualización de objetos y fenómenos no perceptibles por el ojo humano para su mejor entendimiento...” Con lo que puede verse la ciencia se ha valido de las representaciones gráficas para comunicarse y entenderse.

Por eso, algunos profesores opinan que para ciertas disciplinas científicas como la biología, la química o la física, se requiere de una “buena dosis” de imaginación, pero no en el sentido de fantasía, sino como una capacidad creativa en la intelección de fenómenos. Pero qué es la imaginación, “Cuando tú imaginas algo, el conocimiento recuperado es recordado sobre experiencias previas almacenadas en la memoria de largo plazo para construir qué podrá ser parecido si tú realmente estás haciéndolo. Cuando tú imaginas algo, realmente no hay nada “allá afuera”, solo la imagen que debe estar en tú mente” (Styles 2005: 4).

Por lo anterior podemos decir que no es que los estudiantes carezcan de la capacidad intelectual para comprender la estructura de un fenómeno; sino requieren les sean proporcionadas herramientas donde puedan “visualizar” su información e ir estableciendo las relaciones entre los conceptos, de tipo jerárquico, dinámico, u holístico. Entonces ¿cómo a través de la imagería mental ellos sean capaces de potenciar las habilidades de pensamiento para que sean complejas, abstractas y sistemáticas? ¿De qué manera las computadoras pueden servir como un soporte de aquello que pretende ser comunicado o representado y que apoyen al aprendizaje?

Aspectos relevantes sobre los conceptos de complejidad e imagería mental

Si nosotros como docentes tenemos la mejor intención de acercar a nuestros alumnos a cierto objeto de estudio, desde una mirada un poco distinta a la que regularmente venimos manejando, debemos tener presentes dos conceptos fundamentales: la complejidad y la imagería mental.

La complejidad es un concepto difícil de definir porque de acuerdo con Munné (2010) existen distintas propuestas al respecto que provienen de distintas áreas del conocimiento.

Este autor menciona que "...las teorías expuestas muestran que la realidad es mucho más compleja de lo que se suponía. Con esto contribuyen a la formación de un nuevo paradigma epistemológico de un enorme potencial crítico, que abre una perspectiva fascinante: poder aproximarse a las manifestaciones más diversas de la realidad sin reducir su complejidad, entendida ésta en su significación fuerte. Esto conduce a una nueva imagen del ser humano (Munné, 2004), que permite una comprensión más profunda e integral de nuestro comportamiento y de nosotros mismos, e impulsa nuevas y más efectivas formas de intervención psicológica y social".

Teniendo presente las consideraciones anteriores, de las múltiples definiciones disponibles, una que parece apropiada es: "La complejidad es una propiedad que es evidente pero difícil de describir. En este momento es posible pensar sobre la complejidad en términos de orden y consistencia. Cuanto más compleja sea la estructura, mayor es el número de partes que deben estar en el lugar adecuado, menor la tolerancia a errores en la naturaleza e interacciones de las partes y mayor la regulación o control que se debe ejercer para mantener el sistema" (Karp 2009:3).

Al adoptar esta mirada de lo complejo, donde el todo es mucho más que la suma de las partes, y las partes explican al todo, es factible volverse hacia el ámbito educativo y ahí percatarnos de que la materia que impartimos no escapa a la complejidad. Es decir el escenario escolar se ve amalgamado por múltiples variables, por lo que no podemos separar a la complejidad del mismo. "Desde el punto de vista educativo, se puede expresar que el conocimiento del todo enriquece las partes" (Pérez, 1996).

La complejidad está por todas partes, por ejemplo es imposible reducir los problemas educativos a cualquiera de sus variables o dimensiones. No hay realidad que podamos comprender de manera unidimensional. También para los docentes representa la posibilidad de transformar nuestra manera de concebir y promover el aprendizaje. No entenderlo como un proceso lineal, unidimensional, estático o predecible, sino como una circunstancia que nos permite visualizarlo como n – dimensional, dinámico e impredecible.

