

Resumen

Este trabajo muestra el proceso que se llevó a cabo para desarrollar una herramienta virtual que apoya el trabajo independiente de los estudiantes, en el módulo flujo de información genética de la asignatura Biociencias. Así mismo, se presentan los resultados que se han obtenido hasta el momento, luego de dos años de utilizarla, y el futuro del proyecto. Además, se plantea la necesidad inminente de realizar una investigación cualitativa, que confirme los resultados observados hasta el momento y determine el aporte real de la herramienta.

Palabras clave: educación médica, genética, didáctica aplicada, edumática, Universidad de La Sabana.

Nuevas tecnologías aplicadas a la educación: una experiencia en la enseñanza de la genética

New technologies applied to education: an experience in the teaching of genetics

Óscar Rafael Boude Figueredo

Magíster en Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación, Universidad Carlos III de Madrid, España.
Profesor, Área de Informática para la Docencia, Universidad de La Sabana, Colombia.
oscarbf@unisabana.edu.co

Luis Gustavo Celis Regalado

Magíster en Biología con énfasis en Genética Humana, Universidad de los Andes, Colombia.
Profesor, Facultad de Medicina, Universidad de La Sabana, Colombia.
luis.celis@unisabana.edu.co

Abstract

This paper illustrates the process carried out in the development of a virtual tool to support the students' independent work in the genetic information flow module of Biosciences. It also presents the results up to this date after two years of using the tool, as well as the future of the project. In addition, the paper refers to the need of doing qualitative research work that confirms the results observed until now and defines the real contribution of the tool.

Key words: medical education, genetics, applied didactics, edumatics, La Sabana University.

Introducción

En Colombia, el decreto 808 del 25 de abril del 2002 estableció el crédito académico como mecanismo de evaluación de calidad, transferencia estudiantil y cooperación interinstitucional; así mismo, obligó a las instituciones educativas del sistema de educación superior a emprender un proceso de reforma curricular para adaptarse a estas condiciones. La Facultad de Medicina de la Universidad de La Sabana, en el marco de esta propuesta, buscó que la reforma curricular plantearse que por semestres existiesen una serie de núcleos temáticos que orientarán la formación de un médico general.

Para el caso del primer semestre, la asignatura nuclear se denominó Biociencias, y la misma procura integrar los contenidos de asignaturas como Biología, Biofísica, Bioquímica y Genética, sistematizando y racionalizando los contenidos de las mismas. En la nueva estructura, los contenidos giran sobre el desarrollo de procesos vitales, siendo uno de ellos el flujo de información genética (Amaya, Sarmiento, Martínez, Cristancho, 2003).

Así mismo, en ese semestre se encuentra la asignatura Telemática, la cual es de carácter transversal y busca desarrollar en los estudiantes competencias informáticas en el manejo, búsqueda, selección y aplicación de información, así como propender por el desarrollo de criterio en la selección del recurso informático (*software* y *hardware*) adecuado en la solución de problemas (Segovia, Rincón, Almenárez, 2001).

La asignatura está dividida en dos partes; la primera de ellas pretende contextualizar a los estudiantes en el marco de la sociedad del conocimiento, así como ilustrarlos con los pilares en los que esta se sustenta. La segunda parte de la asignatura utiliza la metodología de aprendizaje basado en proyectos, ya que esta permite al estudiante ser el centro del proceso de aprendizaje, aumentando así las probabilidades de que ellos apropien las competencias desarrolladas en la primera parte de la asignatura

ra y desarrollen las planteadas para la segunda parte de la misma.

Gracias a las características de estas dos asignaturas, fue posible plantear un proyecto interdisciplinario, con dos objetivos muy bien demarcados; el primero consistió en “desarrollar las competencias planteadas para las dos asignaturas por parte de los estudiantes” y el segundo objetivo fue el de “generar una herramienta virtual para el estudio de los contenidos del módulo flujo de información genética”. A continuación se indicará claramente cuál fue el marco de referencia en el que se desarrolló esta herramienta, la estrategia pedagógica utilizada, los resultados obtenidos y el futuro del proyecto.

1. Marco de referencia

Dentro de la asignatura Biociencias, más precisamente dentro del módulo flujo de información genética, se plantea una competencia que los estudiantes deben alcanzar: “Describir la estructura y función del genoma humano para identificar los cambios genómicos”. Para alcanzar esto, el módulo está subdividido en cuatro submódulos, que son organización, duplicación, expresión y transmisión del genoma humano:

El primero de ellos es el submódulo de organización: en este se describe la estructura del genoma humano y se gira en torno al ácido desoxirribonucleico (DNA en inglés) como concepto fundamental.

