

## LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN EL AULA DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA: USO DE UNA WEBQUEST

LILIANA N. CAPUTO - NORMA A. SOTO - BRUNO G. CACERES  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE) - ARGENTINA  
porcelfel@arnet.com.ar - normantoniasoto@yahoo.com.ar - bg\_caceres@hotmail.com

Fecha Recepción: Abril 2010 - Fecha Aceptación: Octubre 2010

### RESUMEN

El presente trabajo narra la experiencia áulica realizada en la cátedra Matemática Financiera e Investigación Operativa del Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y de Agrimensura de la UNNE, consistente en el uso de una webquest para la enseñanza de programación por camino crítico.

Los alumnos produjeron, de manera colaborativa, un texto en el que compararon el uso de grafos con actividades en los arcos y grafos con actividades en los vértices en la resolución de problemas, identificaron ventajas y desventajas de cada tipo de representación, eligiendo - para su uso en la resolución de problemas prácticos - el segundo de ellos, basados en que favorecen la visualización del desarrollo de un proyecto al minimizar el número de actividades ficticias, que permiten introducir relajaciones entre dos actividades consecutivas y en que son los grafos apropiados para utilizar redes de actividades estocásticas.

**PALABRAS CLAVES:** Webquest - Programación por camino crítico - Grafos Enseñanza y aprendizaje.

### ABSTRACT

This study covers a workshop experience done in the Financial Math and Operative Research class from the Mathematics career in the Exact and Natural Sciences and Surveying Faculty, National Northeastern University (UNNE) which consists of using a webquest to teach the critical path method.

Students produced a text in which they compared the use of graphs with activities in arches and graphs with activities in the vertex in the solution of problems.

They also identified advantages and disadvantages in every kind of representation and chose the graphs with activities in the vertex to solve practical problems based on the facts that: a) it improves the view of project development when the number of dummy activities is minimized which allows to introduce relaxations between two consecutive activities, and b) the graphs are appropriate to use nets of stochastic activities.

KEY WORDS: Webquest - Critical Path Method (CPM) - Graphs - Teaching and learning.

## 1. INTRODUCCION

Tradicionalmente, los docentes universitarios hemos apelado a la denominada "clase magistral" como principal estrategia de enseñanza. Sin embargo, la exposición del profesor como única herramienta para poner al aprendiz en contacto con el conocimiento deviene de una concepción epistemológica rígida, desde la cual se concibe al saber como un producto acabado que es posible transmitir y de ser recibido por el estudiante de manera pasiva.

Actualmente, las teorías de aprendizaje constructivistas, sostienen que el conocimiento es una construcción del sujeto que aprende, que sólo puede alcanzarse cuando éste tiene posibilidades de interactuar con el objeto de conocimiento y cuando, como consecuencia de esta interacción, el aprendiz es capaz de dotar de significado a dichos saberes. Así pues, para que el aprendizaje sea significativo para el sujeto (en oposición al aprendizaje memorístico consecuencia de un modelo didáctico transmisor), éste tiene que poder vivenciar diferentes situaciones en las que tome contacto con esos saberes, y ser un activo gestor de su propio conocimiento. Desde esta perspectiva, El conocimiento no es abstracto, está ligado al contexto en estudio y a las experiencias que el participante lleva al contexto. Como tales, a los estudiantes se les motiva a construir su propia comprensión y luego validar, a través de negociaciones sociales, esas nuevas perspectivas. El contenido no está preespecificado; la información producto de diversas fuentes es primordial. (Ertmer y Newby, 1993).

Si se toma en cuenta que la Universidad es, naturalmente, el lugar de génesis del conocimiento científico, no puede dejar de observarse la disociación entre las prácticas de enseñanza y de investigación que se produce día a día en sus claustros: Mientras La enseñanza está construida sobre una concepción de conocimiento como producto, en que las certezas son estimuladas (...) el error y la incertidumbre son los que ensalzan los caminos de la investigación. (El docente) De sus investigaciones (cuando existen) trae a la enseñanza sólo sus resultados, sus "más nuevas certezas". (Da Cunha, 1997).

