

Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC): una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo

Autora



Myriam Cecilia Leguizamón González es Licenciada en Informática Educativa de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) ubicada en Tunja-Boyacá. Especialista en Diseño y Construcción de Soluciones Telemáticas de la Universidad Autónoma de Bogotá y candidata a Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. En la actualidad se desempeña como docente de UPTC, Facultad de Educación, Licenciatura en Informática Educativa. La autora comparte con nuestros lectores la siguiente ponencia presentada en el VIII congreso de informática educativa, Cali-Colombia, julio 12, 13 y 14 de 2006.

Contacto: mcleguizamon@tunja.uptc.edu.co / myriamclg@hotmail.com

Contenido

Introducción

Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados

¿En qué consiste cada etapa?

Experiencias y resultados encontrados

Conclusiones

Bibliografía

Resumen. La incorporación de material educativo computarizado en los currículos es un logro significativo cuyos efectos empiezan a reflejarse hoy en día. No es raro encontrar en las instituciones educativas a docentes de informática que adelantan sus clases por medio de esos materiales o tecnologías, con apoyo en las diversas teorías pedagógicas.

Palabras y expresiones claves. Informática educativa, Interdisciplinariedad, Metodologías de desarrollo de software educativo, Software educativo.

Introducción

Como dice McGrenere, algunos profesores, padres e investigadores educativos discuten que los niños ya no se motivan por aprender. Afirman que las actividades escolares son memorísticas y los textos guía prácticas del pasado, por lo cual es hora de activar la imaginación pedagógica y poner en marcha nuevas estructuras de aprendizaje en el salón de clase.

Los educadores deben preguntarse qué están aprendiendo los niños y cómo lo están aprendiendo. En este sentido, otras inquietudes que surgen son: ¿qué papel juega la tecnología en el proceso educativo?, y ¿la tecnología lo es todo en el aula?¹.

Para dar respuesta al primer interrogante y sin ir muy lejos, se puede hablar del computador que según Krendl y Lieberman "se ha convertido en la más ferviente demostración de tecnología en el aula, buscando influir en la motivación y perseverancia de los estudiantes, además de influenciar en el aprendizaje"².

Hoy día en las instituciones educativas no puede faltar este dispositivo tecnológico y en los planes de gobierno está presente como prioridad; será motivo de estrés para algunos docentes o el "artefacto tecnológico" que puede solucionar más de un problema. En fin, se puede seguir hablando a favor o en contra de esta herramienta para llegar a concretar que el aparato por sí solo no juega un papel relevante en los procesos educativos; en efecto, para obtener un real significado hay que concebirlo como un medio (y mediador) transversal a todas las áreas del currículo.

Es pues, en el currículo donde toma un papel protagónico el software educativo como una forma de generar ambientes de aprendizaje basados en computador y uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) que favorezcan el aprendizaje de un tema específico, al igual que para reforzar la informática educativa.

McGrenere³, por ejemplo, muestra un favorable interés en el diseño de juegos electrónicos educativos, afirma que usando un juego educativo

¹ MCGRENERE, Joanna. Design: *Educational Electronic Multi-Player Games a Literature Review*. Canadá. 1996, 88 p. Trabajo de grado. Universidad British Columbia. Departamento de informática.

² KRENDL, K.A. & LIEBERMAN, D.A. *Computers and learning: A review of recent research*. Journal Educational Computing Research, 1988, 4, p. 367-389.

³ MCGRENERE, Op. cit., p. 1.

podría proporcionarse la motivación que los niños necesitan para aprender y al mismo tiempo reforzar sus logros e interacciones sociales.

Investigadores como Inkpen, Booth & Klawe⁴, usan el computador como un mecanismo para reforzar, en algunos casos, las asignaturas que son catalogadas con un grado de complejidad medio alto, como es el caso de las matemáticas o de asignaturas que requieren simular procesos que difícilmente se pueden lograr en un ambiente normal de clase.