El segundo submódulo es duplicación: en este se estudia cómo ocurre el proceso de duplicación del material genético, en especial en el ciclo celular.

El tercer submódulo se denomina expresión: en él se espera que el estudiante comprenda cómo se expresa la información genética, así como cuáles son los mecanismos de control de este proceso. En este módulo comprender los conceptos de transcripción y traducción resulta una tarea fundamental para los estudiantes.

El último submódulo es el de transmisión: este constituye la parte final del módulo flujo de infor-

mación genética y pretende que el estudiante reconozca los principales mecanismos por los cuales se transfiere esta información de una generación a otra; así mismo, cómo el estudio de estos mecanismos ha permitido el desarrollo de nuevos métodos diagnósticos y terapéuticos. El concepto fundamental de este submódulo es herencia.

Por otro lado, en la asignatura Telemática se pretende que los estudiantes alcancen las siguientes competencias:

- Planifica y diseña soluciones innovadoras en su saber específico que involucran la informática.
- Manifiesta una actitud ética ante diversas situaciones de trabajo en equipo.
- Desarrolla habilidades y destrezas en el manejo de las herramientas informáticas.
- Emplea las utilidades tecnológicas diseñadas para crear espacios de interacción.
- Comprende la aplicación de las diferentes herramientas informáticas.
- Desarrolla una solución informática bajo un enfoque sistémico.

Para que los estudiantes alcancen estas competencias, tal y como se explicó en la introducción, la materia está dividida en dos partes: la primera, denominada telemática básica, tiene dos fines, el primero de ellos es contextualizar a los estudiantes en el marco de la sociedad del conocimiento y los diferentes pilares en los que esta se fundamenta (tales como redes de computadores, autopistas de la información, realidad virtual, entre otros), desarrollando en ellos las competencias informáticas antes planteadas, con ayuda de diferentes estrategias pedagógicas. El segundo fin es imbricar en los estudiantes las implicaciones que tienen para su carrera y para ellos formar parte activa de la sociedad del conocimiento. La segunda parte se denomina telemática avanzada, y tiene como primer objetivo enseñar a los estudiantes el manejo de una herramienta informática (*Dreamweaver*) para la construcción de sitios web, que les

sirva para la publicación de sus conocimientos dentro de una red pública (internet) o privada (Rumbo o Renata). El segundo objetivo es desarrollar un proyecto informático bajo un enfoque sistémico, en el que los estudiantes deben implementar las competencias adquiridas durante el semestre.

2. Estrategia pedagógica utilizada

Con el fin de garantizar que los estudiantes logren alcanzar las competencias planteadas en cada una de las asignaturas, fue necesario adelantar diferentes estrategias que apoyaran el trabajo realizado por los docentes durante el ejercicio de su cátedra. Para el caso de Biociencias en el módulo flujo de información genética, se decidió desarrollar un sitio web sobre los contenidos teóricos del mismo. Con la particularidad de que los contenidos del sitio serían generados por estudiantes, para estudiantes, con la ayuda de todos los que cursaron la asignatura Telemática en el primer semestre del 2004.

Es decir, los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Medicina serían los encargados de explicar con sus palabras los contenidos del módulo. El objetivo de esto es lograr que el lenguaje utilizado permita una mayor comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes. Cabe anotar que todos los contenidos montados dentro del sitio web fueron previamente validados por el profesor que dicta la materia; así mismo, el desarrollo de esta herramienta tiene como fin apoyar la estrategia de trabajo independiente de los estudiantes.

En Telemática, una de las estrategias utilizadas para garantizar que los estudiantes alcancen las competencias antes planteadas es la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esta se basa en la filosofía de aprendizaje constructivista y busca la solución de un problema real a través del desarrollo de proyectos (Rincón, Almenárez, Jaramillo, Reyes, 2005).

Implementar esta metodología implica realizar cambios en los roles del estudiante y del docente. “El

estudiante se convierte en un ser activo, participante, propositivo y responsable no solo de su aprendizaje sino del grupo. El docente asume un papel de guía, de supervisión y orientación del rumbo que toma el proyecto” (Rincón et al., 2005) teniendo cuidado de no coartar las iniciativas de los estudiantes, ya que estos deben sentir que están trabajando en un espacio en donde ellos son el centro.

