

Trabajo completo

Utilización de la modalidad *b-learning* para el análisis crítico de modelos morfológicos.

RECIBIDO: 29/06/2011
ACEPTADO: 01/09/2011

Costamagna, A. • Fabro, A. • Benmelej, A. • Reus, V. • Bertona, L. • Cabagna, M.

Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Médicas. UNL.
costamag@gmail.com
dantepanozzo@hotmail.com

RESUMEN: Para el estudio comprensivo de las Ciencias Morfológicas (entendidas como aquellas que abordan la estructura macroscópica, microscópica y ultraestructural de células, tejidos y órganos), resulta imprescindible complementar la expresión verbal y escrita de los contenidos conceptuales con la representación gráfica de los mismos, a través de distintos modelos. Para el análisis crítico de estos modelos, se diseñó una experiencia mediante la modalidad *b-learning* y se compararon los resultados de la actividad realizada por los alumnos en distintas situaciones.

Los resultados indican que un mayor número de alumnos, a medida que progresa el cursado, pudo analizar críticamente los modelos presentados y proponer modelos alternativos, utilizando el soporte virtual. Esta modalidad permitió flexibilidad de tiempo y espacio para que los alumnos puedan trabajar en las propuestas con tranquilidad, fuera de los horarios apremiantes de cursado, y con numerosos recursos informáticos disponibles.

PALABRAS CLAVES: Ciencias Morfológicas; *b-learning*; modelos

SUMMARY: *Using b-learning for the critical analysis of Morphological.* For the comprehensive study of Morphological Sciences (defined as those that address the macroscopic structure, microscopic and ultrastructural study of cells, tissues and organs), it is essential to complement the verbal and written expression of the conceptual contents with their graphical representation thereof, through different models. For a critical analysis of these models, *b-learning* strategy was designed and the results of the activities undertaken by students in different situations were compared.

The results indicate that, as the course progressed, could critically analyze the models presented and to propose alternative models, using the virtual support. This mode allowed time and space flexibility for students to work on proposals with ease, after time urgent course, and numerous computing resources available.

KEYWORDS: Morphological Sciences; *b-learning*; models

1- Introducción:

La Tecnología no es sólo un medio sino que se ha convertido en un ambiente y en una forma de vida. Se ha incorporado a variados ámbitos de forma cada vez más acelerada, de forma tal que no se duda en afirmar que la diversidad de elementos tecnológicos en la sociedad ha transformado, y sigue transformando, el modo en que los individuos se comunican, se relacionan y construyen los conocimientos [1].

Es, por su parte, una característica cada vez más acentuada, la necesidad de formación continua por parte de los futuros profesionales, que obliga a atender y a anticiparse a los requerimientos educativos instrumentales que la misma evolución futura planteará [2]. Así como también la de expandir su alcance a cada vez mayores sectores de la población estudiantil. Se ha propuesto en muchas ocasiones la modalidad de educación a distancia como alternativa para dar respuesta a estos requerimientos.

La educación a distancia de grupos numerosos de alumnos, puede optimizarse considerablemente con la utilización de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (NTICs).

La integración de los servicios de Internet en la modalidad de educación a distancia, permite la comunicación bidireccional directa entre docente-alumno y entre los propios estudiantes, ya sea individualmente o en grupos [3].

Esta modalidad, acorde a los principios pedagógicos neo-constructivistas, genera en los estudiantes procesos autónomos que favorecen el aprendizaje. Y también requiere, por parte del docente, una ajustada planificación de sus intervenciones.

Mucho más efectiva y personalizada será la función del docente, si le es posible combinar con la modalidad presencial, estrategias de enseñanza y de aprendizaje a distancia basadas en el uso de NTICs, que refuercen su acción fuera del aula.

El concepto de b-learning implica una transformación de la enseñanza tradicional, al complementar escenarios presenciales con virtuales, surgiendo así como una valiosa contribución a la enseñanza, puesto que responde a la necesidad de dar más educación a un mayor número de personas. Se trata de enriquecer el proceso de aprendizaje, sin sustituir los medios conocidos, particularmente el fundamental rol del docente, sino por el contrario, complementarlos y robustecerlos [4].

La utilización de Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTICs) para la enseñanza de las Ciencias Morfológicas.

Para el estudio comprensivo de las Ciencias Morfológicas en Biología (aquellas que abordan la estructura macroscópica, microscópica y ultraestructural de células, tejidos y órganos), resulta imprescindible complementar la expresión verbal y escrita de los contenidos conceptuales con la representación gráfica de los mismos.

La expresión del lenguaje gráfico, entendido como “el conjunto de elementos gráficos que sirven para reproducir una palabra, una idea, un mensaje”, (Petit vocabulaire des aides techniques, rev. et augm., Québec, Conseil consultatif sur les aides technologiques, 1994, 71 p., p. 26.) es facilitado notablemente por la gran variedad de recursos visuales que ofrecen las nuevas tecnologías.

El aporte de los medios audiovisuales ha sido fundamental para la comprensión de estas representaciones gráficas por parte de los estudiantes de las diferentes carreras del área biológica que las incluyen en su currícula.