Entonces proponemos que, al apoyar a los estudiantes a apropiarse de las herramientas tecnológicas y didácticas adecuadas, ellos lograrán crear una representación mental fina, y se propiciarán las condiciones para que su interpretación de la realidad sea cercana a la interpretación científica, es decir, llevarlos desde sus ideas previas, marcos ingenuos o explicaciones que poseen acerca de un tema, hacia la construcción de modelos mentales, en papel y mediados por computadora, al desarrollo de la complejidad del pensamiento, un terreno cognitivo más firme (Muñoz 2009:17)

El otro concepto fundamental es el de imaginación mental, “se considera aquí una capacidad creativa de los sujetos para recordar, emular o recrear fenómenos o procesos que hayan ocurrido, e inclusive predecir cosas que pueden suceder; es un proceso mental donde las representaciones mentales visuales, pueden ser estimuladas a partir de imágenes o de información, o de interacciones entre agentes cognitivos naturales o artificiales, para entender o cambiar su conocimiento con relación al ambiente espacial” Muñoz (2009:71).

Es interesante mencionar que algunos autores mencionan que la imaginación es semejante a “ver con el ojo de la mente”. Esta idea tiene cierto sustento teórico desde la neurofisiología, porque durante el uso de la imaginación se estimulan en nuestro cerebro las mismas áreas que cuando estamos observando directamente un objeto con nuestros ojos; así Ganis (en Gazzaniga, 2004:932) plantea que la neurociencia cognitiva de la imaginación mental visual está basada en dos principios: “El primer principio es que muchos procesos son usados en común durante la imaginación visual y la percepción visual...”. “El segundo principio, implicado en el primero, es que la imaginación es el resultado de la operación de multitud de subprocesos”. Este autor destaca que aunque es un tema polémico, muchas de las investigaciones han sido diseñadas para descubrir si imaginación mental visual y percepción visual comparten procesos comunes.

Durante la imaginación, es frecuente el uso de los modelos mentales, por lo que se vuelve necesario que para describir los fenómenos en términos simples, se recurre a analogías, modelos u otros similares para entender y explicar ideas complejas en términos simples. Básicamente porque ayudan a la gente a visualizar los objetos y procesos los cuales están tratando de comprender.

Los mapas mentales

Es una técnica de organización gráfica del pensamiento que permite hacerlo explícito, en palabras de Buzan y Buzan (1996), “es una expresión del pensamiento irradiante y, por tanto, una función natural de la mente humana. Es una poderosa técnica gráfica... para acceder al potencial del cerebro”. Es una técnica sencilla para plasmar ideas, conceptos, imágenes, información, entre otros. Requiere papel bond, plumones o colores; aun cuando también es posible disponer de ciertos programas informáticos (*software*) en el mercado para el mismo efecto, como los programas: *CMapTools*®, *Inspiration*®, *Visual Mind*® o *Eve*®.

Para su diseño, los mapas mentales se basan en palabras clave, usan una idea o palabra central, a partir de la cual inicia toda una serie de ramas o ideas secundarias, de las que derivan otras menos importantes pero que están adheridas a ramas superiores. En realidad se trata de una estructura nodal que puede estar altamente ramificada. Las palabras clave deben estar sobre las ramas, las cuales serán más gruesas si están cercanas a la idea central, y más delgadas si se alejan de ella. Se pueden utilizar colores, símbolos, códigos, flechas, tridimensionalidad e inclusive propiciar la idea de movimiento.

Su elaboración ofrece distintas bondades, por ejemplo en una sola hoja o pantalla es posible ver plasmada una cantidad importante de información, de manera creativa, con el sello personal del que lo elabora. Con la posibilidad de actualizarlo continuamente, para generar conocimiento e inclusive emplearlo como estrategia de repaso para un examen. Cada persona tiene la oportunidad de emplear sus propios códigos para representar información, ello facilitará su recuperación o interconexión.