Las diferentes fases que se deben seguir a la hora de implementar esta metodología son:

Contextualización de la experiencia: en esta fase se presenta a los estudiantes la metodología que se va a utilizar, lo que se espera de ellos y las competencias que se van a desarrollar.

Definición del proyecto: en esta se define lo que se va a hacer, los objetivos, los resultados esperados y los indicadores de logro.

Planeación del proyecto: en esta se identifica cómo se va a realizar el proyecto, se especifican las tareas que se van a llevar a cabo, los recursos utilizados y el tiempo estimado de ejecución.

Análisis de resultados: en la cual además de realizar una reflexión sobre el trabajo desarrollado, es conveniente involucrar los procesos de autoevaluación y coevaluación con los estudiantes.

3. Desarrollo inicial del proyecto

Es importante anotar que esta propuesta metodológica se adelantó con 95 estudiantes de tres grupos de Telemática, durante el primer semestre del 2004, en tres horas semanales. Debido a las características propias del proyecto, tales como dimensión, tiempo, lenguaje y personas involucradas, se desarrolló una metodología propia basada en la ABP, que garantizará el éxito del mismo. En la figura 1 se pueden observar los diferentes pasos utilizados para desarrollar este proyecto.

Tal y como se observa en las imágenes, fue necesario desarrollar cinco fases diferentes en el desarrollo de este proyecto. La primera fase del proyecto estuvo a cargo del profesor de Telemática; se utilizó



Figura 1. Pasos utilizados en el desarrollo del proyecto.

para informar a los estudiantes acerca del proyecto que se iba a realizar ese semestre, la metodología que se iba a utilizar, las competencias que iban a desarrollar y la importancia que el proyecto tenía dentro de las necesidades de la facultad.

La segunda fase estuvo a cargo de los profesores de Telemática y Genética; en esta se determinaron los tópicos y subtópicos que iban a ser investigados, explicados e integrados al sitio web por los estudiantes, así como los objetivos del proyecto y la interfaz gráfica que se iba a utilizar para la publicación de toda la información. Dicha interfaz se puede observar en la figura 2.

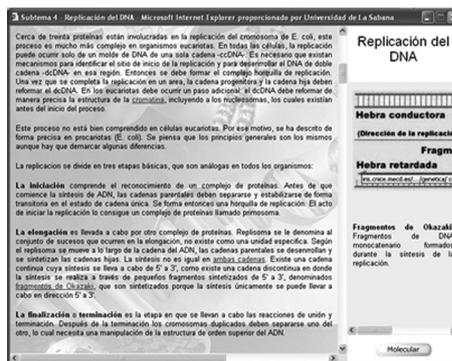


Figura 2. Interfaz gráfica utilizada para integrar los contenidos del proyecto.

La tercera fase o de capacitación estuvo a cargo del profesor de Telemática; en esta los estudiantes de los diferentes grupos de Telemática recibieron 20 horas de capacitación en el diseño y construcción de sitios web (la herramienta utilizada para esto fue *Dreamweaver MX*). Esta era una de las fases principales del proyecto, ya que si los estudiantes no desarrollaban las competencias informáticas necesarias, el éxito del proyecto podría verse afectado.

En la cuarta fase del proyecto se crearon grupos de trabajo de tres estudiantes cada uno, seleccionados de manera autónoma por ellos. A cada grupo se le pidió escoger uno de los seis diferentes tópicos que tenía el proyecto (Sistema, Tejido, Órgano, Molecular, Celular y Aplicaciones), garantizando que por lo menos cada uno de los tópicos fuera cubierto al menos por cuatro grupos diferentes. Esto con el fin de poder cotejar y analizar el resultado de la investigación de cada grupo. Una vez que fueron asignados los temas, durante las siguientes cinco semanas se realizaron cinco preentregas del proyecto. En cada una de estas semanas se realizó una revisión de los avances de los grupos y se orientó su trabajo, realizando las observaciones y correcciones que fueran necesarias para garantizar el éxito del proyecto. Cabe anotar que esta fue la fase más importante del proyecto, ya que en este momento se dio forma inicial a la base de información.

En la última fase del proyecto se realizó una autoevaluación de los resultados obtenidos por cada grupo, así como la validación de los contenidos por parte del profesor de Genética. La unificación de todos los proyectos se llevó a cabo por parte de una de las estudiantes del grupo. La selección de esta estudiante no se realizó al azar, ya que fue una de las mejores del semestre. Una vez se terminó esta etapa, se desarrolló la interfaz gráfica del sistema y se publicó el sitio web para que fuera utilizado por los estudiantes del siguiente semestre. En las figuras 3 y 4 se puede observar la interfaz gráfica desarrollada.

