

Departamento de Morfofisiología. Filial Morón de Ciencias Médicas. Ciego de Avila.

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA BIOQUÍMICA EN LA LICENCIATURA EN “TECNOLOGÍAS DE LA SALUD”

Anabel Cepero Rodríguez¹, Lizet Leyva Herrera², Maricela Lara Villa³.

RESUMEN

La asignatura Bioquímica, incluida en el currículo de la Licenciatura en Tecnología de la Salud, se imparte como una de las Ciencias Básicas del nuevo modelo pedagógico de formación del tecnólogo de la salud. El proceso de aprendizaje de la asignatura requiere de medios de enseñanza que incentiven el interés del alumno, y faciliten el autoestudio. El diseño, desarrollo y aplicación de una multimedia educativa que permita la visualización de los complejos procesos que esta ciencia describe puede hacer posible la accesibilidad del contenido a aprender, y junto con ello, una efectiva autoevaluación. La implementación de la multimedia desarrollada mediante un ensayo experimental resultó en un rendimiento académico superior. Las nuevas tecnologías de la Informática y las Comunicaciones pueden convertirse en instrumentos valiosos para la presentación visual y auditiva de contenidos complejos para el tecnólogo de la salud en formación, y con ello, el desarrollo de las habilidades de hacer, saber hacer y crear, necesarias en el desempeño futuro del tecnólogo.

Descriptores DeCS: Software educativo / Autogestión del conocimiento / Evaluación formativa / Aprendizaje / Medios de enseñanza / Informática / Comunicación / Nuevas tecnologías / Biotecnología / Ciencias Médicas.

¹ Profesor titular de Bioquímica. Jefe del Departamento de Ciencias. ² Especialista de Primer Grado en Pediatría.

³ Máster en Nutrición en Salud Pública. Profesor Instructor

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales se presentan excelentes oportunidades para la Informática educativa mediante la introducción de las nuevas tecnologías de la Informática y las Comunicaciones como medios de enseñanza en las Ciencias Básicas.¹ La informática, como medio instrumental y cognitivo, puede potenciar tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje, como la educación general integral.²⁻³ Por su parte, la computación ofrece la posibilidad de (auto)gestionar el conocimiento con mayor calidad. Para lograrlo, se hace necesario que se exploten todas las alternativas posibles que aportan estas herramientas informáticas.⁴ En la misma medida en que se apropia de conocimientos mediante el uso de las tecnologías educativas, el alumno también adquiere y desarrolla su pensamiento lógico con una mayor efectividad cognoscitiva a través de una enseñanza interactiva; y desarrolla la capacidad de pensar y de aprender a aprender y a pensar, todo ello como resultado de una mayor motivación, gracias a la inclusión de actividades de aprendizaje diferentes de las tradicionales.⁵⁻⁶

La asignatura Bioquímica forma parte del currículo de la Licenciatura en Tecnología de la Salud, y se imparte como una de las Ciencias Básicas del nuevo modelo pedagógico de formación del tecnólogo en salud. Esta asignatura tiene como objetivo general el estudio e interpretación de la relación estructura-función de las biomoléculas que integran el cuerpo humano y que participan en los distintos procesos vitales. El contenido de la asignatura es particularmente complejo, y se encuentra sujeto a constante renovación, debido a los descubrimientos que casi a diario ocurren en la disciplina. En consecuencia, el aprendizaje de la Bioquímica puede ser un reto formidable para el alumno, habida cuenta además de

que es obligatoria la interrelación de conocimientos aportados por otras ciencias, como la Morfofisiología, la Genética, y la Inmunología, por mencionar algunas.