Muñoz (2009), desde la didáctica, propone que los mapas mentales al utilizar imágenes como estrategias de aprendizaje: estimulan la atención y propician la motivación, recuerdo y retención de la información (mnemotecnia), mayor abstracción (bajan la carga cognitiva), manejo adecuado de la información (organización y coherencia), articulación o desplazamiento de conceptos, síntesis de información e integración de conceptos, imaginería mental (generación de imágenes mentales visuales y visualización de imágenes por computadora), apreciación de un lenguaje visual especializado y mayor posibilidad de comunicar a otros sus ideas por la sistematización de la información (modelado y creatividad).

Además crean la posibilidad de entender dónde se ubica cognitivamente un alumno y acercarlo o apoyarle en la construcción de su conocimiento biológico. Favorecen a los estudiantes en sus procesos de visualización y construcción de conocimiento. Mientras los docentes podemos utilizarlos para realimentar a los estudiantes y ayudarles en su proceso de construcción de conocimiento biológico.

Metodología de investigación

Con relación a lo visto en párrafos anteriores, puede decirse que en el aprendizaje de temas complejos, en casi cualquier área de conocimiento, se requiere de una metodología especial que proporcione al estudiante, por una parte un ambiente de aprendizaje en función de un

determinado contexto, que dé cuenta de dicha complejidad; pero a la vez que le permita apropiarse de este conocimiento.

De manera que se desarrollaron estrategias de aprendizaje encaminadas a que los estudiantes comprendieran todas las partes involucradas en un fenómeno de estudio, esto es que entendieran la estructura de las células eucariontes. Para que en etapas posteriores fueran capaces de apropiarse de procesos complejos como: síntesis de proteínas, comunicación inter e intracelular e inclusive comunicación y desarrollo embrionario.

Para tal efecto, en una etapa inicial se desarrolló un ejercicio llamado “felicidad”, donde los estudiantes aprendieron la técnica de los mapas mentales de manera individual. Entonces realizaron un mapa inicial que era muy sencillo e inclusive básico donde abordaron el tema de la felicidad. En un segundo nivel, ahora por parejas, crearon un mapa mental con base en la información obtenida a partir de la lectura minuciosa de un artículo de divulgación científica. Cabe mencionar que en este mapa los alumnos tuvieron que negociar lo que se iba a plasmar en el mapa y esgrimir sus argumentos de porqué se iba a poner cierta información y no otra en el mismo.

Por otra parte, además de los mapas mentales, los estudiantes fueron motivados para reafirmar o en su defecto conocer la estructura celular, a través de la presentación oral frente al grupo sobre un organelo subcelular que les fue asignado. Para ello se les sugirió bibliografía especializada del área y les fueron requeridas imágenes relacionadas con el tema, donde fueran muy evidentes las partes del organelo subcelular, así como su estructura química (molecular).

Durante la clase, a fin de facilitar el aprendizaje de la estructura celular, construyeron un mapa mental por equipos de cinco personas, a partir de la información proporcionada por sus compañeros durante las exposiciones de cada organelo subcelular. Este mapa tenía más amplitud y profundidad e interconexiones entre conceptos con relación a los dos anteriores, además era negociado entre los compañeros del equipo.

En el laboratorio de Biología, simultáneamente llevaron a cabo la observación microscópica de células de hígado humano y de algunos otros tipos celulares, con ayuda de atlas de histología. Para ello se utilizó el sistema de video (una cámara conectada al microscopio y a una televisión), a fin de que ellos pudieran corroborar lo que tenía que ver en su propio microscopio.

De manera que durante la práctica confrontaron sus observaciones en el microscopio con las de la pantalla conectada al sistema de video. Entregaron un reporte de la práctica con dibujos de lo observado, indicando las partes de las células, así como el número de aumentos en el que realizaron sus observaciones.