En la actualidad, la utilización del lenguaje gráfico como expresión complementaria de los conceptos disciplinares, es una herramienta que no se aprovecha en su total magnitud, cuando se cursa la materia en forma presencial. Los motivos de este aspecto deficitario son atribuibles al número creciente de alumnos cursantes.

En la Universidad Nacional del Litoral, la creación de nuevas carreras de ciencias de la salud y el consecuente incremento en el número de estudiantes que cursan las asignaturas relacionadas con las Ciencias Morfológicas (Anatomía e Histología, Morfología) ha ido modificando la relación docente/alumno.

Se dificulta así la significatividad del aprendizaje, teniendo en cuenta que la comprensión y la elaboración propia de modelos morfológicos representan una habilidad que necesita desarrollarse en los estudiantes mediante un ejercicio sistemático. La acción docente se considera imprescindible para la práctica de un ejercicio dialéctico, que implica el análisis y la síntesis, necesarios ambos para la comprensión y/o la construcción de un modelo celular o sistémico.

Se hace entonces más necesario lograrlo en forma efectiva, a través de la utilización de las NTICs en la planificación de la enseñanza.

Los modelos y la comprensión de los conceptos científicos:

La estrategia de enseñanza basada en modelos se fundamenta en la concepción

de los mismos como el núcleo central del conocimiento científico, y en considerar a la modelización como el principal proceso para construir y utilizar ese conocimiento.

Los modelos son construcciones de la mente humana, por lo tanto de naturaleza temporaria.

Desde nuestra postura teórica, reservamos el nombre de “modelos consensuados” a las representaciones gráficas que han sido aceptadas por la comunidad de expertos como las más apropiadas para representar sus conceptos científicos.

Los estudiantes de Histología (morfología microscópica) necesitan relacionar diferentes modelos consensuados a la luz de diferentes instrumentos, que van siendo superados con los avances de la tecnología.

En la mitad del siglo XX, el invento del microscopio electrónico constituyó un gran aporte al estudio de la biología celular, ya que permitió conocer la tridimensionalidad de las estructuras celulares así como la distribución espacial de los componentes moleculares en su interior.

En la década de 1930, la microscopía electrónica dio un salto cuantitativo al mejorar su resolución. Se logró ver, por ejemplo, la estructura particular del retículo endoplasmático, y descubrir que las mitocondrias son organelas que están dentro del citoplasma.

Los modelos analógicos, que son aquellos en que se utiliza un dominio o algo conocido para modelizar una realidad menos conocida, son útiles en nuestro caso, pues los estudiantes pueden partir de la observación directa con el microscopio óptico, y elaborar inferencias acerca de las características de lo observado desde la microscopía electrónica, por ejemplo.

2. Objetivos

Propósito:

- Aportar conocimiento acerca de la influencia de la modalidad de enseñanza combinada (blended learning) sobre la capacidad de los estudiantes para el análisis crítico de los modelos utilizados en las ciencias morfológicas.

Objetivo general:

- Realizar una actividad de interpretación y de análisis crítico de modelos histológicos mediante la modalidad b-learning, durante el cursado del segundo año de la carrera de Medicina.

Objetivos específicos:

- Comparar el rendimiento académico aplicando esta modalidad al comienzo y cerca del final del cursado del segundo año de la carrera.

- Realizar un estudio comparativo horizontal, aplicando también la experiencia en forma puramente presencial.

3. Material y métodos

Se propuso una metodología de trabajo de características cuali-cuantitativas, adoptando criterios basados en la teoría interpretativa, para complementar datos observacionales cuantitativos.

Se desarrolló entonces una experiencia didáctica para que los estudiantes logren un aprendizaje significativo de Histología, mediante la utilización comprensiva y crítica de modelos, valiéndonos de la incorporación de NTICs.

Particularmente, la propuesta se centró en favorecer la genuina construcción del conocimiento de los estudiantes que cursan las áreas "Trabajo y Tiempo Libre" y "Ser Humano y su Medio", de segundo año de la carrera de Medicina de la UNL.

Esta carrera presenta una modalidad curricular fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas, donde los contenidos disciplinares son incorporados al tratamiento interdisciplinar en los espacios tutoriales [5]. Debido a esa particularidad, se considera necesario el resguardo de la profundización disciplinar para enriquecer las fundamentaciones que sustentan posibles soluciones a los diversos problemas que se tratan en las tutorías [6].

La experiencia consistió en la implementación de ejercicios de análisis crítico de modelos consensuados, estimulando la elaboración de propuestas fundamentadas de nuevos modelos de representación, de forma tal que operen como complemento de las clases presenciales de la disciplina.

Se obtuvieron registros al evaluar el grado de comprensión de dos temas particulares de la asignatura. Los mismos se refirieron a la capacidad de los alumnos para:

- Identificar diferencias entre modelos presentados por diferentes autores, provenientes de distintos textos.
- Comprender los diferentes modelos relacionando los conceptos de la microscopía óptica y ultraestructural, como así también de la biología molecular.
- Analizar críticamente los modelos consensuados, plantear modificaciones sustentadas en sus propios fundamentos y/o proponer modelos propios.