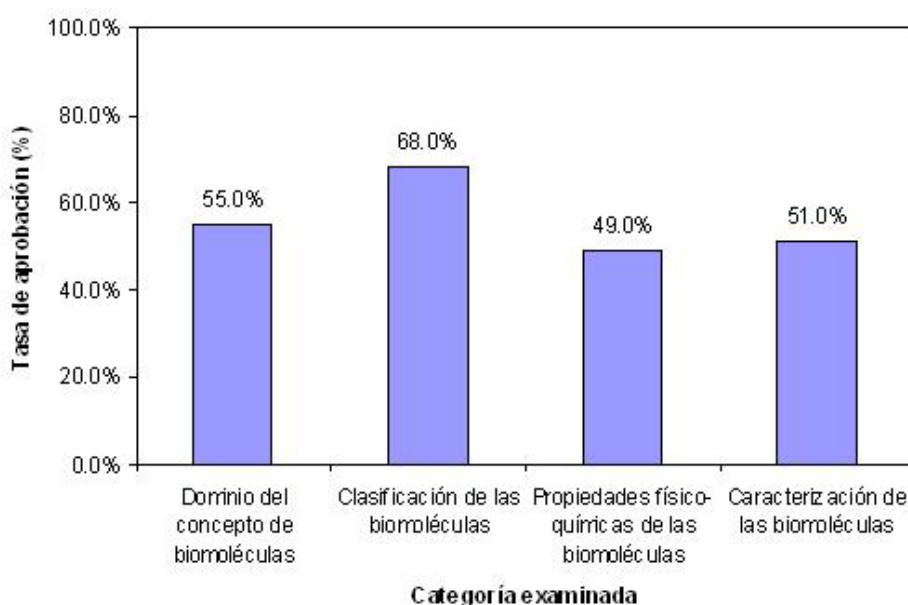
Por todo lo anterior, no es de extrañar entonces que se hayan presentado dificultades durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Bioquímica en la Licenciatura en Tecnologías para la Salud. En un estudio diagnóstico realizado en el bienio 2009-2010 se constató un bajo rendimiento académico del estudiante, la no asimilación de los contenidos del programa, y sobre todas las cosas, la ausencia de motivación hacia la asignatura (Figura 1). El estudio diagnóstico reveló otras insuficiencias del proceso docente-educativo: carencia de personal universitario especializado que pueda ser útil para la enseñanza de la asignatura; bibliografía insuficiente; insuficiente dominio por el estudiante de conocimientos esenciales de la Química general y la Química orgánica; empleo de métodos tradicionales de enseñanza de la asignatura Bioquímica que causan desmotivación del estudiante; poca vinculación de la asignatura con el perfil de la carrera; insuficientes manuales de aprendizaje y guías de autoestudio; y ausencia de materiales didácticos elaborados en formato digital para enseñanza de la Bioquímica; y pobre gestión del conocimiento, junto con ausencia y/o uso insuficiente de recursos para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura por el sistema universitario provincial de bibliotecas.⁷

La enseñanza de la asignatura Bioquímica dentro de la Licenciatura en Tecnologías de la Salud requiere de medios que incentiven el interés del alumno. La elaboración de una multimedia educativa mediante el cual se visualicen los intrincados procesos que ocurren en la célula podría facilitar el acceso al alumno de los contenidos de la asignatura, el autoestudio, la autoevaluación, y la necesaria

retroalimentación.⁷ En el presente trabajo se muestra el diseño, desarrollo y evaluación mediante un ensayo experimental, de la multimedia educativa “Bioquímica”, orientada a la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura Bioquímica dentro de la carrera Licenciatura de Tecnologías de la Salud.⁸

aprendizaje y evaluación de los contenidos de la asignatura durante el II año del curso regular de la carrera Licenciatura en Tecnología de la Salud. La Tabla 1 muestra los temas incorporados en la multimedia educativa “Bioquímica”. El contenido de cada una de las secciones se organizó

Figura 1. Estado del dominio de los contenidos de la asignatura Bioquímica I entre los alumnos del año II del curso regular diurno de la carrera Licenciatura de Tecnologías de la Salud.