Esto es, como docentes, en general no hemos favorecido en nuestros alumnos la construcción de actitudes propias del investigador, no hemos instalado la duda, el error y la incertidumbre como componentes naturales del aprendizaje sino que, como señala Da Cunha, nos hemos limitado a transmitir nuestras mas firmes certezas.

Precisamente con el objetivo de promover actitudes propias de la generación de nuevos conocimientos y del aprendizaje, es que en la cátedra Matemática Financiera e Investigación Operativa del Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FACENA) de la Universidad Nacional del Nordeste, hemos llevado a cabo una experiencia áulica que pretende ser superadora de la concepción tradicional de enseñanza como transmisión y de aprendizaje como acumulación de hechos, procedimientos y conceptos.

Dicha experiencia consistió en el uso de una webquest para que los alumnos tomen contacto con los conceptos básicos de la programación por camino crítico en general (duraciones determinísticas y aleatorias) y en particular con los dos tipos de grafos que pueden utilizarse para la resolución de problemas.

Se describe pues aquí la propuesta de trabajo presentada a los estudiantes, así como también los resultados por ellos obtenidos y las dificultades que los docentes de la cátedra debimos enfrentar para su implementación.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Contextualización de la propuesta

La asignatura Matemática Financiera e Investigación Operativa corresponde al último año del Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE. Sus clases se dictan durante el segundo cuatrimestre de cada año lectivo. La carga horaria presencial es de 10 horas semanales, distribuidas en un principio en 5 horas para el dictado de las clases prácticas y 5 para las teóricas. Sin embargo, dado el carácter de los contenidos incluidos en el programa de la asignatura, no puede hablarse de clases teóricas propiamente dichas, ya que en el caso de estos contenidos existe una estrecha relación entre la teoría y la práctica, puesto que una es a la vez fuente y nutriente de la otra.

El personal docente está constituido por dos docentes: Una Profesora Adjunta Ordinaria con Dedicación Exclusiva, Responsable Académica de la asignatura, y una Jefe de Trabajos Prácticos por Concurso con Dedicación Simple.

Asimismo, en 2009, contamos con la colaboración de un Ayudante Alumno que, en el marco de su Beca de Investigación de Pregrado otorgada por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE, realizó tareas de docencia en nuestra asignatura.

El régimen de acreditación de la asignatura es por promoción, sin examen final. Para aprobarla, los estudiantes deben aprobar dos exámenes parciales (o sus respectivos recuperatorios) y dos trabajos prácticos para acreditar la parte práctica; los parciales (o recuperatorios) y dos trabajos prácticos se aprueban con una calificación mínima de 7 (siete). Para aprobar la parte teórica, se implementan seis "coloquios" (pequeños parciales en los cuales se pide desarrollar tres temas y que se aprueban si al menos dos desarrollos son correctos), de los cuales los estudiantes deben aprobar, al menos, cuatro (dos correspondientes a Matemática Financiera y dos a Investigación Operativa).

La calificación final se obtiene como la media aritmética de las calificaciones obtenidas en cada instancia de evaluación. La calificación mínima de aprobación es 7 (Bueno). Los alumnos que no hubieran alcanzado dicha calificación, pueden rendir examen final en calidad de libres, o volver a cursar la asignatura al año siguiente.

Para el desarrollo de las clases se utilizan recursos informáticos. Para la realización de cálculos financieros se utiliza Excel, ya que esta planilla de cálculo contiene numerosas funciones financieras predefinidas y es de fácil acceso para todos los alumnos. Para el abordaje de los contenidos de Investigación Operativa, WINQSB, el cual puede bajarse libremente de Internet.