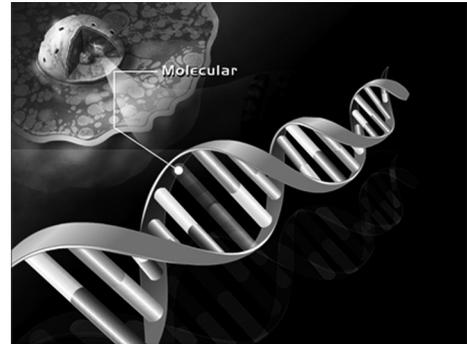


Figura 3. Primer nivel de la interfaz gráfica desarrollada.

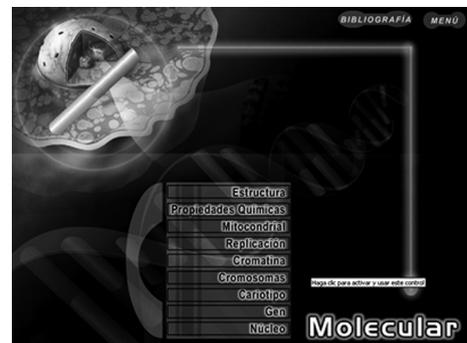


Figura 4. Segundo nivel de la interfaz gráfica desarrollada.

Como antes mencionamos, el fin inicial del proyecto era generar una herramienta virtual para el estudio del módulo flujo de información genética, pero debido a los resultados obtenidos durante el uso de la herramienta dentro de la cátedra de Biociencias, se han desarrollado nuevos recursos que pretenden potenciarla.

El primer desarrollo adicional que se generó, nació como respuesta a las necesidades que pudieron observarse durante el primer año de uso de la herramienta. Durante este periodo fue posible detectar que no se obtenía el mismo nivel de comprensión con

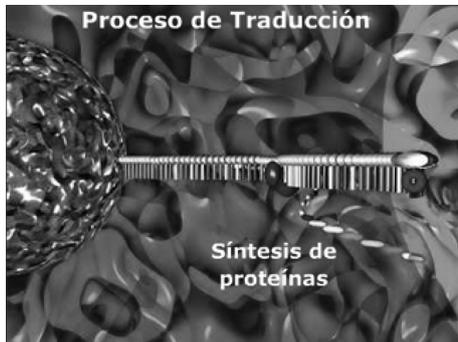


Figura 5. Representación tridimensional del proceso de traducción.



Figura 6. Representación tridimensional del proceso de transcripción.



Figura 7. Representación tridimensional del proceso.

difíciles de comprender. Una de las posibles alternativas que se podían implementar era realizar ilustraciones o animaciones de estos procesos. Otra posible alternativa era dedicar más tiempo de la cátedra de la asignatura a solucionar las dudas de los estudiantes, retrasando así el cronograma estipulado desde el principio del semestre.

Después de analizar las diferentes alternativas, se decidió representar de forma tridimensional los procesos de traducción, replicación, transcripción y *splicing*, dado que los mismos son complejos y que cada día aparecen nuevos componentes, tales como enzimas o proteínas, o variantes del mismo, por lo que las representaciones tridimensionales han sido una buena alternativa para ubicar espacialmente a los estudiantes y resaltar la importancia de esos componentes para la célula... El desarrollo de las animaciones fue llevado a cabo por el profesor de Telemática, y la validación de las mismas, por el profesor de Genética.

En las figuras 5, 6 y 7 se pueden observar algunas imágenes de estos desarrollos.

Después de introducir las animaciones en la plataforma, se pensó en implementar nuevas estrategias que ayudarán a los estudiantes de Biociencias a alcanzar la competencia planteada dentro del módulo de Genética. La siguiente estrategia, que se desarrolló para implementar junto a la herramienta, es un juego de computador tipo *Arcade*. El objetivo del juego es salir del interior de un laberinto, pero dentro del mismo hay diferentes trampas que los estudiantes deben sortear, y para hacerlo tienen que conseguir distintas herramientas. La única forma de conseguirlas es contestando de forma correcta diversas preguntas sobre los contenidos y procesos del módulo; de esta manera se pretende que los estudiantes aprendan en forma lúdica, dado que las evaluaciones tradicionales, por lo denso y complejo de las temáticas abordadas, pueden desestimular su aprendizaje, y este juego les da la oportunidad de jugar con los conceptos, de hacerlos más amables y

todos los temas desarrollados en la herramienta, más aún, parecía que algunos procesos en particular eran