Complementando los planteamientos anteriores existe otro gran cuestionamiento, ¿quién diseña aquellos materiales que sirven de soporte a los procesos educativos? Es fácil pensar simplemente en comprar productos prefabricados para las diversas temáticas, al estilo "Encarta", "cómo funciona las cosas" o todo aquel material didáctico multimedial que circula en el mercado, pero ¿qué tan conveniente es para una situación en particular?, ¿se adecua a la población y a sus características?, ¿es lo suficientemente claro para poder utilizarlo? Estas y otras inquietudes muy seguramente han sido motivo de análisis de docentes tanto del área de informática y tecnología como de las demás áreas del currículo a la hora de querer recurrir a estos elementos para innovar en el salón de clases.

Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados

Diseñar un material educativo computarizado no es cuestión tan difícil como parece, una persona con algunos conocimientos en informática lo puede hacer, si embargo es necesario conocer todos aquellos elementos que rodean este proceso para realizar buenos productos, con objetivos claros, explícitos y posibles de cumplir, además con unos criterios pedagógicos, didácticos y comunicativos (usabilidad y lenguaje adaptado a las TIC) que los haga dignos de hacer parte de los escenarios educativos.

El software educativo ha demostrado tener problemas y limitaciones que es necesario resolver mediante nuevos y más efectivos paradigmas educativos los cuales son objeto de estudio. Por esto, se considera importante que la metodología para desarrollar software educativo agrupe parámetros que definan la calidad en un producto, esto es según Galvis⁵, que sea útil,

⁴ Inkpen, K.S, Booth, M y otros. Cooperative learning in the classroom: The importance of a collaborative environment for computer--based education. [on line]. 5. Ed. Canada: Citeseer, Nov 1994. disponible en internet: <URL:http://citeseer.ist.psu.edu>

⁵ GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería de Software educativo. 2 Ed. Santa Fe de Bogotá: Ediciones Uniandes. 1993. 359 p.

utilizable y educativo.

Para la construcción de un software educativo es necesario tener en cuenta tanto aspectos pedagógicos como técnicos, su desarrollo consiste en una secuencia de pasos que permiten crear un producto adecuado a las necesidades que tiene determinado tipo de alumno, necesidades que deben ser rigurosamente estudiadas por la persona que elabora el material y que se deben ajustar a las metodologías de desarrollo de software educativo presentes en el momento de iniciar dicho proceso.

Para Galvis Material educativo computarizado (MEC) es la denominación otorgada a las diferentes aplicaciones informáticas cuyo objetivo terminal es apoyar el aprendizaje⁶. Se caracterizan porque es el alumno quien controla el ritmo de aprendizaje, la cantidad de ejercicios, decide cuando abandonar y reiniciar, interactuar reiteradas veces, en fin son muchos los beneficios. Por su parte el docente encuentra en ellos una ayuda significativa, pues en muchos casos en los MEC se registra toda la actividad del estudiante.

De igual forma, el autor categoriza las diferentes aplicaciones informáticas MEC de acuerdo con el objetivo que buscan, el momento educativo en que se vayan a utilizar o la complejidad en el diseño de los mismos. Existen entonces materiales de tipo algorítmico, de ejercitación y práctica, sistemas tutoriales, heurísticos, juegos educativos, simuladores, micromundos exploratorios, sistemas expertos, cursos interactivos y tutores inteligentes, cada uno ubicado en algunas de las características antes mencionadas.

Llegar a este tipo de productos requiere de una revisión y reflexión teórica para acompañar la creación de este nuevo ambiente de aprendizaje. Es indispensable reconocer las metodologías de desarrollo de software existentes para poder seleccionar la más adecuada. Como resultado de una minuciosa revisión se puede mencionar que actualmente existen documentadas alrededor de once (11) metodologías (enunciadas en la Tabla numero 1), todas coinciden en establecer como mínimo una etapa de análisis, otra de diseño y/o desarrollo, pruebas y finalmente implementación del producto.

⁶ Ibid., p. 57.