Para trabajar con la modalidad b-learning se implementó un espacio virtual. Para tal fin la Universidad Nacional del Litoral pone a disposición de todos los docentes responsables de asignaturas, seminarios, cursos de pregrado, grado, posgrado, de extensión, y todo otro curso presencial que se desarrolle en sus unidades académicas el Entorno Virtual Complementario para la

Enseñanza Presencial. Este entorno es una adaptación del MOODLE, software libre de fuente abierta, que se distribuye bajo los términos de la licencia GNU del cual su principal desarrollador es Martin Dougiamas, Perth, Australia.

El mismo consiste en un paquete de software diseñado para ayudar a los docentes a desarrollar su tarea, al complementar las actividades de la enseñanza presencial. También permite la creación de cursos on-line y sitios Web” (Web de la UNL) e incorpora el formato social, basado en el debate, para posibilitar la mayor interactividad entre los alumnos, y entre docentes y estudiantes.

Este entorno ofrece una serie flexible de actividades para los cursos: foros, diarios, cuestionarios, materiales, consultas, encuestas y tareas para trabajar con alumnos en forma remota.

El entorno permite reflejar los cambios ocurridos desde la última vez que el usuario entró en el curso, lo que ayuda a crear una sensación de comunidad.

En esta experiencia, se trabajó en una primera instancia en forma virtual, presentando en el entorno virtual material e información en forma de breves textos explicativos y de gráficas, para los alumnos dispuestos a realizar el ejercicio. Se implementó en forma vertical en dos momentos, al comienzo y cerca del final del cursado del segundo año de la carrera.

En una segunda instancia se realizó un estudio comparativo horizontal, aplicando la experiencia en forma presencial.

Experiencia virtual: Ejercicio realizado mediante los recursos brindados por el entorno virtual para el análisis crítico de modelos morfológicos, en dos etapas diferentes del cursado anual.

1. Experiencia virtual durante el cursado

del área Trabajo y Tiempo Libre (TTL), desarrollada durante el primer cuatrimestre del segundo año de la carrera. Se aplicó a un curso de 104 alumnos de Medicina que se inscribieron para una evaluación optativa en esta área, cuyos contenidos incluían el estudio del Sistema Cardiovascular.

A modo del ejercicio complementario se propusieron tres modelos de “cardiocitos” (célula muscular cardíaca), para su análisis crítico, incluyendo la fundamentación de sus posibles modificaciones.

Los mismos fueron tomados de distintos autores consultados habitualmente por los estudiantes. Se adjunta figura I.

En los modelos de estas células se resaltan sus discos intercalares, en su expresión a la microscopía óptica y electrónica.

2. Experiencia virtual durante el cursado del área El Ser Humano y su Medio (SHM), al finalizar el segundo cuatrimestre del segundo año de la carrera.

En esta oportunidad se aplicó a los mismos alumnos cursantes de esta última área del año, cuyos contenidos incluían el estudio del Aparato Urinario. El número de inscriptos para la evaluación optativa fue en este caso de 73.

El ejercicio complementario implicó la colocación en el entorno virtual de un modelo de “barrera de filtración glomerular”, para su análisis crítico, la fundamentación de sus posibles modificaciones y/o la propuesta de un nuevo modelo.

La imagen gráfica fue tomada de un autor consultado habitualmente por los estudiantes y en la misma se destacan aspectos ultraestructurales. Se adjunta figura II.

Experiencia presencial: Ejercicio realizado en forma presencial, para análisis crítico de modelos morfológicos.

1`. Experiencia presencial durante el cur-

sado de la misma área TTL, con la cohorte de alumnos del año siguiente:

Como complemento del proceso de enseñanza y aprendizaje desarrollado en tutorías, se realizó esta actividad disciplinar en su modalidad presencial.

Comisiones tutoriales de entre 10 y 12 alumnos participaron en este ejercicio. Un trabajo impreso de las mismas características que los aplicados en la modalidad virtual 1, fue entregado a cada comisión, obteniendo de este modo 16 trabajos, con el 100% de participantes. En este caso la actividad propuesta formó parte de un ejercicio de evaluación de proceso.

4. Resultados:

Para la evaluación de los resultados se establecieron criterios, determinando diferentes categorías:

Respecto a los análisis que realizaron los alumnos acerca de los modelos presentados, se evaluaron:

- Utilización de conceptos relacionados fundamentalmente con la microscopía óptica.
- Utilización de conceptos relacionados con la microscopía electrónica.
- Incorporación de conceptos de biología molecular.

Respecto a las modificaciones de los modelos presentados que propusieron los alumnos, se tuvieron en cuenta:

- Modificaciones importantes, bien fundamentadas.
- Modificaciones poco relevantes.
- No se proponen modificaciones.

También se tuvo en cuenta la propuesta o no de un modelo alternativo.