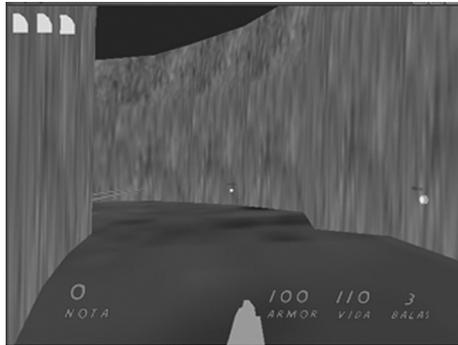


Figura 8. Juego tipo *Arcade*. Escape del laberinto.

promover un aprendizaje significativo. En la figura 8 se puede observar una imagen del juego.

Actualmente se está implementando la última estrategia para esta herramienta. Se están desarrollando diferentes objetos de aprendizaje, que tienen como fin hacer aún más significativa la experiencia de los estudiantes con la herramienta.

4. Resultados

Los resultados del proyecto pueden dividirse en dos grandes categorías: aquellos que se obtuvieron con la construcción de la herramienta y los que se lograron con el uso de la misma.

Al realizar la construcción del sitio web se valió la importancia del seguimiento realizado semanalmente a cada uno de los grupos, ya que en algún momento se necesitó asesoría para ellos en el manejo de las herramientas informáticas utilizadas, en la profundidad de los contenidos, en el respeto del derecho de autor, entre otros.

Sobre los contenidos del sitio web, se observó en primera instancia una gran diversidad de información obtenida por parte de los estudiantes, diversidad que no se tradujo en una falta de calidad del material; al contrario, el nivel de calidad fue tal que el experto temático de genética actualizó en algunos casos sus conceptos y utilizó parte del material para modificar sus presentaciones electrónicas.

A pesar de la insistencia en la etapa de desarrollo sobre el respeto de los derechos de autor, se notó que algunos grupos no lo tuvieron en cuenta, por lo que en la etapa de unificación fue necesario realizar una validación de todos los contenidos que se iban a publicar, por lo que esta tomó mucho más tiempo de lo que se había presupuestado.

Gracias a los comentarios de los estudiantes y a los resultados obtenidos con la misma, la herramienta ha sido modificada y potenciada en varias ocasiones, buscando con ello volver más significativa la experiencia de los estudiantes, y obtener así un mayor nivel en el logro de la competencia planteada.

La aceptación de la base ha sido buena, teniendo en cuenta que hasta ahora se han registrado 445 consultas por parte de los estudiantes, permitiéndoles afianzar sus conocimientos en el campo de la genética, y en especial la utilización de animaciones ha contribuido a una mejor ubicación espacial de los procesos que constituyen el flujo de información genética, tales como replicación, transcripción y traducción.

Por otra parte, como la base fue elaborada por estudiantes para estudiantes, esto ha llevado a una mejor comprensión de los conceptos de genética, dado que algunos textos tradicionales que se manejan en este campo suelen usar un lenguaje muy especializado, sobrecargado de información, y tienen un enfoque tradicional asignaturista, lo cual dificulta el proceso enseñanza-aprendizaje que estamos implementando, que se basa en competencias por módulos. Esto se evidencia en el rendimiento de los estudiantes en las pruebas, tanto de test como en la elaboración de ensayos a partir de palabras clave en estos procesos. En lo que respecta al docente del curso, disponer de una herramienta virtual de aprendizaje le ha significado un mayor grado de creatividad y exigencia, debido a que la enseñanza mediada por sitios de referencia virtuales lo obliga a un mayor grado de dedicación con respecto a las estrategias presenciales.

Esta herramienta también ha sido utilizada por distintos profesionales de ciencias biomédicas, gracias a que les permite acceder en forma ágil a estos nuevos conocimientos generados por el desarrollo de diferentes proyectos de investigación, tales como el genoma humano, y que han dado origen a una nueva área de la Medicina, denominada Medicina Genómica.

La base también ha sido consultada por profesores y estudiantes de otras instituciones, que la han utilizado como material de apoyo para sus cursos de biología o de genética, y más recientemente la misma ha sido seleccionada como un objeto transicional por parte del Ministerio de Educación Nacional (MEN), para su utilización en nivel superior, <http://oas.unisabana.edu.co/>, en el Repositorio de Recursos Digitales para el Aprendizaje.