Tabla 1. Metodologías y etapas de desarrollo de software

Autor y denominación de la metodología	Etapas
Álvaro Galvis Panqueva. Metodología para el desarrollo de materiales educativos computarizados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de necesidades educativas 2. Selección o planeación del desarrollo de MEC 3. Ciclos para la selección o el desarrollo de MEC 4. Diseño de MEC 5. Entorno para el diseño del MEC 6. Entorno del diseño 7. Diseño educativo del MEC 8. Desarrollo de MEC 9. Prueba piloto de MEC 10. Prueba de campo de MEC
Ruffini. Aproximación Sistemática y por etapas utilizando sistemas multimedia de autor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis 2. Seleccionar el tópico por tratar 3. Objetivos por cumplir 4. Definir Proyecto 5. Diseño de contenidos 6. Diseño de hipervínculos de navegación 7. Evaluación del proyecto multimedia
La Producción de Soportes Educativos (PROSDOS).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir tópico, objetivos y contenido 2. Estudio de probabilidad de realización 3. Desarrollo 4. Estudio del producto
Ovalle y Padilla. Para el desarrollo de un Software Educativo Hipermedial (SEH)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis y estudio de factibilidad del proyecto 2. Diseño y esquematización pedagógica de la aplicación. 3. Desarrollo y programación 4. Distribución
Chacón	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño 2. Producción 3. Evaluación 4. Entrega
Bertha López Azamar. Gustavo Sergio Peláez Camarena. María Antonieta Abud Figueroa. Metodología para el desarrollo de Software Educativo (DESED)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la necesidad de un S. E. 2. Formación del equipo de trabajo 3. Análisis y delimitación del tema 4. Definición del usuario 5. Estructuración del contenido 6. Elección del tipo de software para desarrollar 7. Diseño de interfaces 8. Definición de las estructuras de evaluación 9. Elección del ambiente de desarrollo 10. Creación de una versión inicial 11. Prueba de campo 12. Mercadotecnia 13. Entrega del producto final

Pere Marqués.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La génesis de la idea-semilla 2. Pre-diseño o diseño funcional 3. Estudio de viabilidad y marco del proyecto 4. Dossier completo de diseño o diseño orgánico 5. Programación y elaboración del prototipo alfa-test 6. Redacción de la documentación del programa 7. Evaluación interna 8. Ajustes y elaboración del prototipo beta-test 9. Evaluación externa 10. Ajustes y elaboración de la versión 1.0 11. Publicación y mantenimiento del producto
Ricardo A. Gómez Castro, Álvaro H. Galvis Panqueva y Olga Mariño Drews. Metodología ISE-OO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis 2. Especificación de requerimientos 3. Diseño 4. Diseño Educativo 5. Diseño Comunicacional 6. Diseño Computacional 7. Desarrollo 8. Prueba a lo largo y al final del desarrollo
Maria Dolores Mendoza Guzmán y Fernando Gamboa Rodríguez. Metodología propuesta por el departamento de multimedia DGSCA UNAM.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preproducción 2. Producción 3. Posproducción
Kruchten (1996). Metodología para desarrollo de software Rational Unified Process (RUP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fase de comienzo o inicio 2. Fase de elaboración 3. Fase de construcción 4. Fase de transición
Zulma Cataldi, Fernando Lage, Raúl Pessacq y Ramón García-Martínez. Metodología extendida para la creación de software educativo desde una visión integradora.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Factibilidad 2. Definición de requisitos del sistema 3. Especificación de los requisitos del prototipo 4. Diseño del prototipo 5. Diseño detallado el prototipo 6. Desarrollo del prototipo 7. Implementación y prueba del prototipo 8. Refinamiento iterativo de las especificaciones del prototipo 9. Diseño del sistema final 10. Implementación del sistema final 11. Operación y mantenimiento 12. Retiro

¿En qué consiste cada etapa?

La etapa de análisis también conocida como génesis de la idea semilla, fase de comienzo, factibilidad o preproducción, dependiendo de la metodología que se use, busca primordialmente detectar una situación problemática que requiera ser solucionada con ayuda del computador, para lo cual se vale de diferentes mecanismos que permitan realmente argumentar el desarrollo de un MEC o de usar uno ya existente. Debe determinar el perfil del usuario, caracterizar el escenario escolar, el hardware con que cuenta la institución educativa, plantear no únicamente solución computarizada sino otro tipo de soluciones administrativas y académicas, definir los conocimientos y

habilidades previas de los usuarios, indagar si existen otras soluciones computarizadas y la pertinencia de incluirlas en el ambiente escolar. Sumado a lo anterior se determina el componente pedagógico del material.

