

## **Guía práctica con apoyo multimedia para la enseñanza de la biotecnología en el Instituto Pedagógico de Caracas**

Practical guide with multimedia support for biotechnology  
education in biology the Instituto Pedagogico de Caracas

**Carlos Eduardo Lugo**  
profcarloselugo@gmail.com

**Universidad Pedagógica Experimental Libertador.  
Instituto Pedagógico de Caracas. Venezuela**

Artículo recibido en junio 2014 y publicado en enero 2015

### **RESUMEN**

*El propósito fue diseñar una guía de actividades prácticas para alumnos y docentes del Instituto Pedagógico de Caracas, que contribuyan al desarrollo de competencias en biotecnología apoyado en un material multimedia. Se desarrolló un proyecto factible con la aplicación de entrevistas no estructuradas a estudiantes y docentes de biología para determinar las necesidades de ambos grupos de acuerdo con el modelo de producción de materiales instruccionales (Galvis, 1992) y el modelo de producción de aplicaciones multimedia (Abud, 2009). Los materiales elaborados fueron presentados a especialistas en biotecnología de la UNESR-IDECYT y profesores de la UPEL-IPC en el área de biología, bioética y de diseño instruccional. Los materiales serán incorporados a la asignatura optativa Biotecnología a dictarse a partir del período 2015-I en la cual se validará a través de usuarios.*

**Palabras clave:** *Guía de actividades; multimedia; biotecnología*

### **ABSTRACT**

*The purpose of the study was to design an activity guide for students and teachers at the Instituto Pedagógico de Caracas, which contribute to skills development in biotechnology and supportive in a multimedia. A feasible project was developed with the application of unstructured interviews with*

students and teachers of biology to determine the needs of both groups according to the production model of instructional materials (Galvis, 1992) and the production model of multimedia applications (Abud, 2009). Produced materials were presented to UNESR-IDECYT biotechnology specialists, and UPEL-IPC teachers in the area of biology and instructional design. Finally, the materials will be included in the elective course Biotechnology to be issued from the period 2015-I to validate by users.

**Key words:** Activity guide; multimedia; biotechnology

## INTRODUCCIÓN

La tecnología ya no se presenta como una promesa para el futuro sino como un presente ineludible para la sociedad actual. La velocidad con la cual se desarrollan las nuevas tecnologías ha creado la ilusión de una sociedad interconectada y familiarizada con los avances científico-tecnológico (Almenara, 2007), pero por el contrario el conocimiento sobre temas de ciencia que impactan directamente en la vida de los ciudadanos tales como, cambio climático, biotecnología, transgénicos, entre otros, son incorporados como representaciones sociales en ocasiones desvirtuadas por los medios de comunicación social.

La biotecnología no escapa a esta realidad y su concepto se incorpora dentro del imaginario de las personas mediante visiones a veces positivas y otras veces negativas, incluso apocalípticas. La población generalmente no relaciona la biotecnología con la multiplicidad de objetos que forman parte de la vida cotidiana como lo alimentos, el vestido, la medicina, el calzado e incluso los plásticos de los celulares (Arroyo, 2011) y se ha observado que la población no tiene claro el concepto de biotecnología ni lo que esta abarca (De la Cruz, 2005; Carballo, Marcano y Ramírez, 2010).

Esta desafiación entre la disciplina, los productos que se obtienen de ella y el impacto que generan en la sociedad, debe ser abordada a través del desarrollo de acciones educativas que permitan el desarrollo de competencias asociadas a la alfabetización tecnológica que les permita

a los ciudadanos participar en la toma de decisiones sobre aspectos innovadores de las ciencias (Arroyo 2011).

Para que los individuos sean capaces de tomar estas decisiones, el proceso de alfabetización tecnológica debe ejecutarse en todos los niveles educativos, para que tenga un mayor impacto social, lo que implica incorporar disciplinas como la biotecnología a través de dos maneras:

- (a) como un eje transversal e integrador apoyándose en el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS); y
- (b) a través del desarrollo de competencias básicas en biotecnología mediante una unidad curricular. Ésta última propuesta puede resultar más adecuada en la formación de docentes en biología debido a que hace explícito el uso de la biotecnología y permite que el estudiante integre conceptos desarrollados en otras asignaturas.