La herramienta ha sido socializada a través de distintas presentaciones en eventos nacionales e internacionales, con muy buena aceptación (Boude y Celis, 2005; Celis y Boude, 2004). Los resultados del proyecto se pueden ver en la siguiente dirección: <http://sabanet.unisabana.edu.co/informatica/genetica/>

5. Conclusiones

La primera conclusión a la que llegamos fue la necesidad inminente de realizar modificaciones a la forma en que el módulo de flujo de información genética estaba siendo dictado, ya que se necesitaba involucrar dentro de la cátedra el uso de la nueva herramienta, por lo que se generaron diversos talleres para este fin.

Después de utilizar el sitio web por primera vez, se encontró una debilidad: los principales procesos a nivel del flujo de información genética no estaban

siendo bien comprendidos por parte de los estudiantes, lo que llevó a los profesores a realizar una modificación inicial del sitio, agregando animaciones tridimensionales de estos procesos, con el fin de lograr una mejor comprensión por parte de los estudiantes.

Después de un año y medio de uso, se ha logrado determinar, por observación directa y comentarios de los estudiantes, que esta herramienta ha facilitado la comprensión de distintos procesos, tales como replicación, transcripción, traducción, *splaining* y otros, que dada su complejidad eran difíciles de comprender. Intuitivamente se aprecia la utilidad de la herramienta, debido a que ha facilitado la comprensión de los procesos asociados a la genética molecular, lo cual se ha evidenciado tanto en las pruebas en forma de test como en la elaboración de los ensayos que se utilizan para evaluar si los estudiantes han logrado alcanzar la competencia. Estos se realizan a partir de unos conceptos fundamentales dados, a partir de los cuales se debe construir una argumentación, que es calificada por el profesor (heteroevaluación), por el propio alumno (autoevaluación) y por un compañero (coevaluación).

La herramienta virtual ha sido seleccionada como objeto transicional de enseñanza-aprendizaje a nivel superior por parte del Ministerio de Educación Nacional, lo que ampliará su utilización por distintas comunidades académicas y público en general.

La última parte del proyecto tiene estipulado el desarrollo de una investigación cualitativa, que permita determinar la forma como esta herramienta facilita el progreso de la competencia del módulo.

Referencias bibliográficas

- Amaris-Castelar, R.; Barrios de Zulbarán, C.; Silvera-Arenas, L. A.; Iriarte, F.; Ballesteros, B., y Cervantes, M. (1998). "Software educativo para el aprendizaje de la histofisiología de las glándulas salivales". *Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, Área Educación*, p. 206.
- Amaya, A.; Sarmiento, P.; Martínez, E.; Cristancho, E. (2003). *Propuesta de reforma curricular de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Sabana*. Chía, Universidad de La Sabana.
- Boude, O., y Celis, L. G. *El aprendizaje de la ciencia de la genética mediante el desarrollo de herramientas virtuales*. 2o. Congreso sobre Formación de Profesores en Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, 28 de mayo de 2005.
- Celis, L. G., y Boude, O. *Desarrollo de una herramienta virtual para el estudio de la genética on line*. XXXIX Congreso Nacional de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas (ACCB). Ibagué, 12 al 15 de octubre de 2004.
- Garza, E. (2000). *Las técnicas didácticas en el modelo educativo del Tec de Monterrey*. Col. Tecnológico, Monterrey.
- Kjersdam, F. (1998). "La innovación en la enseñanza universitaria". En Porta, J.; Lladanosa, M. (compiladores). *La universidad en el cambio de siglo* (pp. 139-171). Madrid, Alianza Editorial.
- Martins, M. I. (2005). "Ambiente Virtual de Aprendizagem como Ferramenta de apoio ao ensino presencial: uma experiencia, na visao dos alunos da disciplina de metodologia de ensino de Física". *Tea* (Nº extraordinario): 253-255.
- Montes, C. M. (2005). "Software para la enseñanza de conceptos físicos a partir de nuevas tecnologías". *Tea* (Nº extraordinario): 249-250.
- Pérez, C. A. (2005). "Implementación de herramientas computacionales para la generación de multimedia educativa". *Tea* (Nº extraordinario): 247-249.
- Segovia, Y.; Rincón, Y., & Almenárez, F. (2001). *Renovación curricular para la asignatura Telemática en la Universidad de La Sabana*. Chía, Universidad de La Sabana.
- Rincón, Y.; Almenárez, F.; Jaramillo, M., y Reyes, G. (2005). *Aprendizaje por Proyectos (APP)*. Chía, Universidad de La Sabana.