

LOS SIG COMO HERRAMIENTAS PARA LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN MEDIA: MAPA DE CULTURAS PRECOLOMBINAS DEL NOROESTE DE LA REPUBLICA ARGENTINA¹

CECILIA BESEDNJAK
Buenos Aires - Argentina
cbsdijk@abaconet.com.ar

RESUMEN

La educación media ha sufrido numerosos cambios con la llegada de nuevas y accesibles tecnologías a los salones de clases. La necesidad de contar con herramientas informáticas que permitan a los estudiantes integrar los grandes cúmulos de información que se distribuyen a través de ellas para desarrollar así un pensamiento crítico y constructivista es aún un asunto difícil de resolver. El objetivo del presente trabajo es demostrar que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pueden ser una de esas herramientas. A través del desarrollo de un proyecto SIG para una clase de Historia en el nivel de educación media se intentará evaluar las ventajas y desventajas de su uso, así como también determinar la percepción de los estudiantes sobre la información presentada con la aplicación.

Palabras clave: SIG, educación media, pensamiento crítico, culturas precolombinas.

ABSTRACT

Secondary education has suffered several changes because of new and accessible technologies at the classroom. The need of using computing tools to give students the opportunity of integrating huge quantities of information distributed through them, for developing critical and constructivist thinking, is yet a difficult issue to be resolved. This work tries to support the idea that Geographic Information Systems (GIS) can be one of those tools. The development of a GIS project for a History middle education class will allow to evaluate the advantages and disadvantages of using them and, also, to determine students' perception about the information handled in the application.

Keywords: GIS, secondary education, critical thinking, pre-Columbian cultures.

"GIS are rapidly evolving to become standard tools, influencing everyday decision-making and acquiring the potential to penetrate even such market niches as the primary school classroom and home computer system. Mass-marketing of data goes hand-in-hand with this revolution. What are the ramifications of this penetration of GIS and spatial information into society? How many users of GIS will be appropriately informed users? GIS education must expand accordingly to accommodate this shift and a new balance will be defined between technical, conceptual, and societal issues. Technology is ceasing to block progress in learning GIS, allowing more opportunity to focus on depth and breath, focusing on growing conceptual issues needed by such everyday usage"
(Forer y Unwin, 1999)

1. Introducción

Tradicionalmente, los profesores contaban con escasos recursos a la hora de plantear diversos escenarios geográficos, más aún aquellos que ilustraban zonas poco conocidas e inaccesibles. La imaginación y los libros, con sus fotografías e ilustraciones, eran sus mayores aliados a la hora de transportar a la clase a lugares remotos o a tiempos pasados.

Pero con la llegada de nuevas tecnologías y al masificarse su uso, hace tan sólo unos años, las escuelas abrieron sus puertas al mundo y al universo que las rodeaba. Con Internet, por ejemplo, se abrieron las perspectivas de espacio y de tiempo a través de enormes cúmulos de información, permitiendo a alumnos y a profesores un rápido acceso a material actualizado y confiable de diversas fuentes y autores.

Paralelamente a estos cambios en la educación, y fuera del ámbito escolar, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se fueron convirtiendo en valiosas herramientas aplicables a infinidad de áreas. Esta variedad de utilidades, los convirtieron en sistemas con un alto potencial para la visualización y el análisis de gran variedad de fenómenos que anteriormente resultaban imposibles y hasta impensables de representar.

Muy recientemente, la educación, en todos los niveles, ha comenzado a introducir estos sistemas en los salones de clases, abriendo una nueva posibilidad hacia el análisis de las relaciones existentes en todo ese universo de datos que los rodea. Actualmente, los estudiantes tienen la posibilidad de determinar su ubicación exacta en el espacio, ya sea dentro de su escuela, de la comunidad que los rodea, de la unidad administrativa que los agrupa o del país del cual son habitantes para poder así investigar, analizar y determinar sus relaciones con todos y cada uno de ellos.

A partir de estos cambios y gracias a la posibilidad de adquirir, almacenar y analizar información de una gran variedad de fuentes, los educadores se han visto obligados a establecer una nueva organización de los datos para ofrecerle a los estudiantes una visión más globalizada de todos aquellos aspectos que los rodean en su vida diaria.