Fuente: Registros del estudio diagnóstico efectuado en el curso 2009-2010. Filial Morón de Ciencias Médicas. Morón. Ciego de Avila. Resultados inéditos.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de la multimedia educativa “Bioquímica”: La multimedia educativa “Bioquímica” se concibió como un componente central del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Bioquímica I, al actuar como un soporte material de los métodos de enseñanza,

jerárquicamente, de acuerdo con la complejidad del proceso de enseñanza y aprendizaje, a fin de guiar al alumno en la comprensión y aprehensión de elementos de la asignatura cada vez más profundos y abarcadores. En cada sección se incluyeron gráficos representativos y animaciones para hacer más asequible la comprensión del tema a aprender; y referencias significativas

para el autoestudio del alumno. Además, cada sección se complementó con preguntas, problemas y situaciones hipotéticas, todas ellas orientadas a la autoevaluación del estudiante.

Tabla 1. Temas incorporados en la multimedia educativa "Bioquímica", para uso en la enseñanza de la Bioquímica durante el Semestre I del curso regular de la Licenciatura en Tecnologías de la Salud.

• Introducción a la Bioquímica
• Precusores. Estructura, niveles de organización y propiedades
• Macromoléculas. Estructura, niveles de organización y propiedades. Función Biológica
• Membranas biológicas
• Genética molecular

La Figura 1 muestra la ventana inicial de la multimedia educativa "Bioquímica". La ventana inicial está ilustrada con imágenes alusivas a los múltiples usos de la Bioquímica en las diferentes ramas de la Salud, a saber: la alimentación y la nutrición saludables, la elaboración de alimentos, la higiene de los alimentos, y la producción de biofármacos y estuches diagnósticos mediante técnicas novedosas de Biotecnología. En la esquina superior derecha de la ventana se han colocado sendos botones para "Minimizar" la aplicación el uno, y "Cerrar" y abandonar la multimedia el otro.

La ventana inicial de la multimedia le ofrece al alumno 5 submenús diferentes: Programa, Historia, Temas, Guías de estudio y Videos. El alumno accede de forma didáctica al sistema de conocimientos, de habilidades y valores comprendidos en el programa de la asignatura acorde al diseño curricular de la disciplina. La opción "Programa" permite la consulta de los contenidos de la asignatura en los diferentes perfiles que contemplan la enseñanza de la

misma. La segunda opción "Historia" muestra los antecedentes históricos de la Bioquímica desde los registros más antiguos de la humanidad hasta el momento actual. La tercera opción "Temas" sirve para seleccionar los temas que integran el programa de Bioquímica I. Una vez invocada, aparece una ventana desde donde el alumno puede escoger el tema a estudiar. Seleccionado el tema, se le muestran al alumno los principales conceptos a aprender del estudio del mismo, las estructuras bioquímicas de las macromoléculas objeto de estudio, la localización celular de los procesos bioquímicos, y las funciones biológicas y biomédicas de las macromoléculas en cuestión. La cuarta opción "Guías de estudio" hace posible el acceso a cuestionarios y guías de estudio contentivos de ejercicios de autoevaluación, y donde se incluyen situaciones problemáticas a resolver para cada tema. Según la calidad de la respuesta del alumno, aparecerá un comentario apropiado, garantizándose así el proceso de interacción, motivación y sistematización del aprendizaje. La quinta opción "Videos" permite acceder al submenú "Galería de Videos" (expuesto en la Figura 3), de donde el alumno puede escoger diferentes materiales audiovisuales de actualidad científico-técnica e ilustrativos de las numerosas aplicaciones de la Bioquímica, tales como (para citar solo una) la ingeniería genética.