Luego se realizó la práctica de fecundación *In vitro* de la almeja, donde primero hicieron su disección del animal, e identificaron las partes con ayuda del microscopio estereoscópico y libros de zoología de invertebrados. Luego con ayuda del microscopio fotónico determinaron el sexo de cada individuo y después hicieron la fertilización *In vitro* donde observó los espermatozoides y óvulos antes y durante la fecundación para ser testigos de las primeras divisiones celulares.

Para que la metodología fuera verdaderamente integral, se usó un programa de cómputo, a fin de comprender a la estructura y funcionamiento de las partes de una célula eucarionte, el cual venía en libros electrónicos de biología o algunas imágenes descargadas de la Internet. Así mismo los estudiantes tuvieron la oportunidad de observar con ayuda de un cañón y computadora, las simulaciones y videos sobre algunas funciones celulares como: síntesis de proteínas y comunicación celular, donde lograron apreciar los fenómenos con tridimensionalidad y movimiento.

Al final de la metodología se les pidió una crítica a los mapas mentales, videos, simulaciones e imágenes para el aprendizaje de los temas. Se pidió que fuera enviada vía correo electrónico y que de manera libre expresaran sus ideas, inquietudes u opiniones, tal y como ellos las percibieron.

Resultados

La aplicación de la metodología anteriormente señalada llevó plasmar la información de aproximadamente 50 estudiantes de bachillerato. Se jerarquizó la información de la más aceptada por ellos a la menos aceptada. A continuación se muestran algunas de las *opiniones favorables de los estudiantes con relación a los mapas mentales*, por orden de importancia. Entre paréntesis aparece la proporción de opiniones y luego algunos ejemplos que se tomaron para clasificar la opinión en función de la estrategia observada, ya sea para los mapas mentales o los videos y simulaciones.

Los mapas mentales son útiles como herramientas de síntesis (10 opiniones de 50). Existen frases comunes ellos usan: puedo suprimir los conceptos de menor importancia y destacar

los más importantes, pude organizar, razonar y desglosar el tema, fue leer mucho pero pude resumir los conceptos relevantes.

Los estudiantes opinan que al establecer un orden entre los conceptos los mapas mentales tienen valor mnemotécnico (8 opiniones de 50). Dentro de las frases más utilizadas se encuentran: recordé más fácilmente o más rápido, puedo repasar y retener un tema, puedo evocar, desarrollar y memorizar los conceptos.

Además los mapas permiten la sistematización y jerarquización de los conceptos (7 opiniones de 50), cuando expresan: me permitieron acomodar los conceptos de manera en que los entienda, obligan a leer más el tema pero jerarquizan los conceptos más importantes y los coloco de mejor forma, aprendí a clasificar y redactar, como algunos mapas se hacen con base en preguntas tuve una idea más precisa del tema.

Ayudan a la reflexión sobre los propios procesos de aprendizaje (3 de 50). Las opiniones se centran en la extensión de los conceptos involucrados en la biología, de cómo al resumir los temas se estructuran mejor y se promueve el aprendizaje al adquirir mayor conocimiento, e inclusive comprender los procesos o el funcionamiento celulares, por lo que se estimula la necesidad de aprender cosas nuevas.

Por otra parte dentro de las opiniones menos frecuentes de los estudiantes (2 opiniones de 50) son los siguientes: estimulación la atención (recuerdo mejor los colores y dibujos porque me llaman la atención, uso potencial en el siguiente nivel educativo que es la Licenciatura (son herramientas de aprendizaje que utilizaré en mi carrera), estimulan la creatividad y la imaginación (es una técnica donde mostramos o estimulamos nuestra imaginación), además disminuyen la carga cognitiva los exámenes se me han hecho más ligeros o fáciles.

En opiniones estudiantiles todavía menos frecuentes (de 1 en 50) se encontró que los mapas mentales: tienen un valor estético, se genera una identidad y estilo propios, sirven como herramientas de estudio y facilitan la comprensión de los temas.