“Qué pasaría si...?” y “Cómo es que...?” son algunos de los interrogantes que pueden preguntarse y responderse fácilmente con un SIG (Johnson y Moore, 2000).

2. Metodología

La metodología del presente trabajo se dividió en una parte teórica, en una práctica y en el análisis de resultados y conclusiones.

Para la parte **teórica**, se realizó un breve análisis de los cambios surgidos en la educación media a partir de la evolución, desarrollo y adopción de nuevas tecnologías informáticas en general, de la inclusión de los SIG en los salones de clases y de sus ventajas y desventajas.

Con respecto a la parte **práctica**, el trabajo se divide en tres etapas. La primera se realizó en conjunto con una profesora de historia y abarcó la definición de las principales necesidades, de los requisitos y del alcance del mapa a generar (lugar geográfico, período histórico, datos mínimos necesarios, elementos del mapa, atributos, simbología, diseño, etc.) y la elaboración de un Trabajo Práctico que sería utilizado en la clase durante la prueba piloto. También se incluyó en esta etapa la elaboración de una encuesta que debía ser completada por el profesor de la clase en la que se realizaría la prueba piloto de uso del programa, para evidenciar el nivel educativo de la escuela, sus tendencias en lo que se refiere a la educación, los recursos disponibles y los conocimientos y metodología de enseñanza de los profesores. La segunda etapa fue el diseño del mapa para el estudio de las culturas precolombinas argentinas, con el programa *ArcView*[®]. Se recopiló las fuentes de datos, se digitalizaron, editaron y/o limpiaron los datos geográficos (con programas tales como, *AutoCAD*[®] y *Data Automation Kit*TM) y se integraron en un único proyecto *ArcView*[®]. Respecto a la información recopilada de textos (libros de arqueología, material extraído de páginas Web), se realizó una lectura exhaustiva del material, se seleccionaron aquellos datos que resultarían relevantes para el proyecto y se convirtieron en registros de la base de datos. Para todas las tareas anteriormente enumeradas se registró la metadata de la información recopilada, indicando procedencia del material, el método de adquisición, de integración en el programa *ArcView*[®] y el nombre del tema que tendría finalmente en el proyecto. La tercera etapa fue la prueba piloto. Se estudió el grupo escolar que participaría de la misma a través de una encuesta, para evidenciar el nivel de conocimientos en informática, los usos más comunes dentro del colegio, la frecuencia con que utilizaban las computadoras, las materias en que las usaban como herramientas, etc. Luego se llevó a cabo la prueba piloto en la que participaron algunos profesores y un pequeño grupo de alumnos. Posteriormente se entregó una encuesta para determinar, según las respuestas obtenidas, la evaluación del profesor y de los alumnos sobre el programa.

Con respecto al **análisis de resultados y conclusiones**, éste abarcó el análisis de las respuestas a las encuestas y la elaboración de las conclusiones. Se incluyeron las sugerencias e ideas para mejorar la calidad del programa recogidas luego de la prueba piloto.

3. Las nuevas necesidades de la educación media ante los cambios tecnológicos

Algunos profesores tienen la tendencia de subdividir los contenidos de las materias en partes que se exponen separadamente a los alumnos y muchos otros tienen la tendencia de presentar la información a la clase sin preocuparse por la verdadera percepción que ha hecho el alumno de la temática aprendida. Pero este tipo de enseñanza resulta hoy bastante limitada. Actualmente, una de las principales tendencias en la educación es la del aprendizaje constructivista, el cual se basa en la idea que el conocimiento se construye de la experiencia, que el aprendizaje es una experiencia personal de la realidad y que el aprendizaje es un proceso activo situado en el mundo real. Estas ideas se implementan a través de un entorno en el cual el profesor es un proveedor de información, más que la fuente misma (Sanders, 1998). Así, la enseñanza pasa de centrarse en el profesor a centrarse en el alumno, obligando a éste a trabajar el pensamiento, más que la memorización pasiva de la información. La informática y todos sus recursos, bien utilizados y dirigidos, permiten que el profesor implemente estas nuevas tendencias, guiando a los alumnos en el descubrimiento de la información y otorgándoles nuevos incentivos dentro de las respuestas mismas, llevando a los estudiantes a realizar investigaciones más profundas y llevándolos a niveles de comprensión y de conocimiento más avanzados. De esta manera, la tecnología no está siendo utilizada solamente para extender las oportunidades educativas sino que también está transformando la manera en la que los estudiantes están adquiriendo el conocimiento (Jain, 1997).