Nótese que, si bien la carga horaria presencial puede parecer excesiva, el valor agregado que implica tomar contacto, explorar y familiarizarse con el uso del WINQSB y de Excel (dado que en otras asignaturas no lo han usado para el cálculo financiero) hace que el alumno requiera bastante tiempo frente a la máquina para, a posteriori, utilizar estos recursos de manera eficiente (alcanzar los objetivos de aprendizaje). Debe señalarse, también, que si bien contamos con un aula de Informática (perteneciente al Dpto. de Matemática de la Facultad) dotada de 11 máquinas - lo cual resulta suficiente para el número de alumnos que cursan la asignatura - algunas de ellas no están actualizadas y presentan problemas para un mejor desarrollo de las clases (muy pocas tienen salida de USB, carecen de grabadora de CD, etc.), y sólo tres cuentan con conexión a Internet.

En 2009, año en que se ejecutó la experiencia áulica a la que se refiere este trabajo, cursaron la asignatura 10 estudiantes.

## 2.2. Fundamentación de la propuesta

Tradicionalmente, en nuestra cátedra para la enseñanza de programación por camino crítico (CPM) hemos utilizado grafos con actividades en los arcos, con la desventaja de no poder trabajar ejemplos de proyectos de gran envergadura ante la dificultad de construir el grafo correspondiente para su análisis. A partir de 2005 comenzamos a utilizar el método de Roy que tiene la ventaja de poder analizar el proyecto sin necesidad de realizar la red asociada a él; su uso, permitió introducir el uso de redes de actividades estocásticas para el análisis de ciertos proyectos complejos. Sin embargo, la bibliografía disponible en la biblioteca de la Facultad, no incluye el desarrollo de este último, sino que presenta estos contenidos utilizando grafos con actividades en los arcos, lo cual dificultaba a los alumnos la posibilidad de estudiar y profundizar sobre el tema, de manera independiente.

Así pues, en 2009, el equipo de cátedra decidió utilizar una webquest como medio para que el estudiante tome contacto con ambos tipos de representación, con el software que sería utilizado en las clases prácticas de la asignatura y produzca un trabajo en el cual analice ambos grafos, identifique las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y exprese su opinión (fundada en las ventajas y desventajas previamente establecidas), respecto a cuál de los dos creía que era más apropiada para utilizarse en las clases prácticas de la asignatura. De esta manera, al iniciar el abordaje de este contenido, los alumnos ya conocerían los conceptos básicos que sustentan a los algoritmos utilizados, y sólo sería necesario abocarse al estudio de la aplicación del algoritmo a diversos proyectos, según la naturaleza de la variable en estudio.

En general, se considera que una webquest es una estrategia de enseñanza... desarrollada por Bernie Dodge y Tom March, como proyectos que hacen uso de los sitios de Internet para ayudar a los estudiantes a adquirir habilidades para resolver problemas y tomar decisiones, luego de investigar y aplicar los mismos. (Brown Yoder, 2008)

Manuel Moreira en su obra Una estrategia de aprendizaje por descubrimiento basada en Internet (ver Referencias Bibliográficas), afirma que una webquest está basada... en el aprendizaje cooperativo y en procesos de investigación para aprender, (...) es una actividad basada en la investigación... que ...culmina con una página web, donde se publica una investigación. Y más adelante, el mismo autor afirma que es...una metodología de aprendizaje... que incita a los alumnos a investigar, potencian el pensamiento crítico, la creatividad y la toma de decisiones, contribuyen a desarrollar diferentes capacidades llevando así a los alumnos a transformar lo conocimientos adquiridos.

Para elaborar una webquest, el docente diseña una tarea, selecciona los recursos de Internet que considera más pertinentes para resolverla y la presenta al estudiante de manera interesante y fácil de entender.