Cuando ya exista en el mercado una solución computarizada desarrollada, es necesario considerar la conveniencia del producto, para lo cual se debe revisar que presente aspectos como documentación, ayudas, zonas de comunicación apropiadas a los usuarios y congruencia del dominio de conocimiento. Con este propósito los diferentes autores de las metodologías han presentado formatos estándar de evaluación que orientan con más exactitud a la persona que está en la tarea de seleccionar el material.

Posteriormente viene la etapa de diseño, estructuración de contenidos (edición y corrección profesional de textos), selección del tópico por tratar, diseño y esquematización pedagógica y gráfica o definición de requisitos; su objetivo es delimitar claramente la temática, objetivos, estrategias y actividades; también, plasmar en el papel aquellas ideas producto del análisis anterior.

De igual forma, existe la etapa de diseño de la interfaz, contenidos, hipervínculos de navegación, esquematización pedagógica de la aplicación, prediseño o diseño funcional, diseño educativo, comunicacional y computacional, fase de elaboración, diseño detallado de prototipo o diseño multimedial, como lo catalogan los distintos autores, que en síntesis son los elementos referentes al diseño ideal de la interfaz. Se debe cumplir con los requerimientos de las fases anteriores y establecer detalladamente aspectos como zonas de comunicación, distribución del espacio en la pantalla, colores, formatos de la información presentada, mensajes de audio, botones de navegación y/o menús.

La etapa de desarrollo busca que el usuario lleve a un lenguaje de programación las ideas plasmadas en el prototipo, que se elaboren las bases de datos, animaciones, videos y elementos de graficación, resultando el material educativo computarizado.

Una vez se tenga un producto, se busca darle validez, para lo cual se realizan las respectivas pruebas y evaluaciones, que según la metodología pueden variar en los aspectos observables.

En las últimas décadas se han elaborado muchas propuestas con listas de criterios para seleccionar y evaluar el software educativo, algunas a nivel individual y otras a nivel institucional. Si bien varían en cuanto a contenido y estilo, todas tienen un objetivo común, ayudar al docente a elegir y valorar un programa adecuadamente.

La evaluación de los programas educativos es un proceso que consiste en la determinación del grado de adecuación de dichos programas al contexto formativo. Cuando el programa llega al docente, es de suponer que ha sido analizado y evaluado tanto en sus aspectos pedagógicos y didácticos, como en los comunicativos y técnicos, y que por lo tanto ha superado las etapas de evaluación, estas evaluaciones consideran las eventuales modificaciones sugeridas por el equipo de desarrollo y por los usuarios finales, teniéndose en cuenta a docentes y alumnos en el contexto de aprendizaje.

La evaluación de software educativo se ha centrado tradicionalmente en dos momentos del desarrollo y uso de este tipo de materiales:

La llamada evaluación interna que se da durante el proceso de diseño y desarrollo, con el fin de corregir y perfeccionar el programa, está a cargo de los miembros del equipo de desarrollo. Bork (1986) denomina a esta evaluación interna como formativa, o sea la evaluación del proceso, como aquella realizada generalmente por los desarrolladores⁷.

La evaluación externa que se da durante la utilización real de los usuarios para juzgar su eficiencia y los resultados que con él se obtienen, en esta participan profesores y alumnos destinatarios del programa quienes serán en definitiva los usuarios del software. Durante este tipo de pruebas es posible encontrar errores imprevistos no detectados y se verifica el cumplimiento de los programas con los objetivos educativos que se han considerado en el diseño. Bork (1986) la denomina evaluación sumativa es la evaluación del producto final que generalmente la realizan equipos distintos a los desarrolladores⁸.

Además es necesario recordar que la documentación es un proceso que se realiza paralelamente durante todo el desarrollo del programa, y también deberá ser evaluada tanto interna como externamente, junto con el programa. Como resultado de ambas evaluaciones se obtendrá la primera versión del programa con su respectivo manual de usuario y todos los aspectos que se consideren indispensables para el uso docente, con detalles técnicos y del entorno pedagógico-didáctico en el que se desarrolló el programa.