Pero a partir de todos estos cambios, las escuelas necesitan desarrollar nuevas estrategias educativas para capacitar y organizar a los profesores en la enseñanza de estas técnicas y a los alumnos en su aprendizaje, ya que las innovaciones tecnológicas tienden a revolucionar los tradicionales métodos de educación.

Para Tinker (1991), la nueva visión respecto al uso de la tecnología se centra en utilizarla como soporte de la excelencia en el aprendizaje, en vez de utilizarla para reemplazar al profesor. En esta visión, los alumnos tratan problemas mucho más complejos, trabajan en proyectos a gran escala y mucho más significativos, adoptan mayores responsabilidades en su propio aprendizaje y los dispone para trabajar en una variedad de estilos. Tinker también sostiene que la tecnología tiene algo para ofrecer a cada uno de los aspectos de los proyectos de los estudiantes: amplía el rango de investigación posible, ofrece nuevas oportunidades de colaboración y comunicación, simplifica la adquisición y visualización de los datos, provee mecanismos de control para experimentos, aumenta la sofisticación de la teoría constructiva, provee nuevas salidas para expresiones creativas y otorga acceso a grandes bases de datos de información.

Respecto a la utilización de las nuevas tecnologías informáticas en la investigación de las ciencias sociales, ésta aún es considerada como exótica y su crecimiento y aceptación está siendo en general muy lento, más aún en la educación media. Los movimientos actuales tienden a utilizar la tecnología para aumentar las oportunidades en casi todas las áreas de aprendizaje y estas ciencias no deberían quedarse al margen. Pero los estudiantes de las áreas de humanidades deberían estar al tanto del poder y la libertad que les confieren las nuevas tecnologías mientras que los profesores deberían ser conscientes de las posibilidades y limitaciones de las mismas (Jones, 1997).

3.1. SIG y educación: un poco de historia

Los SIG han sido unidos a la educación por primera vez en el año 1992, a raíz de un artículo de Tinker (1992), en el cual expuso la posibilidad de representar datos con mapas digitales en cualquier materia y describió además el poder, la flexibilidad y las posibilidades que los mapas ofrecían a alumnos de 4°, 5° y 6° grado al estudiar aspectos del medioambiente. Tinker describió a los SIG como programas que proveen un vínculo crítico entre los niveles de observación inmediatos y personales y los efectos globales. En el año 1994, en la *National Geographic Society*, de Estados Unidos, se realizó la primera conferencia anual de aplicaciones SIG en escuelas (EdGIS). La conferencia fue un gran suceso y EdGIS tiene desde entonces un componente substancial de investigación, en el que las tareas de la educación SIG han sido subdivididas en temas pedagógicos, en temas de curriculum, de software y cognitivos. Ya en el año 1998, en la Conferencia de Usuarios de ESRI, el *National Centre for Geographic Information and Analysis* (NCGIA), de Estados Unidos, delineó las ventajas y los retos del uso de los SIG en las aulas. Entre las ventajas, sugirió que hay métodos más baratos para obtener software SIG, hardware y datos. Entre las limitaciones se encuentra la desigual distribución de recursos informáticos en las escuelas y el entrenamiento previo que necesitarían los profesores. Desde entonces, los esfuerzos del NCGIA son permanentes y se centran en establecer y promover el uso de los SIG en la educación y para ello ha establecido el *Core Curriculum*, que incluye contribuciones de académicos de todo el mundo, notas de conferencias y material relacionado, que permite determinar los contenidos de las clases y la ubicación del material para cursos SIG en diferentes niveles. Además, el NCGIA promueve el desarrollo de proyectos en la educación secundaria a través de un programa diseñado para desarrollar y recopilar material y diseminarlo después a través de grupos de trabajo de profesores. El *University Consortium for Geographic Information Science* (UCGIS) ha realizado esfuerzos similares para crear un programa en SIG estandarizado. Sin embargo, estos programas están destinados actualmente a los profesionales del SIG y existen muy pocas aplicaciones disponibles para utilizarse en enseñanza media.