Resultados de la Experiencia N° 1 en TTL virtual:

Sólo 55 estudiantes (el 52,8% de los alumnos cursantes que realizaron la evaluación optativa de esta área), realizaron el ejercicio virtual complementario, en los cuales se pudo evaluar:

- Respecto a los análisis: quienes incorporaron conceptos relacionados solamente a la microscopía óptica (54,6%), quienes los relacionaron con la microscopía electrónica (36,4%); y quienes consideraron además conceptos de biología molecular (9%).

- Los porcentajes de las tres categorías, en relación a las modificaciones de los modelos presentados que propusieron los alumnos fueron:

Modificaciones fundamentadas (45,4%); Modificaciones poco relevantes (25,5%); y No proponen modificaciones (29,1%). Ningún alumno propuso un nuevo modelo.

Solo la mitad de los estudiantes utilizó el complemento virtual. Demostraron en su mayoría un alto grado de comprensión, relacionando conceptos y fundamentando su análisis, aunque sólo un escaso porcentaje alcanzó un grado de profundización sobresaliente.

Resultados de la Experiencia N° 2 en SHM virtual:

Elaboraron el ejercicio 64 alumnos (el 87,7% de los cursantes que realizaron la evaluación optativa de esta área), en los cuales se pudo evaluar:

- Respecto a los análisis: quienes incorporaron conceptos fundamentalmente relacionados sólo a la microscopía óptica (34,4%), quienes además los relacionaron con la microscopía electrónica (57,8%); y quienes consideraron también conceptos de biología molecular (7,8%).

- Los porcentajes de las tres categorías, en relación a las modificaciones de los modelos presentados que propusieron los alumnos fueron:

Modificaciones fundamentadas (51,5%) entre los cuales un 37,5% aportó además gráficas alternativas; Modificaciones poco relevantes (39,1%); y No proponen modificaciones (9,4%).

En este caso un importante número de estudiantes utilizó el complemento virtual. Demostraron en su mayoría un alto grado de comprensión, relacionando conceptos y fundamentando su análisis. La totalidad de estos estudiantes logró una calificación superior a la requerida para la aprobación.

Se adjuntan:

Figura 1: Ejercicio propuesto para TTL, tanto para la modalidad virtual como presencial.

Figura 2: Ejercicio virtual propuesto para SHM.

Figura 3: Ejemplo de modelo enviado por una alumna de la "barrera de filtración glomerular".

Tabla 1 y Figura 4: Porcentajes de participación de los alumnos en TTL y en SHM, modalidad virtual.

Tabla 2 y Figura 5: Nivel de profundización expresado según las categorías en TTL y en SHM, modalidad virtual.

Tabla 3: Modificaciones realizadas y propuestas de nuevos modelos en TTL y en SHM, modalidad virtual.

Figura 6: Modificaciones realizadas en TTL y en SHM, modalidad virtual.

Figura 1. Ejercicio propuesto para análisis crítico de modelos en el área TTL, tanto para la modalidad virtual como presencial.

- Analizar los siguientes modelos de "disco intercalar" en células musculares cardíacas, tomados de diferentes autores:

- Fibra muscular cardíaca (de Tórtora – Derrickson)
- Vista tridimensional de un disco intercalar (de Ross – Kaye - Pawlina)
- Microscopía electrónica de dos células musculares cardíacas unidas por un disco intercalar (de Ross – Pawlina)
- ¿Cuál de los modelos te parece más comprensible? ¿Por qué?
- ¿Qué modificaciones introducirías a el/los modelos?

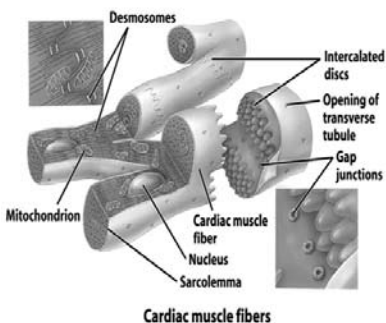


Figure 20-6a Principles of Anatomy and Physiology, 11e © 2008 John Wiley & Sons

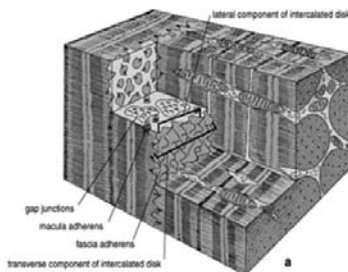


Figure 10.15a. Three-dimensional view of an intercalated disk.

Copyright © 2011 Lippincott Williams and Wilkins

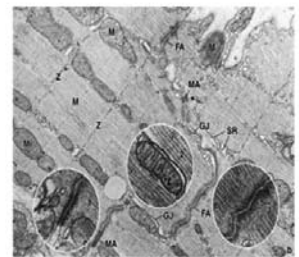


Figure 10.15b. EM of two cardiac muscle cells joined by an intercalated disk. L1C, macula adherens; FA, fascia adherens; GJ, gap junctions; M, mitochondria; SR, sarcoplasmic reticulum; Z, Z line; A-C, M line. Inset 1. Enlargement of macula adherens. X42,000x. Inset 2. Enlargement of gap junction. X42,000x. Inset 3. Enlargement of fascia adherens. X42,000x.