Por ello, toda webquest consta de 6 partes: Introducción, Tarea, Proceso, Recursos, Evaluación y Conclusión (Moreira, obra citada). A fin de que la webquest se convierta en una estrategia de enseñanza que permita la construcción de aprendizajes significativos, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Una buena redacción de la Introducción (esto es, evitar en la Introducción la presentación de información incluida en los recursos, la inclusión de detalles irrelevantes para la realización de la tarea, o el uso de un lenguaje excesivamente complicado, entre otras consideraciones a tener en cuenta).
2. Una presentación clara y concisa de la tarea a realizar por los estudiantes (no pedir al estudiante que aborde múltiples perspectivas de un tema complejo y extenso, sin puntualizar los aspectos concretos en los que debe enfocarse y orientar su atención, evitar que el trabajo del alumno se reduzca a reproducir conceptos o a unificar en un solo texto toda la información recabada en los links propuestos, etc.).
3. Una minuciosa investigación respecto a la información que sobre el tema en estudio hay en Internet y una rigurosa evaluación de la calidad y pertinencia de dicha información, a fin de su inclusión entre los recursos a utilizar.
4. Establecer en forma clara y precisa los criterios de evaluación para el trabajo realizado (entre otras cosas, esto implica interiorizarse con las llamadas plantillas de evaluación y con las concepciones que a ellas subyacen, para juzgar la pertinencia de su inclusión o no en la webquest).

Coincidimos con Brown Yordeen cuando asevera que Internet se está convirtiendo en un recurso cada vez más importante y útil, que va más allá de los límites de la escuela y la universidad. Los docentes pueden aprovechar su potencial en lugar de sentirse abrumados y desalentados por su velocidad enorme y capacidad de almacenamiento. Con una cuidadosa planificación, las WebQuests permiten que tanto los alumnos como los docentes sean creativos y productivos, utilizando este poderoso medio para encender la chispa de imaginación, resolver problemas y promover el debate acerca de cuestiones importantes. Por ello, hemos escogido esta estrategia de enseñanza para trabajar en nuestras clases de Investigación Operativa.

### 2.3. Descripción de la experiencia realizada

De lo antes expuesto, se infiere que nada impide que el trabajo que se le solicita al estudiante sea individual; sin embargo, consideramos fundamental plantear a los alumnos la realización grupal de la tarea, puesto que desde nuestra perspectiva teórica la interacción con los pares y el trabajo colaborativo son partes inherentes al proceso de aprendizaje.

Las producciones grupales, fueron utilizadas para la aprobación de la asignatura (Segundo Trabajo Práctico).

La webquest se denominó ¿Grafo con actividades en los arcos o en los vértices? y fue elaborada durante el primer cuatrimestre de 2009.

En su Introducción se explica muy someramente en qué consiste el CPM y se hace hincapié en que la actividad consiste en focalizar sobre los distintos tipos de grafos que se utilizan para representar un proyecto.

Como Tarea se les solicitó la elaboración de un texto en el cual describieran el análisis de un proyecto utilizando un grafo con actividades en los arcos y otro con actividades en los vértices, que señalen las ventajas y desventajas de cada tipo de representación y que tomen una decisión respecto a cuál representación querían utilizar en el transcurso de las clases prácticas, decisión que debía fundamentarse debidamente. Las producciones grupales deberían ser presentadas al finalizar el trabajo, debiendo defender cada grupo la elección realizada. Todas estas especificaciones fueron incluidas en la parte correspondiente a Proceso.

Entre los recursos, además de los libros de texto y artículos de revistas incluidos en la bibliografía del programa de la asignatura, se sugirieron páginas webs de diversas universidades para su consulta por parte de los estudiantes.

Finalmente, se presentó una plantilla de evaluación en la que se describió detalladamente la calificación que cada grupo podría obtener en función de la claridad, alcance y profundidad que le diera a su trabajo. Se reproduce a continuación dicha rúbrica:

Desc. del método	Detallada y con ejemplos		Poco detallada o sin ejemplos		General, con o sin ejemplos		Vaga e imprecisa	
	A	V	A	V	A	V	A	V
Ventajas	3 o más		2		1		0	
	0.5	0.5	0.25	0.25	0.15	0.15	0	0
Desvent.	3 o más		2		1		0	
	0.5	0.5	0.25	0.25	0.15	0.15	0	0
Fundam.	Muy consistente		Consistente		Poco consistente		Inconsistente	
	2		1		0.5		0	
Exposic.	Claridad				Participación			
	Mucha		Poca		Todos		Algunos	
	2		1		1		0.5	

En principio, para la realización de esta actividad se destinaron 5 clases presenciales de 2.5 horas de duración.