3.2. Los SIG en la educación media

Los SIG son fácilmente adaptables a los requerimientos y necesidades en cada uno de los niveles educativos y pueden resultar de gran utilidad en todas las etapas de aprendizaje (véase [tabla 1](#)). En el transcurso de su educación, los estudiantes comienzan a percibir el entorno que los rodea: el colegio, la familia, la comunidad. Por esto, una de las principales ventajas que ofrecen los SIG en la educación media, radica en la posibilidad de mostrar la naturaleza del entorno para que los alumnos puedan investigarlo por ellos mismos, descubriendo así los patrones y las características de su alrededor y para construir sus propios conocimientos espaciales. Los datos y los programas mismos dejan de ser la respuesta a un interrogante (ESRI, 1995) para pasar a convertirse en un conjunto de respuestas posibles que serán halladas según éstas sean definidas y según los criterios de selección de información que se utilicen. La posibilidad de personalizar la información y de seleccionar la que resulte de más interés según sus propias necesidades permite al estudiante un gran progreso individual, a la vez que le brinda la posibilidad de contribuir a las actividades grupales aportando su visión personal del mundo que lo rodea (ESRI, 1995).

3.2.1. Ventajas del uso de los SIG en la educación media

Para los profesores

- Permite crear en los alumnos la mentalidad de "educación continua" al entregarles todo el cúmulo de información para que analicen, en vez de sólo exponerles ideas y teorías;
- Permite integrar creativamente conocimientos e información;
- Permite una personalización de contenidos según las necesidades de la clase;
- Permite controlar la cantidad de información que se visualiza, permitiendo guiar mejor al alumno en sus investigaciones y promoviendo una comprensión más clara y activa de los datos;
- Permite ingresar datos generados por los alumnos sobre una plataforma o base creada por profesionales, lo que asegura una correcta visualización de la información y del contexto de estudio; y
- Permite capacitar a los alumnos para resolver situaciones problemáticas planteadas.

Para los estudiantes

- Los SIG desarrollan capacidades básicas de computación tales como la administración de archivos, la manipulación de bases de datos, el uso de herramientas gráficas, el uso de información remota (imágenes satelitales y fotografías aéreas), el uso de software para presentación de resultados, la elaboración de proyectos multimedia y la integración de datos provenientes de otras tecnologías (GPS, por ejemplo) (ESRI, 1998);
- Promueve la utilización de procedimientos integrados en los procesos de investigación, incluyendo recopilación, preparación, almacenamiento, análisis y presentación de datos (ESRI, 1995);
- Permite establecer relaciones temporales y atemporales;
- Otorga la capacidad de reconocer las distintas calidades de los datos y aquellos factores que pueden influir en esa calidad;
- Permite al alumno formular sus propias preguntas e hipótesis y, a partir del análisis de la información, determinar sus respuestas y la validez de las mismas;
- Promueve en el alumno la formación de juicios de valor con fundamento;
- Abre nuevas perspectivas y desarrolla habilidades que resultarán útiles en estudios universitarios y terciarios (ESRI, 1995);
- Ejercita el pensamiento crítico a través de la lógica matemática (mediante el uso de números y de herramientas para adquisición, procesamiento y transferencia de información), de la lingüística (al interpretar y presentar datos en forma de texto y al leer y utilizar símbolos), de la percepción espacial (al convertir el mundo real en una imagen mental o visual) y de la comunicación (al transferir efectivamente mediante representaciones la información y el conocimiento adquiridos durante el proceso de investigación) (ESRI, 1995).