Copyright © 2011 Lippincott Williams and Wilkins

Figura 2. Ejercicio virtual para análisis crítico de modelos en el área SHM

- Analice el modelo de glomérulo presentado (tomado de Tortora y Derrickson, 2008) y responda:

- Mencione al menos tres características detalladas en el mismo que le permitieron comprender mejor la función del glomérulo
- Proponga al menos una modificación, en forma escrita o gráfica, que realizaría para optimizar el modelo.

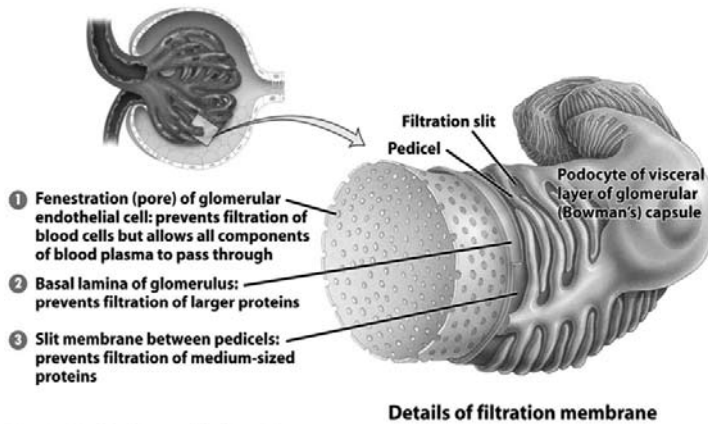


Figure 26-8a Principles of Anatomy and Physiology, 11/e © 2006 John Wiley & Sons

Figura 3. Ejemplo de modelo enviado por una alumna de la barrera de filtración glomerular

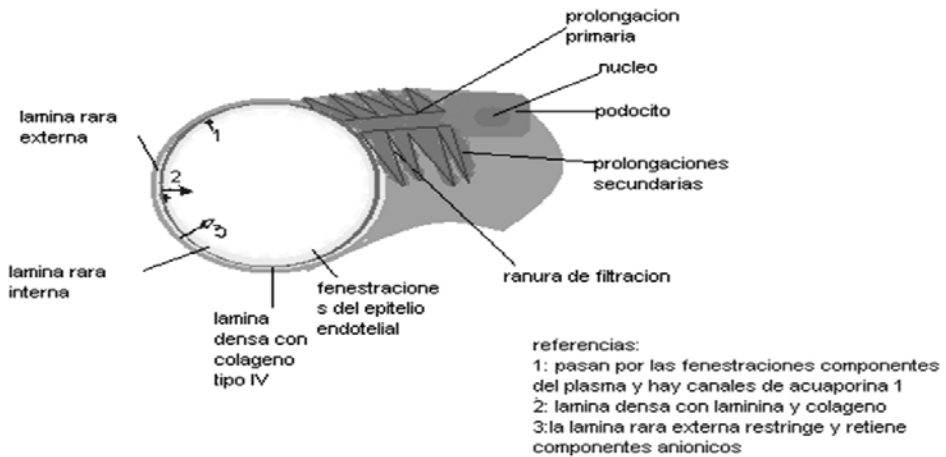


Tabla 1. Porcentajes de participación de los alumnos en TTL y SHM virtual.

| | TTL (en %) | SHM (en %) |
|------------------------------|------------|------------|
| Participación de los alumnos | 52,8 | 87,7 |

Figura 4. Porcentajes de participación de los alumnos en TTL y SHM virtual

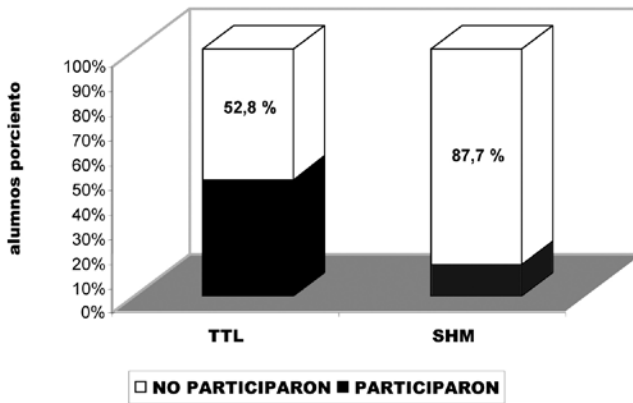


Tabla 2. Nivel de profundización expresado según las categorías en TTL y en SHM virtual

| Nivel de profundización | TTL | SHM |
|---|-------|-------|
| Utilización de conceptos relacionados fundamentalmente con microscopía óptica | 54,6% | 34,4% |
| Utilización de conceptos relacionados con microscopía electrónica | 36,4% | 57,8% |
| Incorporación de conceptos de biología molecular | 9,0% | 7,8% |

Figura 5. Nivel de profundización expresado según las categorías en TTL y en SHM virtual