Desarrollo de la multimedia educativa "Bioquímica": En la confección de las diferentes pantallas de la multimedia se emplearon colores no irritantes para la vista del usuario. El entorno de navegación de la multimedia educativa "Bioquímica" se construyó con el programa Multimedia Builder®© versión 4.9.6a (WINDOWS, Microsoft, Redmond, Virginia, Estados Unidos). Las imágenes, ilustraciones y dibujos se confeccionaron/trataron con Adobe Photoshop (Adobe Systems, Estados

Unidos), PhotoImpact (Ulead Systems, Estados Unidos), y CorelDRAW (Corel Corporation, Ottawa, Canadá). El material gráfico y audiovisual incluido en la multimedia educativa se seleccionó teniendo en cuenta que sirviera para mostrar el uso novedoso de la Bioquímica en la conducción de técnicas diagnósticas, aplicaciones de ingeniería genética, y la conservación del medio ambiente; todo lo cual para facilitar la apropiación de los contenidos por el alumno.

intranet de los laboratorios de Informática de la Filial Morón de la Facultad de Ciencias Médicas (Morón, Ciego de Avila, Cuba) como un documento complementario de la autopreparación de los estudiantes para las clases-encuentro de la asignatura y la solución de tareas y seminarios orientados durante el Semestre I del curso 2009-2010.

Evaluación de la multimedia educativa “Bioquímica”: La utilidad de la multimedia educativa “Bioquímica” se evaluó mediante

Figura 2. Multimedia educativa “Bioquímica”. Ventana principal.



Implementación de la multimedia educativa “Bioquímica”: La multimedia educativa “Bioquímica” se colocó en la

un ensayo experimental conducido con estudiantes de la Carrera de Tecnología de la Salud del año II del curso regular del perfil

Laboratorio Clínico y Podología. Los estudiantes fueron informados sobre los objetivos y las características del ensayo, y el modo de empleo de la multimedia educativa “Bioquímica”. El ensayo se condujo en el Semestre I del curso 2009-2010. La unidad “Proteínas” de la asignatura Bioquímica I fue escogida para la evaluación del uso de la multimedia educativa. La unidad “Proteínas” incluyó un seminario donde la apropiación de los contenidos se midió mediante preguntas orientadas, que fueron respondidas oralmente por el alumno.

contenidos de la unidad “Proteínas”, y la preparación de las actividades evaluativas extraclases. Al término del período de evaluación de la multimedia, se aplicaron los exámenes programados para medir la apropiación de los contenidos impartidos. Los resultados obtenidos con el uso de la multimedia se compararon con los observados en igual momento del curso en el anterior año lectivo 2008-2009, cuando se utilizaron los medios tradicionales de enseñanza. Adicionalmente, se aplicaron sendas encuestas a los estudiantes y los profesores de la disciplina para medir la

Figura 2. Opción “Galería de Videos”. Multimedia educativa “Bioquímica”.



La multimedia educativa fue utilizada por el alumno como material de estudio independiente durante el aprendizaje de los

aceptación y utilidad de la multimedia educativa.

Control de calidad del proceso de enseñanza de la asignatura de Bioquímica:

En los cursos lectivos objeto de comparación se impartieron íntegramente los temas del programa de Bioquímica I. Los estudiantes ingresaron a la Carrera de Tecnología de la Salud después de aprobar las correspondientes pruebas de ingreso. La edad promedio de los estudiantes fue de 19 años. La asistencia a clases fue como sigue: *Grupo control*: Curso 2008-2009: 95% vs. *Grupo experimental*: Curso 2009-2010: 97% ($p > 0.05$). El tamaño de los grupos en comparación fue similar: *Grupo control*: 27 alumnos vs. *Grupo experimental*: 28.

El programa impartido en ambos cursos fue idéntico en cuanto a los contenidos y niveles de complejidad. Se hicieron inspecciones docentes para documentar la marcha del proceso docente-educativo, como está contemplado en la carpeta metodológica de la asignatura.

La calidad de las clases impartidas y el impacto del uso de la tecnología educativa en cuanto a la motivación de, y la apropiación del contenido por, el estudiante se midieron mediante evaluaciones sistemáticas y regulares hechas durante el transcurso del semestre, y la celebración de un examen escrito al cierre de la primera mitad del semestre I, que incluyó preguntas con situaciones problemáticas, preguntas cerradas y preguntas abiertas.