En la primera, se solicitó a los estudiantes que organizaran los grupos de trabajo y planificaran las actividades a realizar. Se organizaron 3 grupos: dos de 3 integrantes cada uno y, el otro, de 4.

En esta primera clase, además, se presentó la tarea a realizar, así como también los objetivos de la propuesta y las concepciones que subyacen a una webquest; se aclararon dudas sobre los alcances de la propuesta, y se analizó la plantilla de evaluación incluida en la webquest, aclarándose que la participación de todos los integrantes del grupo en la presentación de las producciones grupales también sería evaluada y calificada.

Las tres clases siguientes fueron destinadas al trabajo presencial, bajo la guía de los docentes (cada docente estaba a cargo de un grupo), quienes tomaban notas de las dudas y preguntas de los alumnos.

En la implementación de la experiencia, debimos enfrentar una serie de dificultades, que obligaron a destinar dos clases más a la experiencia. Dichas dificultades son:

Por el tiempo transcurrido entre la elaboración de la webquest (Marzo de 2009) y la implementación de la experiencia (Octubre de 2009), algunos links habían sido retirados de la web, lo que obligó a los docentes – con la propuesta ya en marcha – a la búsqueda de nuevos recursos para reemplazarlos.

Por otro lado, durante el mes de Octubre se produjeron numerosos cortes de energía eléctrica y dificultades en el uso del servidor de la Universidad, lo que impidió que la totalidad del trabajo fuera realizado en clase. Estos inconvenientes se subsanaron mediante el trabajo no presencial de los estudiantes, reduciéndose algunas clases presenciales a tutorías de seguimiento del trabajo realizado.

En cuanto a la realización de la tarea, a los alumnos les costó comprender en qué consistía realizar un trabajo “cooperativo”, tal vez porque como es usual que en nuestras aulas y en un mismo grupo - clase convivan alumnos de varias cohortes (por el elevado número de rezagados y recursantes en casi todas las asignaturas), los grupos de trabajo resultan de vida efímera y no alcanzan a construir estructurantes sólidos, ni sus integrantes una verdadera cultura grupal.

Otra dificultad que se presentó en la totalidad de los grupos, tal vez por el uso o abuso de los términos CPM y PERT que se hace en la bibliografía y recursos consultados, fue la de comprender que el tipo de grafo utilizado en la representación del proyecto no está íntimamente ligado con la naturaleza (determinística o aleatoria) de las duraciones de las actividades.

Finalmente, en la séptima clase, los estudiantes presentaron sus producciones mediante exposiciones apoyadas en el uso de diapositivas.

#### 2.4. Resultados Obtenidos

Los tres grupos concluyeron que resultaría más eficiente el uso de grafos con actividades en los vértices para la resolución de problemas prácticos, fundados en los siguientes argumentos:

Esta postura está basada en razones empíricas e intuitivas pues, generalmente, en representaciones como redes, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, las flechas se utilizan para indicar el orden en que debe leerse la información que se expresa en globos o cuadrados. (...) Por otro lado, es apropiado para usar redes de actividades estocásticas, que se estudian en la asignatura, por lo que trabajar en los prácticos con este método nos permitirá estar en mejores condiciones para abordar dicho tema. (Grupo 1).