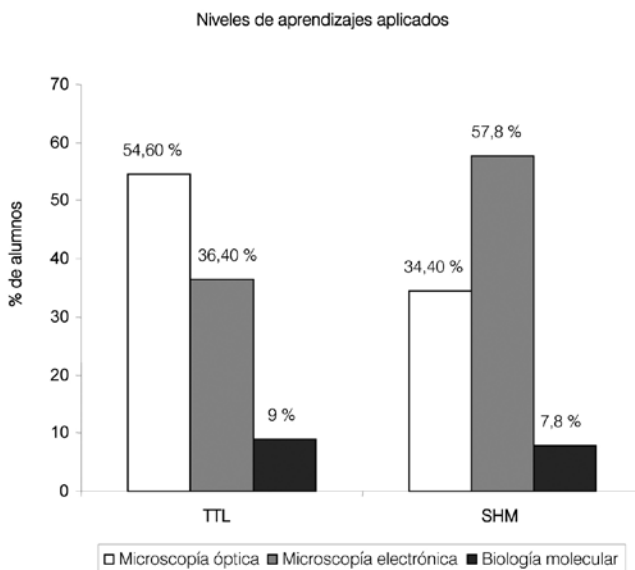


Tabla 3. Modificaciones realizadas y propuestas de nuevos modelos en TTL y en SHM virtual

| Área | Modificaciones fundamentadas | | Modificaciones poco relevantes | Ninguna modificación |
|------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | Proponen nuevos modelos | No proponen nuevos modelos | | |
| TTL | 0 | 45,4 | 25,5 | 29,1 |
| SHM | 37,5 | 14,0 | 39,1 | 9,4 |

Figura 6. Modificaciones realizadas en TTL y en SHM virtual

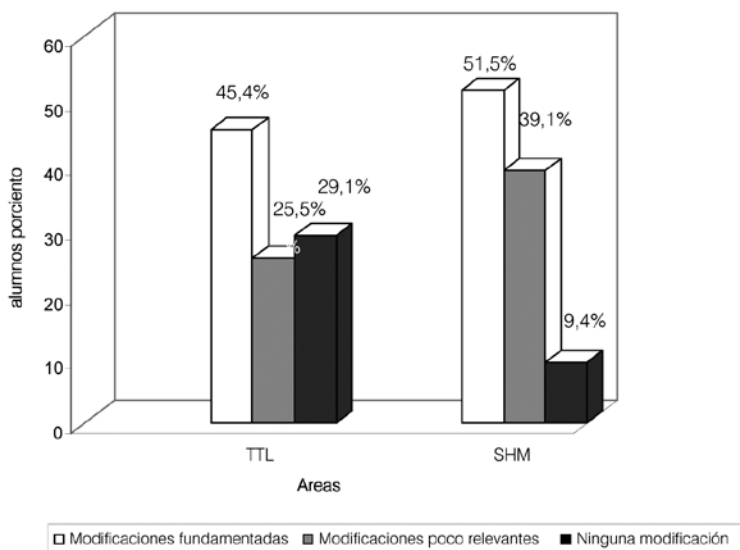


Figura 7. Propuesta de nuevos modelos en TTL y en SHM, modalidad virtual.

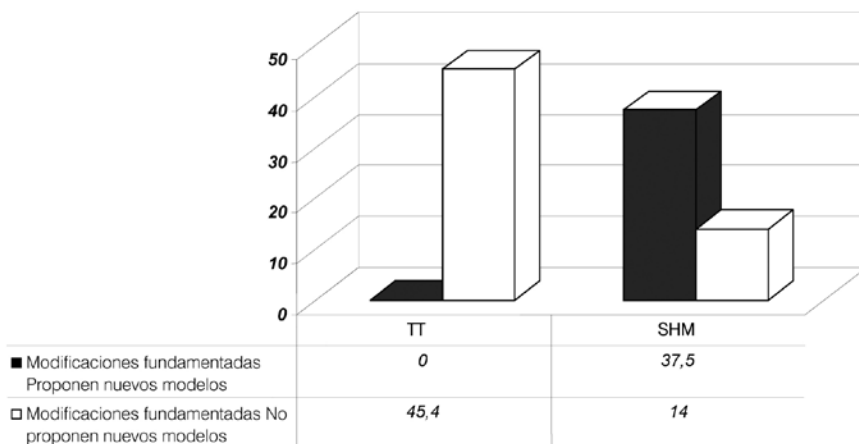


Figura 7: Propuesta de nuevos modelos en TTL y en SHM, modalidad virtual.

Resultados de la Experiencia N° 1' en TTL presencial:

En el 100% de los participantes se pudo evaluar:

- Respecto a los análisis: quienes incorporaron conceptos relacionados fundamentalmente a la microscopía óptica (40%), quienes los relacionaron con la microscopía electrónica (53,3%); y quienes consideraron además conceptos de biología molecular (6,7%).
- Los porcentajes de las tres categorías, en relación a las modificaciones de los

modelos presentados que propusieron los alumnos fueron:

Modificaciones fundamentadas (33,3%); Modificaciones poco relevantes (40%); y No proponen modificaciones (26,7%). Ningún alumno propuso nuevos modelos.

El 100% de los grupos tutoriales manifiesta la aceptación de los modelos tridimensionales como más comprensibles en comparación con el modelo a la microscopía electrónica.