Entre las *opiniones desfavorables* que los estudiantes externaron sobre los mapas mentales están: son confusos y no llevan un orden (3 opiniones de 50). Ellos comparten una opinión (1 de 50) que se relaciona con: prefiero los mapas conceptuales, el tiempo dedicado a ellos es insuficiente, son insuficientes por sí mismos. Esta última opinión expresa que tendrían que ser complementados con un glosario, porque el estudiante no percibe que podría estar incluido dentro del mismo mapa.

A diferencia de los mapas mentales, donde la autora tenía antecedentes de las estrategias derivadas de ellos, en los videos y simulaciones, no los tenía, por lo que a continuación se muestran aquellas derivadas de las reflexiones estudiantiles.

Específicamente para los *videos y las simulaciones*, *las opiniones favorables de los estudiantes*: Ayudan a comprender procesos (5 opiniones de 50), por ejemplo: son ilustrativos y observamos las reacciones en vivo por así decirlo, la simulación me ayudó a comprender este maravilloso proceso (hace referencia a síntesis de proteínas).

Tienen capacidad lúdica (5 opiniones de 50): algunos estudiantes comentaron, las clases son divertidas y amenas, me agrada aprender cómo funcionan los procesos biológicos, con los recursos utilizados la clase es más amena, hiperactiva e interesante.

Estimulan la imaginación mental (4 opiniones de 50) porque piensan que: la mejor manera de aprender es viendo, sobre todo cuando no se sabe ni de que se habla, es muy difícil imaginarte cosas con las que no estás relacionado con ellas por eso me dio gusto que nos mostrara las simulaciones, las simulaciones me permitieron evocar en mi mente, y pude reconstruir procesos que me sirvieron para otras materias.

Complementan la teoría (4 opiniones de 50) a través de expresiones como: complementan lo visto en clase, están relacionados con los temas que nos interesan, nos dan mejor idea de lo que se explicaba durante la clase.

Funcionan como herramienta de visualización (4 opiniones de 50), los estudiantes externaron: se me facilita ver la información que es muy diferente a que sólo me la expliquen oralmente, mediante las imágenes me permite profundizar en el tema, una cosa es leer y otra apreciar como las cosas se llevan a cabo.

Disminuyen la carga cognitiva (4 opiniones de 50), las simulaciones y videos permitieron adquirir conocimiento visualmente, con lo que fue un poco más sencillo entender la complejidad del tema; no sólo fue importante leerlo en el texto, sino comprender todo el proceso; fue útil visualizar el tema para comprenderlo y profundizar en él; las simulaciones ayudan a entender el tema sin estudiar tanto.

Poseen tridimensionalidad, movimiento y dinamismo (3 opiniones de 50), una de las cosas que me gustó de la clase fue que los videos reales se notaban como se movían las cosas,

una animación que me agradó fue la de la membrana plasmática, observar como la célula se encontraba en constante movimiento, no estaba fija como en los libros.

Valor mnemotécnico (3 opiniones de 50), en lo personal los videos y animaciones fueron ilustrativos para recordar, te ayudan cuando haces los exámenes ya que recuerdas las imágenes, la animación de los videos nos facilita recordar el tema.

Con menor frecuencia (dos opiniones de 50) los estudiantes piensan que tienen un valor especial en cuanto a las imágenes, aún cuando los videos son de corta duración tienen excelentes imágenes que nos permiten confirmar, entender y retener el tema.

Estimulan la atención: solo 1 opinión, cuando veo un video o una simulación me llama más la atención y esto hace que ponga más ganas y logre concentrarme en la clase.

Respecto a las *opiniones desfavorables* que los estudiantes expresaron sobre los videos y simulaciones fueron: el tiempo que dura el video o la simulación (2 opiniones de 50): no pase tan rápido las simulaciones denos tiempo de asimilarlas. Producen sensación de sueño (1 opinión) con los videos me ocurre una sensación de sueño.