Esta incorporación de la biotecnología en el pensum de estudios de los profesores de biología de la UPEL se ha realizado en otros institutos, pero no ha sido así en el Instituto Pedagógico de Caracas, en donde no se ha incorporado como materia obligatoria ni como optativa, lo que generó la iniciativa conjunta entre la Cátedra de Ecología y el Laboratorio de Biotecnología y Educación de diseñar un curso básico de biotecnología para estudiantes de Biología con una modalidad predominantemente práctica, que permita a los estudiantes de biología el desarrollo de competencias en biotecnología. Esta iniciativa implica el desarrollo de materiales instruccionales que mediante las tecnologías de información y comunicación (TIC) permitan que el estudiante desarrolle las competencias conceptuales requeridas para la ejecución de las actividades de laboratorio a través de las cuales se desarrollen los contenidos relacionados con la biotecnología.

Debido a la naturaleza de la biotecnología se ha dado mayor énfasis en las aplicaciones prácticas tales como experiencias de laboratorio, sin embargo, el material instruccional permitirá complementar los aspectos conceptuales y actitudinales en los estudiantes.

La elaboración de materiales instruccionales parte siempre de una idea inicial (Dorrego y García, 1993) que debe ser analizada a partir de la elaboración de un diseño de instrucción que permita reconocer las concepciones que posee el estudiante y sus características, así como los objetivos o competencias que se pretenden desarrollar o se aspira que el educando obtenga al finalizar del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Así mismo, la elaboración de un material instruccional debe diseñarse ajustado a las fases de un diseño instruccional, definido como un proceso sistemático mediante el cual se analizan las necesidades y metas de la enseñanza para poder realizar una adecuada selección y desarrollo de las actividades y recursos para alcanzar esas metas (Dorrego, 1994).

También debe ajustarse a un modelo de desarrollo del material instruccional que garantice la efectividad del proceso de producción. En este sentido, se han desarrollado múltiples modelos y recomendaciones para el desarrollo de materiales instruccionales (Diez de Tancredi, 2001; Mendoza, 2002; Diez de Tancredi, 2005) que han adoptado básicamente cuatro fases: (a) diagnóstico; (b) desarrollo del prototipo; (c) evaluación del prototipo; e (d) implementación. Cada una de estas fases posee actividades particulares de acuerdo a cada autor y a la orientación del trabajo. Para esta investigación se desarrolló el modelo de Galvis (1992) coordinado con el modelo propuesto por Abud (2009) para ingeniería de software educativos.

## **MÉTODO**

Esta investigación se inscribe dentro de la modalidad de un proyecto especial debido a que genera un proyecto tangible que permitirá solventar la carencia de recurso que contribuyan al desarrollo de competencias en biotecnología de los estudiantes de biología del Instituto Pedagógico de Caracas, además es parte de la línea de investigación Procesos biotecnológicos aplicados a la enseñanza de las ciencias, del Laboratorio de Biotecnología y Educación adscrito al Centro de Investigaciones en Ciencias Naturales Manuel Ángel González Sponga (CICNAT).

El estudio se llevó a cabo utilizando el modelo de desarrollo de materiales multimedia de Galvis (1992), que fue modificado a través de la incorporación del método para ingeniería de software educativo (Abud, 2009).

Para ello se realizaron las siguientes etapas:

- Análisis realizado con los actores involucrados. Para conocer las necesidades de formación en biotecnología de los estudiantes de biología, se aplicó una entrevista a estudiantes que habían cursado las asignaturas de Biología Celular y Genética, para garantizar el conocimiento básico con respecto a temas de biotecnología. Dichos estudiantes respondieron las siguientes preguntas: ¿Cómo definen la biotecnología?, si consideran necesario una asignatura que trate el tema y ¿qué tipo de material instruccional desearían utilizar?

De igual manera, se abordó a docentes del departamento de Biología del IPC relacionados con las áreas de Biología Celular, Bioética, CTS, Enseñanza de las Ciencias y Bioquímica quienes informaron sobre que competencias debía poseer un egresado de Biología en cuanto a biotecnología.

Este análisis incluyó la evaluación de la capacidad de desarrollo de actividades prácticas en el Laboratorio de Biotecnología en cuanto a materiales, equipos y disponibilidad de espacio.