La apropiación de los contenidos de la asignatura Bioquímica I, y la transformación del estudiante en función del grado de conocimiento alcanzado y el desarrollo de habilidades en la asignatura impartida durante el segundo año de la carrera Tecnologías de la Salud mediante el uso del mediador didáctico construido, se evaluó de las notas alcanzadas en el seminario y la prueba semestral parcial. La existencia de diferencias entre los grupos objeto de comparación respecto de la distribución de las notas recibidas en el seminario y la

prueba parcial después de la utilización del mediador didáctico en el curso 2009-2010 se evaluó mediante el test de comparación de proporciones independientes basado en la distribución normal.⁹ Se utilizó un nivel de significación del 5% para denotar las diferencias observadas como significativas.

RESULTADOS

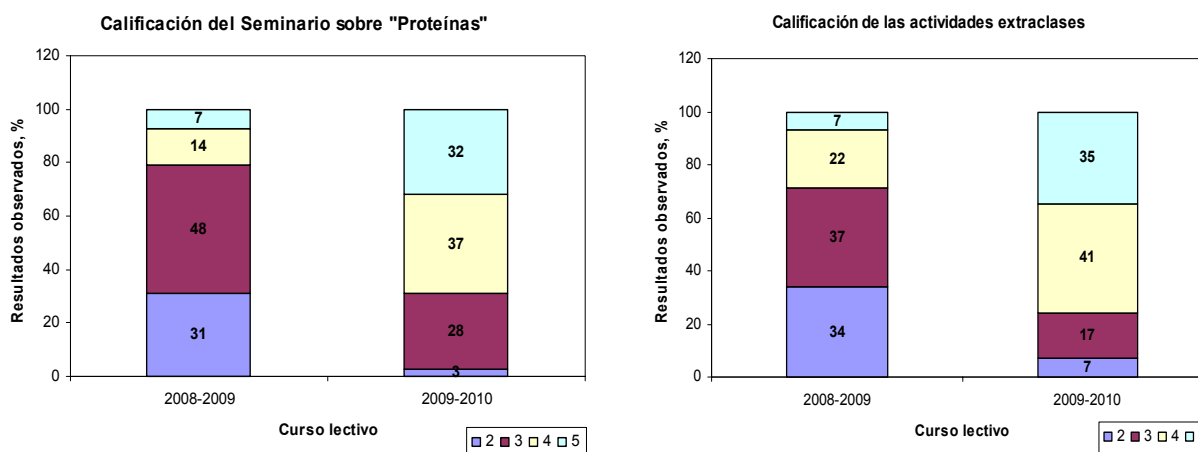
La Figura 1 muestra los resultados de las calificaciones correspondientes del Seminario contemplado en la unidad "Proteínas", y los trabajos extraclases, de la asignatura Bioquímica I de la carrera de Tecnología de la Salud del año II del curso regular diurno del perfil Laboratorio Clínico y Podología. El uso de la multimedia educativa resultó en una mayor proporción de calificaciones satisfactorias después de la aplicación del seminario contemplado en la unidad: Notas "4" + "5": *Curso 2008-2009*: 21.0% vs. *Curso 2009-2010*: 69.0% ($\chi^2 = 54.7$; $p < 0.05$). Asimismo, la introducción de la multimedia educativa como herramienta auxiliar en la preparación de las actividades extraclases trajo consigo un mejor desempeño del alumno: Notas "4" + "5": *Curso 2008-2009*: 29.0% vs. *Curso 2009-2010*: 76.0% ($\chi^2 = 49.6$; $p < 0.05$).