Discusión

Esta transformación de considerar al aprendizaje desde la perspectiva de la complejidad tiene múltiples aristas. Por una parte es necesario que se diseñen nuevas metodologías porque en ellas es importante el trabajo que realizan los estudiantes, tanto informativo como formativo. De no ser así, ninguna actividad tendría sentido, ni los mapas ni los videos o las simulaciones. Es decir, al realizar las lecturas, ya sea para la realización de los mapas o las presentaciones orales, un estudiante hace el esfuerzo por analizar y extraer las ideas clave, esto se va conjuntando y complementando con el trabajo de laboratorio, donde adquiere diferentes habilidades; aunado a los videos y animaciones que le estimulan en términos de sus procesos de pensamiento, de manera que se propicia un ambiente rico de aprendizaje.

Dentro de estos ambientes se promueve la estimulación de la imaginación de los estudiantes, sea a través de mapas mentales, videos o simulaciones, con lo que se incrementa su imaginación mental, lo cual puede resultar provechoso, en el sentido de que les asiste en la construcción de conceptos complejos, abstractos y dinámicos, propios de una disciplina científica.

Cabe señalar que los mapas mentales promueven procesos mentales diferentes a los de los videos y las simulaciones. Por citar un ejemplo, los mapas promueven la representación de cierto tipo de conocimiento estructural, pero no el de mayor abstracción. Vuelven sustantivo el uso de recursos cognitivos desde la mirada de la tecnología y la didáctica, como un soporte de aquello que se pretende representar o comunicar, ayudan a una representación mental visual más integral, que otorga la posibilidad de organizar, jerarquizar, interconectar y sistematizar información. Una limitación que los mapas tienen es que son útiles para relaciones jerárquicas o estáticas, inclusive a visualizar relaciones de relaciones, pero no son útiles cuando las relaciones son dinámicas, como sucede con algunos procesos biológicos. Aunque tienden un puente teórico entre la identificación de un problema y su posible solución.

Por su parte, en una etapa posterior a los mapas mentales, cuando un estudiante haya logrado comprender la complejidad de una cierta estructura, los videos y simulaciones son fundamentales porque facilitan la interpretación de su significado funcional. “Más aún las imágenes y simulaciones mentales puede proporcionar nuevas ideas e intuiciones sobre la forma de razonar y resolver problemas... las simulaciones imaginadas pueden ser de gran utilidad, evitando el considerable esfuerzo que supone resolver problemas por ensayo y error” (Ortells, 1996:37).

Por otro lado es interesante mencionar que las estrategias de aprendizaje promovidas por los mapas mentales y que fueron señaladas en párrafos anteriores, están presentes en la crítica que se les pidió a los estudiantes, con excepción de aquellas relacionadas con la articulación y desplazamiento de conceptos, así como la apropiación de un lenguaje visual especializado.

Es importante mencionar que en sus opiniones ellos proponen nuevas categorías para considerar a los mapas mentales, estratégicos para el aprendizaje: ayudan a la reflexión sobre los propios procesos de aprendizaje, tienen un potencial de uso en el siguiente nivel educativo, poseen un valor estético, generan una identidad y estilo propios, sirven como herramientas de estudio dado que facilitan la comprensión de los temas.

En lo referente a las críticas que los estudiantes hacen a los mapas es evidente que sólo para tres estudiantes son confusos, y esto se explica en parte porque solamente realizaron tres mapas, muy probablemente ellos requieren de mayor práctica con la técnica, sea para valorarlos o para desecharlos como opciones de aprendizaje.

Dos aspectos en los que coincido con ellos, es con relación al tiempo y que son insuficientes por sí mismos. Por citar un ejemplo, el tiempo de clase no puede dedicarse únicamente a la construcción de mapas, tendría que buscarse otros espacios para tal fin. El que sean insuficientes o no depende de si el alumno realiza todas las actividades: las lecturas, las prácticas, los mapas, los videos, entre otros. En ese sentido, parece que algunos alumnos requieren una enseñanza tradicional donde ellos no se hagan cargo de su aprendizaje sino que sea el profesor el que lo realice, que afortunadamente son los menos. Fue evidente también la necesidad de hablar de otras cosas además de los mapas, los videos y las simulaciones es porque ellos requieren hablar del contexto en que ocurren las cosas.