- Análisis y Diseño inicial del material. Para el diseño del material se consideró los resultados del diagnóstico que permitió la escogencia de los medios de instrucción y para la selección del contenido se tomó en consideración los aportes de los docentes entrevistados y las capacidades del espacio físico, los recursos y equipos, el tiempo de desarrollo de la unidad curricular (de 14 a 16 semanas). Considerando la teoría del aprendizaje significativo de

Ausubel (2002) se tomó en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes que cursarán la asignatura.

En función de estas variables, se planteó la elaboración de un material impreso para los estudiantes contenido de las actividades prácticas a realizar y un material multimedia que les permita realizar actividades que favorezcan el desarrollo de competencias de tipo conceptual procedimental y actitudinal.

A partir de ello, se originó la necesidad de desarrollar la arquitectura del software, así como su diseño educativo lo que permitió establecer los objetivos y las estrategias de enseñanza y de aprendizaje a incorporar en él; el diseño comunicacional considerando el modelo de interfaz, así como el modelo de navegación que deberá tener el prototipo.

- Desarrollo del prototipo, El prototipo se refiere a un material instruccional conformado por dos elementos:
  - La guía de actividades
  - El material multimedia

Ambos materiales fueron elaborados considerando su propósito de favorecer entre los estudiantes (usuarios) el desarrollo de las competencias conceptuales, actitudinales y procedimentales previamente establecidas. Para el diseño del multimedia se tomaron decisiones sobre la secuencia de los contenidos, de manera que los estudiantes puedan decidir de manera autónoma la manera de navegar y acceder a ellos para lograr su aprendizaje. La secuencia puede ser modificada por el estudiante, en el caso del multimedia como herramienta para su desarrollo individual, pero que está regido por el diseño curricular de la asignatura, considerando la construcción de conocimientos desde los básicos y más familiares para el estudiante hasta los temas menos concretos y poco manejados en la cotidianidad.

De igual manera se utiliza en ambos materiales la bioética y la educación ambiental como ejes a lo largo de todo el desarrollo del contenido, para dar coherencia a los temas. Sin embargo, considerando que en ocasiones los

estudiantes requieren que se hagan explícitos algunos temas, se incluyó una sección de bioética y educación ambiental al finalizar el curso y en consecuencia en los materiales instruccionales.

Para ello, se desarrolló un plan de interacciones en el cual se coteja que cada una interacción dentro del multimedia esté acorde a un objetivo educacional específico organizándolas de acuerdo a su secuencia didáctica.

En esta etapa se comprobó que el seguimiento de los enlaces sea correcto y que el multimedia funcione de manera adecuada.

- Evaluación del material. El material fue presentado a expertos en el área de Biotecnología, Biología, Diseño Instruccional y Bioética, quienes tuvieron la oportunidad de revisar el contenido del material impreso y de la interactividad del material multimedia.

## **RESULTADOS**

### *Diagnóstico*

Como parte del diagnóstico realizado, se encontró que los estudiantes no tienen claridad de lo que implica la biotecnología, acertando únicamente en que se utilizan organismos, pero desconociendo la mayoría de las técnicas y productos de la biotecnología.

También manifestaron su interés en un curso de biotecnología, debido a que consideran esta área del conocimiento como muy importante para su formación profesional. Además de señalar que en la mayoría de los libros de texto dirigidos a los estudiantes de Educación Media en Venezuela se han incorporado temas de ingeniería genética y clonación, no existiendo hasta la fecha cursos, de Biotecnología como parte de su carrera como futuros docentes de Biología.

En cuanto al tipo de material instruccional de su preferencia, los estudiantes entrevistados indicaron que prefieren contar con un material impreso contentivo de actividades prácticas (guías de laboratorio) que les

permitan manejar los procedimientos y técnicas de manera que les sirva como un material de apoyo para realizar prácticas en los institutos educativos donde deban trabajar. Adicionalmente el 50% de los estudiantes mencionó tener interés por el uso de las computadoras, por lo que señalaron que un tipo de material electrónico o de software educativo sería importante para ellos, de manera de disponer de un CD que contengan referencias de libros, artículos de investigación, entre otros.