La Figura 2 muestra el estado de las evaluaciones sistemáticas y finales parciales acumuladas por el alumno durante el tránsito por la unidad "Proteínas" de la asignatura Bioquímica I. La introducción de la multimedia educativa produjo mejoras en las evaluaciones sistemáticas hechas durante la unidad: Notas "4" + "5": *Curso 2008-2009*: 12.0% vs. *Curso 2009-2010*: 58.0% ($\chi^2 = 49.8$; $p < 0.05$). Igualmente, la evaluación final parcial fue significativamente mejor en los alumnos que usaron la multimedia educativa: Notas "4" + "5": *Curso 2008-2009*: 55.0% vs. *Curso 2009-2010*: 68.0% ($\chi^2 = 17.3$; $p < 0.05$).

Finalmente, el 98.0% de los estudiantes, y el 99.0% de los profesores, declararon en la encuesta administrada que la multimedia educativa "Bioquímica" empleada como mediadora del proceso docente-educativo era una opción novedosa para agilizar la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura Bioquímica I.

el profesor, se necesita que despliegue todos los recursos comunicativos posibles para hacerle comprender al alumno las interioridades del fenómeno bioquímico que presenta en la clase, y la relevancia que tiene éste para situaciones problemáticas ulteriores.¹² En tal sentido, resultaron interesantes las conclusiones del estudio

Figura 1. Impacto de la multimedia educativa "Bioquímica" en el desempeño docente del alumno en la unidad "Proteínas" de la asignatura Bioquímica I. *Izquierda:* Calificaciones observadas a la conclusión del Seminario contemplado en la unidad "Proteínas". *Derecha:* Calificaciones de las actividades extraclases de la unidad "Proteínas".



Fuente: Registros docentes de la asignatura "Bioquímica I".
Fecha de cierre de los registros: 2 de Enero del 2011.

DISCUSIÓN

La enseñanza de la asignatura Bioquímica representa un reto formidable tanto para el alumno como para el profesor. Se trata de que el alumno incorpore y se apropie de elementos del conocimiento que le serán fundamentales en la comprensión de fenómenos relacionados con el par dialéctico salud-enfermedad, pero que le pueden resultar abstractos y distantes por la elevada síntesis informativa que incorporan.¹⁰⁻¹¹ Para

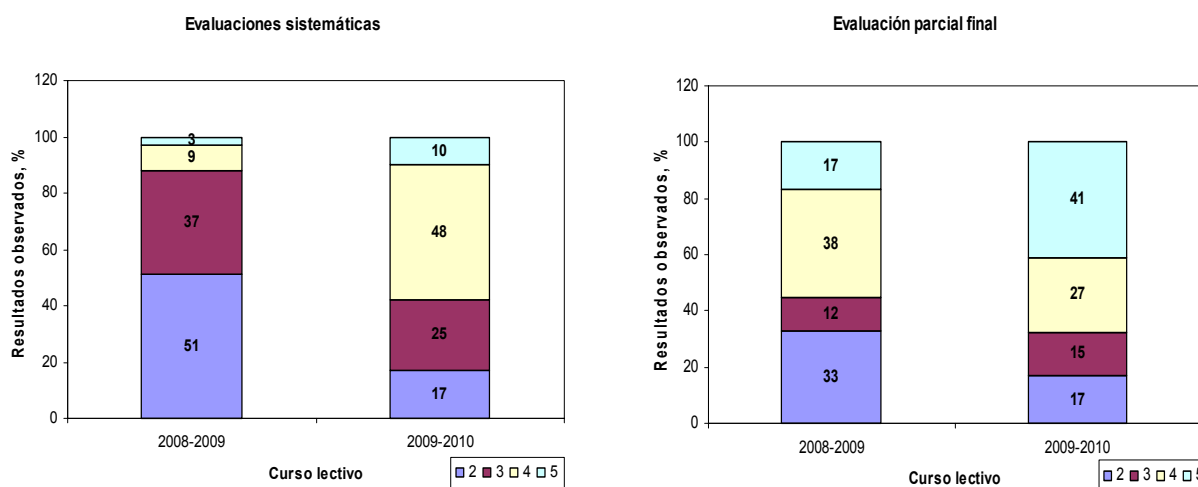
diagnóstico completado en la institución de pertenencia de las autoras para detectar los temas de la asignatura Bioquímica que comportaban mayores dificultades cognoscitivas en el proceso de aprendizaje y apropiación. Para los estudiantes, la caracterización físico-química de las biomoléculas que integran el cuerpo humano, y la interacción de las mismas en los fluidos biológicos, debido a la introducción de conceptos tales como la organización de la biomolécula en niveles de

estructura, y las diferentes formas que puede adoptar en un fluido en condiciones especificadas.