Así puede ocurrir que alguna de las actividades pueda comenzar antes que haya finalizado completamente la ejecución de alguna de sus actividades predecesoras (solapamiento de actividades). Esta situación, que se presenta con cierta frecuencia en la realidad, no puede ser representada con grafos con actividades en los arcos. Sin embargo, son muy fáciles de incorporar al grafo con actividades en los nodos. (Grupo 2). Entre las ventajas encontramos que el método PDM tiene más flexibilidad que el método ADM para la modelización de grandes proyectos, la representación gráfica es más sencilla y no hay actividades ficticias. (Grupo 3).

El análisis realizado por los grupos ha sido exhaustivo y han fundamentado sólidamente su elección. Todos ellos incluyen numerosa ejemplificación que sirve de apoyo a los argumentos utilizados para elegir el método de Roy. Los tres trabajos fueron calificados con Sobresaliente.

Los textos en los cuales se describe la aplicación de los algoritmos para hallar las tareas críticas (tanto con duraciones determinísticas como probabilísticas) son de una gran calidad, lo que demuestra que han podido superar las confusiones respecto a naturaleza de las variables y del grafo. Por ello, pensamos que estos trabajos podrán ser utilizados por otros estudiantes, como material de apoyo para el estudio de estos contenidos, en los años lectivos venideros.

### 3. CONCLUSIONES

Del análisis de las notas realizadas por los docentes durante la implementación de la experiencia, se puede concluir que la webquest, para su uso en el futuro, debe ser revisada, modificando algunas consignas que no fueron rápidamente comprendidas por los estudiantes y, principalmente, cuidando la vigencia de los sitios web propuestos entre los recursos.

Asimismo, para minimizar los inconvenientes que trae aparejado los cortes de energía eléctrica y/o de Internet, resulta conveniente prever una etapa no presencial de trabajo a fin de ajustar el tiempo de elaboración de las producciones grupales.

Sin embargo, concluimos que los inconvenientes citados redundaron en beneficios para los procesos de aprendizaje y enseñanza, ya que al reducirse algunas instancias presenciales a meras sesiones de tutoría, nos fue posible realizar una evaluación (tanto de los alumnos, como del material didáctico) en proceso, lo cual no sólo fue decisivo en las calificaciones obtenidas por los estudiantes, sino también en nuestra evaluación como enseñantes y como autores del material didáctico utilizado.

Por todo lo antes expuesto, creemos que la experiencia realizada ha sido importante en la formación profesional de nuestros estudiantes, puesto que han tenido la oportunidad de tomar contacto con una estrategia de enseñanza no tradicional, lo que enriquecerá su futuro ejercicio de la docencia. Esta experiencia les ha permitido conocer una estrategia de enseñanza que no sólo favorece el uso de las nuevas tecnologías en el aula, sino que además propicia el estudio independiente, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones, actitudes todas propias de la docencia y la investigación.

#### 4. REFERENCIAS

BROWN YODER, MAUREEN. (2008). LA METODOLOGIA DEL WEBQUEST UN USO PRODUCTIVO DE INTERNET PARA LA REFLEXION. Disponible en: [www.webquest.org.ar/artic%20maureen.html](http://www.webquest.org.ar/artic%20maureen.html) .

DA CUNHA, MARIA ISABEL. (1997). AULA UNIVERSITARIA: INNOVACION E INVESTIGACION. En Leite, D. y Morosini, M. Universidade Futurante. Campinas. Papirus.

ERTMER, PEGGY; NEWBY, TIMOTHY (1993). CONDUCTISMO, COGNITIVISMO Y CONSTRUCTIVISMO: UNA COMPARACION DE LOS ASPECTOS CRITICOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL DISEÑO DE INSTRUCCIÓN. Performance Improvement Quarterly, 6(4), 50-72. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas. Disponible en: [http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/conductismo\\_%20cognitivismo\\_%20constructivismo.pdf](http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/conductismo_%20cognitivismo_%20constructivismo.pdf)

MOREIRA, MANUEL. UNA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO BASADA EN EL USO DE INTERNET. Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías. Universidad de La Laguna. Disponible en: <http://webpages.ull.es/users/manarea/webquest/webquest.pdf>