Los docentes del Departamento de Biología y Química manifestaron su interés en el desarrollo de temas que respondan a sus áreas de trabajo y no necesariamente ligados al perfil que ellos creen que debe poseer el egresado o las necesidades del campo de trabajo de los mismos. Estos temas se resumen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1.** Temas que a juicio de los docentes del Departamento de Biología y Química se deben incorporar en un curso de Biotecnología para estudiantes de pregrado de la especialidad de Biología del Instituto Pedagógico de Caracas

---

Temas planteados
Biotecnología tradicional (producción de vino, pan, yogurt)
Crecimiento y desarrollo de tejidos vegetales, hormonas vegetales, meristemos
Cultivo de tejidos
Características celulares, diferenciación celular, células embrionarias
Mejoramiento de especies, organismos genéticamente modificados, terapia génica
Modificaciones genéticas directas y transgénesis
ADN recombinante (vectores, marcadores, reporteros), virus, plásmidos, ARN
Variación somaclonal, clonación molecular
PCR, RAPS, Microsatélites, FLP, Enzimas de restricción
Biorremediación

---

La solicitud de los docentes no responde necesariamente a las capacidades del Laboratorio de Biotecnología y Educación debido a que los temas que plantean que son fundamentos teóricos o que requieren de equipos de los cuales no se disponen en la institución.

El laboratorio tiene capacidad para atender a 10 estudiantes por curso y trabajar técnicas de cultivo de tejidos vegetales en condiciones

de asepsia, cuenta a su vez con un computador personal, por lo que se planteó la importancia de contar con un material instruccional de tipo multimedia como un recurso para que los estudiantes puedan utilizarlos fuera del laboratorio y no sea necesario su acceso durante el desarrollo de las actividades prácticas.

Considerando la información recabada, se elaboró el siguiente mapa conceptual, que señala el análisis del contenido a incorporar en el material instruccional que se diseña.

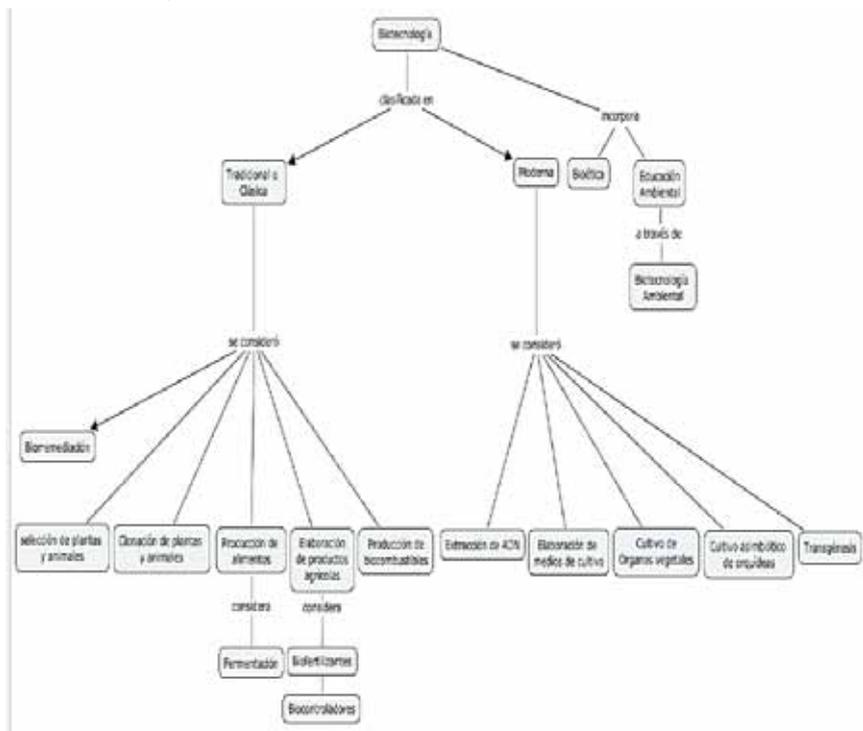


Figura 1. Esquema del desarrollo conceptual del material instruccional

## Diseño del prototipo

De acuerdo con plantean De Marco y Guzmán (2008) el uso de materiales instruccionales multimedia permite que los materiales impresos

dejen de ser estáticos y atiendan a todos los canales de percepción del usuario. Esta característica es importante para el proceso enseñanza y el aprendizaje de temas relacionados con la biotecnología, debido a las posturas que la sociedad ha tomado sobre el tema, para ello, se hace necesario explorar, a través de Internet, las diversas posturas éticas que asumen los investigadores, las unidades de investigación y los ambientalistas ante los avances de la biotecnología.