integradoras y sistematizadoras de los contenidos de Bioquímica.

Es por ello que a partir del curso lectivo

Figura 2. Impacto de la multimedia educativa “Bioquímica” en las evaluaciones sistemáticas y parcial final de la unidad “Proteínas” de la asignatura Bioquímica I. *Izquierda*: Calificaciones observadas a la conclusión del Seminario contemplado en la unidad “Proteínas”. *Derecha*: Calificaciones de las actividades extraclases de la unidad “Proteínas”.



Fuente: Registros docentes de la asignatura “Bioquímica I”.

Fecha de cierre de los registros: 2 de Enero del 2011.

Según el criterio de los profesores, existe muy poco tiempo para temas tan complejos como el dedicado a las macromoléculas, y en particular, para el estudio de los ácidos nucleicos y proteínas, que se destacan por su valor informacional, lo que ciertamente repercute en el desempeño del estudiante durante el tránsito por la asignatura. Por consiguiente, ha sido una demanda constante en los colectivos de la asignatura y los talleres de socialización la necesidad de mejorar los métodos y medios de enseñanza para estas materias de alta complejidad y abstracción mediante herramientas informáticas que sean motivadoras,

2009-2010 el colectivo de la disciplina se ha propuesto desarrollar varios mediadores educativos aprovechando la extensión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a las escuelas de Ciencias Médicas y especialidades afines. Este trabajo ha presentado el diseño de una multimedia educativa orientada a la enseñanza de la asignatura Bioquímica, y que provee un entorno amigable donde el alumno puede acceder a gráficos ilustrativos, representaciones esquemáticas, animaciones e incluso documentales que le sirven para “visualizar” los conceptos fundamentales de la Bioquímica, a fin de poderlos comprender, integrar y aplicar

creadoramente en la solución de situaciones problemáticas. El diseño de la multimedia educativa "Bioquímica" ofrece un entorno amigable de navegación de manera tal que el usuario puede acceder fácilmente a los contenidos de las diferentes secciones de la misma mediante hipervínculos colocados en sitios llamativos de las pantallas incluidas en la herramienta. Asimismo, el diseño de la multimedia se ha extendido para incorporar preguntas de autoevaluación a fin de que el propio estudiante autogestione el contenido orientado en las conferencias y las clases-encuentro durante las actividades de estudio independiente.

En esta primera validación de la multimedia educativa "Bioquímica" se ha comprobado un rendimiento académico superior del alumno en 4 aspectos del proceso docente-educativo: la nota otorgada en el seminario de la unidad "Proteínas", las calificaciones de los trabajos extraclases de la asignatura, las evaluaciones sistémicas, y la evaluación parcial final de la unidad; lo que pudiera indicar la utilidad de la misma como una herramienta didáctica integradora, motivadora y sistematizadora de los contenidos de la asignatura, a la vez que facilitadora del auto-aprendizaje del alumno. En virtud de los favorables resultados observados, se prevén otras expansiones de la multimedia, junto con nuevas validaciones del uso de la misma, a los fines de la mejoría continua de la calidad de la misma, y la capacidad de responder a los retos siempre cambiantes de la enseñanza de la asignatura Bioquímica.