Se pudo observar además, que quienes logran interrelacionar la microscopía óptica con la electrónica son los grupos que mayor aportes realizaron respecto a modificaciones a los modelos presentados.

Tabla 4. Porcentajes de participación de los alumnos en TTL, modalidad presencial

| | TTL (en %) |
|------------------------------|------------|
| Participación de los alumnos | 100 |

Tabla 5. Nivel de profundización expresado según las categorías en TTL, modalidad presencial

| Nivel de profundización | |
|---|------|
| Utilización de conceptos relacionados fundamentalmente con microscopía óptica | 40 |
| Utilización de conceptos relacionados con microscopía electrónica | 53,3 |
| Incorporación de conceptos de biología molecular | 6,7 |

Tabla 6. Modificaciones realizadas y propuestas de nuevos modelos en TTL, modalidad presencial.

| Área | Modificaciones fundamentadas | | Modificaciones poco relevantes | Ninguna modificación |
|------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | Proponen nuevos modelos | No proponen nuevos modelos | | |
| TTL | 0 | 33,3 | 40 | 26,7 |

Se adjuntan Tabla 4; Tabla 5 y Tabla 6, referidas a los resultados obtenidos aplicando modalidad presencial.

5. Discusión y conclusiones

Distintos trabajos dan cuenta del valor de los modelos como facilitadores de la comprensión de los conceptos científicos por los estudiantes [7,8]. Los modelos son inherentes a la producción, divulgación y aceptación del conocimiento generado por la ciencia, actuando como un puente entre las teorías científicas y el mundo tal como es experimentado.

Ha sido recién en la década pasada cuando se produjo el reconocimiento de su valor en la educación científica [9]. Es cuando se describe a un modelo como un intermediario entre las abstracciones de la teoría y las acciones concretas de un experimento.

Se han propuesto distintas formas de clasificación de los modelos. Buckley y cols. [10] clasificaron a los modelos como dinámicos o estáticos, determinísticos o estocásticos, materiales o simbólicos.

Es muy válida para nuestra experiencia la consideración de la existencia de modelos mentales causales. Bajo esa denominación se incluye a aquellos modelos mentales que permiten a un sujeto avanzar en la comprensión desde la estructura de un objeto o sistema hasta su funcionamiento. Al respecto se presentan cuatro etapas: 1- la representación del sistema (su estructura), 2- visualizar el sistema (cómo funciona), 3- ejecutar el sistema (imaginarlo funcionando o simulación mental), y 4- comparar con la realidad los resultados imaginados del modelo [11].

Para el área biológica los modelos representan las instancias de pensamiento a los cuales deben recurrir los alumnos para

poder lograr la comprensión de aquellos fenómenos u observaciones, a los que no pueden acceder mediante los instrumentos de que disponen [12].

En un trabajo relacionado a esta temática [13] se concibió a la modelización para la enseñanza de la biología del desarrollo como una serie de actividades en las cuales los estudiantes utilizaron diferentes formas de representación de los conceptos desarrollados para formular descripciones y explicaciones de los mismos, elaboraron sus propias representaciones, analizaron críticamente los modelos utilizados (señalando su utilidad y sus limitaciones), y los compararon con modelos presentados por libros de texto y publicaciones científicas.

En el caso particular de las ciencias morfológicas, la representación de diferentes tipos de modelos ayuda al estudiante a crear una imagen mental tridimensional apropiada de una célula, tejido u órgano, a partir de la imagen bidimensional que le brinda el microscopio óptico, lo que le permite entender cómo funciona y cómo se ubica espacialmente en el organismo vivo.

Si sumado a la comprensión de modelos propuestos por diferentes autores el estudiante puede lograr construir modelos propios, o modificar eficazmente modelos propuestos al encontrar alternativas superadoras, estaremos proponiendo actividades que implican un alto grado de comprensión y procesos mentales de orden superior.

Con respecto a la experiencia concreta realizada mediante una propuesta virtual progresiva y una propuesta presencial de análisis de modelos morfológicos para alumnos de la Carrera de Medicina, se puede expresar lo siguiente.

Para la experiencia virtual: se observó que el grado de participación de los alum-

nos fue importante, y se incrementó con el avance del cursado a lo largo del año. La participación en el ejercicio virtual propuesto al final de la última área fue significativamente mayor que en la primera experiencia, expresando este resultado la clara motivación que tuvieron los alumnos de participar de la misma, la cual no era de carácter obligatorio.

El grado de complejidad de conceptos utilizados fue muy satisfactorio, expresado en el importante porcentaje de estudiantes que encontró relaciones entre los conceptos, muy bien interpretados a la luz de la microscopía óptica, con sus expresiones a la microscopía electrónica. La incorporación de relaciones con conceptos provenientes de la biología molecular, denotan un alto grado de complejidad en el proceso de interpretación de estos modelos.

Respecto a las propuestas de modelos alternativos, casi la mitad de los participantes hicieron modificaciones relevantes y bien fundamentadas, en las dos instancias de ejercicio virtual, siendo minoritarias las propuestas irrelevantes o carentes de fundamentación.