Sin embargo, considerando la poca disponibilidad de equipos y la deficiente conectividad a Internet en el laboratorio de biotecnología en el IPC, el acceso a la información sobre esta área del conocimiento es poco factible si sólo se dispone de un material fundamentalmente digital. De allí, la decisión de diseñar un material instruccional impreso que pueda ser utilizado por los estudiantes durante las prácticas y que pudiera estar acompañado de un multimedia que permita a los usuarios conectarse fuera del laboratorio, además tener acceso a la información mediante un multimedia que no siempre requiera de conexión a internet.

### **Características del material impreso**

El material impreso está conformado por información relevante e instrucciones para los usuarios en las páginas preliminares. El contenido se distribuye en 9 temáticas agrupadas bajo el título "Conocimiento y acción" para que el estudiante genere un pensamiento que relacione la adquisición de competencias procedimentales con las competencias conceptuales.

Cada tema a desarrollar está constituido por actividades prácticas de laboratorio que fueron seleccionadas o diseñadas considerando como criterios la factibilidad de ser realizadas en el laboratorio y la posibilidad de que las mismas puedan ser aplicadas en instituciones de educación media o en comunidades. De igual manera, cada tema va incrementando la complejidad del contenido permitiendo al estudiante ir desde conceptos concretos básicos hasta conceptos elaborados más abstractos (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Temas desarrollados en la sección Conocimiento y Acción

Temas desarrollados en la sección Conocimiento y Acción	Número de actividades prácticas asociadas
1. Selección y clonación de plantas y animales	Dos (2)
2. Producción de alimentos	Tres (3)
3. Elaboración de productos agrícolas	Cinco (5)
4. Producción de biocombustibles	Dos (2)
5. Extracción de ADN	Una (1)
6. Elaboración de medios de cultivo	Tres (3)
7. Cultivo de órganos vegetales	Tres (3)
8. Cultivo asimbiótico de orquídeas	Una (1)
9. Biotecnología, bioética y educación ambiental	Una (1)

En cada tema, se señala al estudiante las competencias a lograr al finalizar el desarrollo de la actividad práctica, así como los materiales que debe poseer para realizarla y los materiales que encontrará en el laboratorio distribuido como se presenta en la siguiente figura:



**Figura 2.** Características de la presentación de cada tema. (a) Título; (b) íconos que representan las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales (de izquierda a derecha); (c) Preguntas o textos que indican al estudiante las competencias que desarrollará durante el desarrollo del tema (de izquierda a derecha); (d) Materiales que debe preparar el estudiante; y (e) Materiales que encontrará en el laboratorio.

## **Características del multimedia**

El material multimedia se diseñó para hacer énfasis en la adquisición de competencias conceptuales y actitudinales por parte de los estudiantes, incorporando textos, enlaces y videos que permitan comprender los conceptos desarrollados en las prácticas y generar dilemas éticos que estimulen un pensamiento crítico en los alumnos.

El diseño en términos técnicos permite al usuario moverse libremente entre los temas desarrollados desde donde podrá revisar documentos y videos; que le permitirán analizar las preguntas señaladas o realizar las diversas actividades planteadas.

Sin embargo, el material está diseñado en cuanto a su aspecto didáctico para que coincida con la secuencia de aprendizaje de las prácticas de laboratorio debido a que la complejidad del contenido se incrementa a medida que se desarrollan las actividades, por lo que se aprovecha de mejor manera las actividades y las discusiones si los estudiantes tienen un mayor conocimiento sobre los aspectos presentados.

El material cuenta con hipervínculos que conducen a la descripción del material y desde una pantalla principal se puede acceder a dos grandes bloques de contenidos que son “biotecnología tradicional” y “biotecnología moderna”.

Una vez que se accede a cualquiera de los dos bloques de contenidos se desplegará una pantalla en la cual se mostrarán seis (6) temas en cada bloque. Al acceder a cada tema se tendrán cuatro (4) opciones denominadas “reflexiona” que presenta documentos, artículos de investigación, entre otros, “observa” que permite ver algunos videos de interés, “exprésate” en donde el estudiante tendrá instrucciones para desarrollar un procesador de información, y “conéctate” que brinda enlaces para acceder a páginas web de interés para el manejo del contenido.