CONCLUSIONES

El uso de la multimedia educativa "Biomoléculas" como mediador didáctico integrador, motivador y sistematizador de contenidos orientados en las actividades extraclases y seminarios de la asignatura Bioquímica I para los estudiantes del

segundo año de la carrera en Tecnologías de la Salud ha contribuido a la apropiación de los contenidos impartidos, corroborando así la pertinencia de los resultados observados. Las nuevas tecnologías de la Informática y las Comunicaciones pueden convertirse en instrumentos valiosos para la presentación visual y auditiva de contenidos complejos para el tecnólogo de la salud en formación, y con ello, el desarrollo de las habilidades de hacer, saber hacer y crear, necesarias en el desempeño futuro del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Dr. Sergio Santana Porbén, Editor-Ejecutivo de la RCAN Revista Cubana de Alimentación y Nutrición, por la ayuda prestada en la preparación de este manuscrito.

SUMMARY

The course of Biochemistry, as it is included in the curriculum of the Degree of Health Technologies, is taught as one of the Basic Sciences of the new pedagogic model for the formation of health technologist. Learning process of this course requires teaching resources that spark the interest of the student and ease self-study. Design, development and introduction of a teaching multimedia allowing the visualization of the complex processes this science describes might serve to widen the access to contents to be learned, and hence, an effective self-assessment. Implementation of the developed multimedia by means of an experimental assay resulted in a higher academic performance. New Informatics and Communications Technologies can become valuable tools for visual and audio display of complex contents for health technologists in the making, and thus, the development of to-do, know-what-to-do and to-create, required for the future performance of the technologist.

Subject headings: Educational software / Knowledge self-management / Formative assessment / Learning / Teaching tools /

*Informatics / Communication / New technologies
/ Biotechnology / Medical Sciences.*

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cardella Rosales L. Bioquímica humana. Editorial Ciencias Médicas. La Habana: 2007.
2. González PM. Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. CEPES Centro de Perfeccionamiento de la Educación Superior. UH Universidad de La Habana. La Habana: 2000.
3. Fernández Aballí I. Nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Seminario sobre la transformación universitaria en vísperas del Tercer Milenio. Memorias del Simposio AUGM/SM/UDUAL/CRESALC-UNESCO. Uruguay. UNESCO Organización de Naciones Unidas para la Ciencia y la Educación. Montevideo: 1996. pp 54-68.
4. Linares Columbié R. Ciencia de la Información: construcción disciplinaria y ausencias. Revista Interamericana de Nuevas Tecnologías de la Información 2002;7:18-25.
5. Cardoso PR, Álvarez AN, Moreno VN. Hacia la formación integral del estudiante universitario. Rev Cubana Educ Sup 2001;21:81-90.
6. Fuentes González HC. La Universidad ante los retos de la revolución del conocimiento. Tesis de Maestría en Ciencias de la Educación Superior. Centro de Estudios Educativos. UNICA Universidad de Ciego de Avila. Ciego de Ávila: 2005. pp. 10-17.
7. Valdés de la Rosa, C. Estrategia para desarrollar habilidades intelectuales en la asignatura Bioquímica I en estudiantes de medicina. Educación Médica Superior [revista en la Internet]. 2001;15(3):293-300. Fecha de última visita: 16 de Octubre del 2010. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412001000300012&lng=es
8. Cepero Rodríguez A. Software educativo para la apropiación del contenido de Bioquímica para la Carrera de Tecnologías de la Salud. Tesis de Maestría en Ciencias de la Educación Superior. Centro de Estudios Educativos. UNICA Universidad de Ciego de Avila. Ciego de Avila: 2011.
9. Martínez Canalejo H, Santana Porbén S. Manual de Procedimientos Bioestadísticos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana: 1990.
10. Creighton TE. Proteins: Structures and molecular properties. Segunda edición. WH Freeman and Company. New York: 1993.
11. Chang KY, Varani G. Nucleic acids structure and recognition. Nat Struct Biol 1997;4 (Suppl):854-8.
12. Fruton JS. Proteins, enzymes, genes: The interplay of chemistry and biochemistry. Yale University Press. New Haven: 1999.