Una importante cuestión todavía sujeta a debate hace referencia a cuál es la mejor metodología para diseñar estos ambientes. Existen muchos modelos

⁷ Cfr. Cataldi, Zulma. Metodología de Diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. Argentina, 2000, 75 p Trabajo de grado (Tesis de Magíster en Informática. Versión resumida). Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Informática.

⁸ Ibid., p. 18.

que ofrecen diversos resultados, si bien las necesidades son distintas. Los factores comentados hacen pensar que es conveniente darse a desarrollar estas tareas con el objetivo de que ofrezcan, como valor agregado, otras posibilidades en escenarios educativos. No obstante, las estrategias deben también poder cambiar las condiciones de los ambientes educativos.

Así mismo, el docente puede ser el gestor de este tipo de materiales o quien tenga la capacidad de seleccionar, si ya existe una amplia variedad de estos, e invitar a los educandos a vincularse desde la clase de informática a diseñarlos para integrar las áreas del currículo en estos diseños.

Experiencias y resultados encontrados

El proyecto de investigación "Revisión, depuración y optimización de los Materiales educativos computarizados desarrollados en la UPTC", se prepara para presentar a la comunidad universitaria una propuesta pedagógica renovada para llevar al aula de clase estos ambientes diseñados, es así como inicialmente se ha dado a la tarea de realizar una revisión del estado actual de los software y ha venido desarrollando muestras de software al interior de la Universidad y en la ciudad en eventos organizados para tal fin.

Se nota la aceptación que tienen por parte de la comunidad educativa y su interés por incluirlos en los currículos y en las aulas de clase. Cabe anotar que existen limitantes como los derechos de autor que no han sido reglamentados específicamente en la Universidad, en lo referente a los productos de los trabajos de grado, su uso y divulgación.

Otro elemento que se hizo evidente en el trabajo adelantado en el proyecto fue el hecho que los software encontrados en la Universidad son probados en las instituciones educativas por períodos cortos de tiempo, lo que dificulta tener un claro conocimiento de su real impacto en el aprendizaje, aunque las pruebas demuestren un aparente logro de aprendizaje, no queda muy claro si éste perdura o es producto de la memoria a corto plazo que puede pasar al olvido en lugar de a la memoria de largo plazo, de no hacerse lo pertinente.

Estos elementos han motivado a que a través de los maestros practicantes del programa de Licenciatura en Informática Educativa (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC) se busque ejecutar proyectos de aula donde se utilicen los materiales. Las instituciones están a la espera de estas propuestas que son calificadas como innovadoras y pertinentes en un momento donde los estudiantes prefieren pasar todo el tiempo frente al computador, en lugar de frente a frente con el docente de la asignatura.

El segundo semestre de 2005, instituciones como el ITET, jornada nocturna, fueron participes de un proyecto de aula que buscaba el aprendizaje de algunos temas de la asignatura de matemáticas y de inglés a través de software educativo, se notó un cambio en la motivación por la materia y un interés por aprender tanto lo disciplinar como la informática, pues las actividades diseñadas permiten potenciar los dos campos. Tanto llamaron la atención las acciones adelantadas, que los demás docentes buscaron vincularse al proyecto, inquietud que quedó en el aire y este año (2006) se retomó con propuestas que vinculan el Área de Sociales, lo cual ha generado una participación constante de los educandos. Este tipo de experiencias se van extendiendo poco a poco a otras instituciones educativas de la ciudad (Tunja-Boyacá-Colombia), esto permitirá a mediano plazo evaluar los logros alcanzados.

En cuanto al proceso llevado a cabo por los productos encontrados en la UPTC, se ha observado que para algunos autores no es trascendental la metodología de desarrollo, prueba de ello es la existencia de productos hoy día terminados y puestos al servicio de la comunidad educativa, sin embargo surge la inquietud dentro del proyecto de investigación de los resultados que se pueden obtener desde el punto de vista pedagógico, técnico y académico, razón por la cual se viene adelantando un trabajo monográfico con una de las estudiantes adscritas al proyecto a fin de aclarar esta situación.