En las secciones “reflexiona” y “observa” se presentan una serie preguntas que pretenden generar reacciones en los estudiantes que

van desde el pensamiento en sí mismo hasta el pensamiento colectivo, incluyendo el manejo del pensamiento científico, crítico y éticamente responsable (figura 3).

### Evaluación del material instruccional

La propuesta del material instruccional en su prototipo impreso como el material multimedia tuvo buena aceptación a nivel gráfico y de desarrollo de los contenidos, sin embargo, aún se encuentran evaluando los aspectos de fondo de desarrollo teórico y las preguntas relacionadas con los aspectos éticos.



**Figura 3.** Presentación de un tema. En la imagen de la izquierda se evidencia los cuatro íconos que permiten el enlace con las actividades. En la imagen de la derecha se observa la plantilla relacionada con la actividad “observa” que permitirá ver un video para analizar y luego responder las tres interrogantes de los cuadros inferiores.

### CONCLUSIONES

El material instruccional está formado por un material impreso y el material multimedia, los cuales se elaboraron considerando las características y requerimientos de la audiencia, los temas que los expertos reflejaron que deben ser manejados por los egresados de Biología del IPC, así como las características del entorno educativo.

En el material instruccional diseñado, se busca el desarrollo de las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarias

para la formación académica de los estudiantes en el campo de la Biotecnología, incorporando para ello, la Bioética y la Educación Ambiental como ejes transversales y a su vez como unidad dentro del material, con la finalidad de reforzar y hacer explícito la necesidad de trabajar la biotecnología con un pensamiento crítico, ético y ambientalmente responsable.

## REFERENCIAS

- Abud, A. (2009). Me ISE: Metodología de Ingeniería de software educativo. [Documento en línea]. *Revista internacional de educación en ingeniería*. Disponible: <http://academiajournals.com/downloads/Abud.pdf> [Consulta: 2014, mayo 10]
- Almenara, J. (2007). Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. [Documento en línea]. Disponible: <http://tecnologiaedu.us.es/images/stories/jca51.pdf> [Consulta: 2014, mayo 10]
- Arroyo Cruzado, G. (2011). La enseñanza y capacitación en biotecnología desde la perspectiva de la educación general. *Revista umbral*. 4, 66-78
- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona
- Carballo, A.; Marcano, T.; Ramírez, Y. (2010). Diseño de una unidad didáctica sobre biotecnología para estudiantes de segundo año de ciencias. VI Jornada de Docencia e Investigación del Departamento de Biología y Química. UPEL-IPC
- De Marco, A. P. y Guzmán, B. (2008). Diseño y evaluación de un prototipo de CD rom para el curso Simulaciones y Juegos Instruccionales del Departamento de Tecnología Educativa en el Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*. 65, 149-170
- De la Cruz, X. (2005). El norte de la biotecnología. *Diálogo* 181, 7
- Diez de Tancredi, D. (2001). Una propuesta metodológica para la producción de materiales educativos. *Revista de Investigación*. 48, 11-37

- Diez de Tancredi, D. (2005). Modelos de desarrollo de software educativos. Material impreso UPEL
- Dorrego, E y García, A. (1993). *Dos modelos para la producción y evaluación de materiales instruccionales*. Caracas: Fondo Editorial de Humanidades y Educación  
Universidad Central de Venezuela
- Dorrego, E. (1994). Modelo para la producción y evaluación formativa de medios instruccionales, aplicado al video y al software. [Documento en línea].2º *Congreso Ibero-Americano de Informática na Educação. Portugal*. Disponible: [http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie94/II\\_72\\_84.html](http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie94/II_72_84.html) [Consulta: 2014, mayo 10]
- Galvis, A. (1992). *Ingeniería de software Educativo*. Ediciones Uni Andes. Bogotá
- Mendoza, J. (2002). Modelo de diseño instruccional como guía para orientar la práctica en la Universidad Nacional Abierta: propuesta apoyada en las tecnologías de la Información y comunicación. Universidad Nacional Abierta. Caracas