Futuras líneas de investigación tendrán que indagar si efectivamente los mapas mentales son mucho más que imágenes bonitas, si verdaderamente motivan a investigar o a saber más, de qué manera se estimula la imaginación en el aprendizaje de temas complejos, cómo estimular a los estudiantes a que profundicen más en algún tema, entre otros.

Conclusiones

Se ha mostrado una metodología novedosa, pensada desde la complejidad y la imagería mental para el aprendizaje de temas complejos, abstractos y dinámicos. Abre nuevas alternativas de investigación, distintas a la forma regular en que se lleva a cabo. Se detalló la manera en que los mapas mentales ofrecen diversas estrategias para aprender una estructura compleja, así como la importancia de los videos y simulaciones por computadora, fundamentales en la estimulación de la imagería mental para el aprendizaje de procesos dinámicos, complejos y abstractos.

Bibliografía:

Buzan, Tony y Barry Buzan. 1996. El libro de los mapas mentales. Cómo utilizar al máximo las capacidades de la mente. Ediciones Urano, Barcelona España. 350 páginas.

Castellanos, Aldo Sartorius 2004. "Sistema de Laboratorios a Distancia (SDL): Laboratorio para la enseñanza del control automático a distancia". Informática na educação: teoria & prática. Porto Alegre. V. 7, No.1, p 11-24, jan/jun.

Díaz, José Luis, Mario Casanueva, Ruy Pérez Tamayo, Alfredo López Austin (coordinador), y Jaime Labastida, 2005. El modelo en la ciencia y la cultura. Siglo XXI/UNAM, México, 136 páginas (Cuadernos del seminario de problemas científicos y filosóficos de la UNAM).

Ganis, Giorgio, William L Thompson, Fred Mast y Stephen M. Kosslyn. 2004. The brain's Mind's Images: The Cognitive Neuroscience of mental imagery. Cap. 67. Pages 931-941. En: Gazzaniga Michel, S. (Editor in Chief). 2004. The cognitive neurosciences. A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA 1385 pages.

Karp, Gerald. 2009. Biología celular y molecular. Conceptos y experimentos. Mc Graw Hill - Interamericana, México, 5ª Edición.

Köpen, Elke. "Las ilustraciones en los artículos científicos: reflexiones acerca de la creciente importancia de lo visual en la comunicación científica". Investigación Bibliotecológica, Vol. 21, Núm. 42, enero/junio, 2007, México p: 13 – 32

Munné, Frederic 2010. "¿Qué es la complejidad?". Dep. Psicología Social. Universidad de Barcelona. Balmes 184, 2-3. 08006 Barcelona
<http://www.ub.edu/dppss/pg/fmunne.htm>
Página consultada por Miriam V. Muñoz Cruz el 17 de enero de 2010

Muñoz Cruz Miriam V. 2009. Una mirada tecnológica multidimensional en el aprendizaje de la estructura celular. Tesis para obtener el grado de Dra. en Pedagogía. UNAM, Facultad de Filosofía y Letras. 266 páginas.

Ortells Juan José. 1996. Imágenes mentales. Editorial Paidós, Barcelona, España. 187 págs.

Pérez, Gimeno. 1996. Comprender y transformar la enseñanza. Barcelona, España. Ediciones Morata.

Pozo, 2008. "¿Puede la educación científica sustituir el saber cotidiano de los alumnos?"
<http://www.smf.mx/boletin/2005/Ene-05/Ensenanza.html>

Styles, Elizabeth.2005. Attention, perception and memory. An Integrated Introduction. Psychology Press. Hove, Great Britain. 368 pages.