Otros interrogantes que se vienen despejando y trabajando están alrededor de los elementos técnicos de los software actuales, pues algunos se desarrollaron hace varios años bajo unos requerimientos muy específicos y en muchas instituciones estos han cambiando. Y aunque a la hora de elaborar los productos en el programa de Licenciatura en Informática Educativa se proveen en parte estos elementos, surgen variables que no se han considerado.

Conclusiones

En el proyecto de investigación, con la participación de semilleros y tesis, se ha observado la existencia de gran cantidad de materiales educativos computarizados desarrollados en la UPTC, que desafortunadamente quedan almacenados en los anaqueles del *Alma Mater*, en contraposición con una infinidad de instituciones educativas ávidas de propuestas metodológicas para la incorporación en las aulas de clase.

Estas piezas de software son el producto de muchos esfuerzos por parte de los autores que deben ser recompensados mediante la divulgación de sus creaciones, y más aún, buscando generar espacios para su utilización a través de proyectos de aula y de otras estrategias en las distintas áreas del currículo, aprovechando el gusto que demuestran los estudiantes por la

clase de informática, y por otra parte la optimización de los recursos informáticos con que cuentan algunas instituciones.

En la UPTC se nota una alta preferencia por utilizar la metodología de desarrollo de software de Álvaro Galvis Panqueva, entre otras razones por que no todas están completamente documentadas, lo que impide poder aplicarlas a cabalidad. Existe dentro del proyecto de investigación la tarea por parte de estudiantes y tesis de complementar un documento que permita tener precisión sobre estas metodologías para llevarlas a la práctica, al igual que realizar un MEC para actualizarlas.

Desarrollar materiales educativos computarizados no es tarea solamente de aquellos profesionales de la informática, en esta debe participar docentes y demás conocedores de la temática que se abordará en el software. Existen además muchas herramientas de programación y de diseño que facilitan el desarrollo de esta clase de productos, algunos incluso pueden ser creados por los mismos estudiantes, permitiéndoles por un lado fortalecer habilidades informáticas y de otro reforzar o potenciar un área del currículo.

Incorporar en el aula los MEC implica no solo el hecho de poner a funcionar los programas, sino que los docentes que los utilicen planeen su clase con ellos, para dejar de lado un proceso netamente instruccional y aislado de las normales tareas desarrolladas en el aula.

Finalmente, de los usos que se les ha dado a los ambientes computarizados diseñados se observa una alta y motivante aceptación y receptividad por parte de la comunidad educativa que ha sido usuaria de éstos, lo que invita a seguir trabajando en esta línea, fijándose no sólo en el producto, sino en los resultados académicos realmente alcanzados y buscando de igual forma descubrir las posibles limitantes que se puedan encontrar *in situ*.

Bibliografía

Bork, Alfred. El ordenador en la enseñanza. Análisis y perspectivas de Futuro. 1 ed. España: Editorial Gustavo Gili. 1985. 290 p.

Cataldi, Zulma. Metodología de Diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. Argentina, 2000, 75 p Trabajo de grado (Tesis de Magíster en Informática. Versión resumida). Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Informática.

Galvis Panqueva, Álvaro. Ingeniería de Software educativo. 2 ed. Santa Fe de Bogotá: Ediciones Uniandes. 1993. 359 p.

Inkpen, K.S, Booth, M y otros. Cooperative learning in the classroom: The importance of a collaborative environment for computer--based education.

[on line]. 5. Ed. Canada: Citeseer, Nov 1994. disponible en internet:
<URL:<http://citeseer.ist.psu.edu>>

Krendl, K.A. & Lieberman, D.A. Computers and learning: A review of recent research. Journal Educational Computing Research, 1988, 4, p. 367-389.

Mcgrenerere, Joanna. Design: Educational Electronic Multi-Player Games A Literature Review. Canadá. 1996, 88 p. Trabajo de grado. Universidad British Columbia. Departamento de informática.

Julio 2006