El 29, 1 % de los alumnos optó por no proponer ninguna modificación en el área TTL, y esta situación se redujo a un número mucho menor (9,4%) cuando se les presentó el ejercicio virtual al final del cuatrimestre.

En cuanto a proponer modelos nuevos, el 37, 5 % de los alumnos que realizaron la actividad virtual en el área SHM diseñó nuevos modelos utilizando para ello diferentes programas de computación, así como también esquemas en lápiz y papel que fueron posteriormente escaneados y subidos al entorno virtual. En este punto es esclarecedor para la interpretación de estos resul-

tados la importancia que tiene el hecho de que la modalidad virtual permitió una flexibilidad de tiempo y espacio para que los alumnos puedan trabajar en las propuestas con tranquilidad, fuera de los horarios apremiantes de cursado y con numerosos recursos informáticos disponibles, como programas de diseño gráficos, búsqueda de información en internet, etc.

Para la experiencia presencial: en esta instancia fueron menos significativos los logros sugiriendo que los alumnos dispusieron de menor cantidad de recursos (sólo lápiz y papel) para realizar modificaciones o para proponer nuevos modelos, no tuvieron acceso a internet para la búsqueda de información, y el tiempo de trabajo estuvo limitado al horario de la clase de tutoría (2 horas).

Considerando que entre los requisitos para una enseñanza de las ciencias acorde con la concepción contemporánea de las mismas [14] se encuentran contemplar a la ciencia como construcción de modelos provisionales, mediante esta experiencia se buscó desafiar a los estudiantes a interpretar críticamente modelos propuestos por la bibliografía sugerida para el estudio de las diferentes áreas mediante distintas instancias (virtual y presencial) promoviendo en los estudiantes la ejercitación en el manejo de recursos virtuales (realizar dibujos y esquemas de modelos celulares e histológicos en diferentes programas de computación) así como de recursos presenciales (realizar esquemas de modelos en lápiz y papel).

A través de ellos los alumnos lograron preservar la estructura conceptual del modelo consensuado, demostraron el constante y dinámico interjuego a través de la acción en ciencia y negociaron con sus conocimientos previos para proveer modos

en los que pudieron construir su comprensión personal de la ciencia.

En este sentido con la ejercitación presentada se crearon situaciones complejas, que pusieron en juego la interpretación, la síntesis, la inferencia, la identificación de la actividad problema, el análisis crítico de los diferentes modelos, demostrando el logro de aprendizajes significativos disciplinares.

Referencias bibliográficas

1. Alves L.R.G. y Novas, C. (2002). La educación y los desafíos de la revolución digital. Universidad Federal de Bahía, Brasil. E-digital, Montevideo.
2. Salinas, J. (1999). Rol del profesorado universitario ante los cambios de la era digital. Perfeccionamiento integral del profesor universitario. En: Primer Encuentro Iberoamericano. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
3. Muñoz, J. (2008). Espacio de la virtualidad y de la semipresencialidad en la Educación Superior, dentro de los nuevos paradigmas de la pedagogía y de la didáctica. En: VI Taller Internacional de Pedagogía de la Educación Superior del VI Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2008. La Habana, Cuba.
4. Uñantes, G.; Reynoso, E.; Brescia, M. (2003). E-learning: cambiando paradigmas en capacitación. UNED, España.
5. Barbach, N.; Chamizo, E.; Fabro, A.; Fuentes, M.; Costamagna, A. (2008). Método de aprendizaje basado en problemas: la comprensión de contenidos disciplinares en Medicina". Revista FABICIB. Volumen 12. Páginas 185-196. Ediciones UNL, ISSN: 0329-5559 incorporada al Latindex e indexada en EBSCO. Revista con referato internacional. Santa Fe.
6. Costamagna, A. (2008). Las prácticas disciplinares y el cambio conceptual en el aprendizaje basado en problemas. Memorias del 6° Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2008. Ed. Desoft S.A. Vedado, Plaza de la Revolución. Ciudad de La Habana, Cuba. Capítulo: Medicina 33(1-8)
7. Huddle, A. P.; White, M. D. y Rogers, F. (2000). Using a teaching model to correct known misconceptions in electrochemistry. Journal of Chemical Education, 77(1), 104-110.
8. Harrison, A. y Treagust, D. (2000). A typology of school science models. International Journal of Science Education, 22 (9), 1011-1026.
8. Gobert, J. y Buckley, B. (2000). Introduction to model - based teaching and learning in science education. International Journal of Science Education, 22 (9), 891-894.
10. Buckley, B.C., Boulter, C. y Gilbert, J. (1997). Towards a typology of models for science education. Reading UK: Faculty of Education and Community Studies. The University of Reading.
11. Moreira, M.A. (1999). Modelos mentales. Texto de Apoyo n° 8. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos, Burgos, España.
12. Cañal, P. (2011). Biología y Geología. Investigación, Innovación y buenas prácticas. Editorial Grao. Barcelona. España.
13. Felipe, A. E., Gallarreta, S. C. y Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 3
14. Jiménez, M.P. y Sanmartí, N. (1999). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. En: L. Del Carmen (comp.), La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria (17-45). Bs. Aires: Ed. Horsori.