3.2.2. Limitaciones del uso de los SIG en la educación media

Uno de los principales problemas a la hora de incorporar un SIG en un salón de clases es el de la tecnología disponible. Existen colegios con excelentes recursos en los que es posible disponer de una computadora para cada alumno, acceso permanente a Internet y a gran cantidad de elementos que hacen a ese sistema apto para la implementación de un SIG. Sin embargo, en las escuelas en las que esos recursos no están disponibles, es necesario adaptarse para asegurar aún así su efectividad. Si bien esto representa un gran inconveniente, existen algunas soluciones que hacen que esta limitación se convierta en relativa. En estos casos, el profesor podría, por ejemplo, generar mapas en papel, generar imágenes a partir de los mapas digitales que puedan ser leídas por cualquier software, instalar un equipo con vistas personalizadas según necesidades de los alumnos en algún lugar clave dentro de la escuela (por ejemplo, en la biblioteca), utilizar periféricos para visualizar los proyectos en el salón de clases, etc.

Otra de las limitaciones del uso de los SIG en la educación, radica en el hecho que estos sistemas pierden actualidad muy rápidamente. Un profesor tendría un trabajo constante para mantener a los alumnos al tanto de los cambios y, muchas veces, los costos de esas actualizaciones serían imposibles de afrontar para los colegios. La capacitación que necesita adquirir también puede convertirse en un problema de tiempo y de costos.

Por último, la elección de un sólo producto, el centrar los estudios y proyectos sobre esa única plataforma (en vez de estudiar los beneficios generales de los sistemas), la dificultad de transferir conocimientos adquiridos de un programa a otro y los problemas en la adquisición e integración de información, hacen que estos sistemas resulten realmente difíciles de utilizar para los alumnos de niveles inferiores y para profesores con poca o nula experiencia en informática.

3.2.3. Algunos proyectos SIG en escuelas secundarias

Existe una gran variedad de aplicaciones SIG desarrolladas en escuelas que abarcan, en general, dos grandes ámbitos de estudio: la escuela misma, con estudios desarrollados para alguna materia en particular, y la comunidad, con aplicaciones desarrolladas para aumentar el conocimiento que los alumnos tienen del entorno y/o como servicios a las personas que la habitan. Sin embargo, pese a encontrarse gran cantidad de experiencias realizadas - la mayoría de ellas en Estados Unidos y Europa - poco se describe acerca de los resultados. Algunas están aún en su fase de desarrollo y se estima que los resultados serán favorables, pero sólo los informes finales brindarán datos más precisos al respecto.

A continuación se indican algunas de esas aplicaciones y su página Web:

MassGIS

www.state.ma.us

ESRI's U.S. Community Atlas

www.esri.com

Northern Ireland Curriculum

www.osni.gov.uk

GeoTEKS

www.esri.com

GEODESY

www.bgrg.com

Mapping our city
AURISA

<http://mapcity.terc.edu>
www.aurisa.asn.au

3.3. El futuro

Las aplicaciones SIG están creciendo rápidamente y se estima que esta tendencia continuará en el futuro. Con la inclusión de los sensores remotos, de los *desktop GIS* y de los mapas SIG *on-line* en Internet, los estudiantes van ganando oportunidades para dedicarse cada vez más al análisis de la información espacial (Baker, 2000).

Pero varias de las limitaciones del uso de los SIG en las escuelas aún radican en los constantes cambios que se efectúan sobre las estructuras de estos programas y en la falta de disponibilidad de datos de calidad para libre uso. Recientemente se ha evaluado la posibilidad de crear un ambiente abierto y tener un marco de referencia que permita compartir experiencias e información a la hora de buscar recursos, actualizarse, obtener información sobre metadata, formato de datos y tecnología, pero el futuro de los datos y recursos disponibles para aplicar los SIG en la educación está aún en discusión. Existen proyectos para crear modelos que tendrían en cuenta los permanentes cambios tecnológicos y que soportarían una interoperabilidad dentro de la educación (es decir, que podrían ser utilizados por cualquier usuario, en cualquier lugar y con mínimos recursos) y también hay proyectos para la creación de modelos de información que contendrían metadata del material educativo disponible, que podría ser compartido por todos los usuarios (Heywood and Kemp, 1997). Algunos de éstos son, por ejemplo, la *Advanced Distributed Learning Network* y el *Instructional Management System Project* (ambos de Estados Unidos), pero actualmente estos proyectos están aún en su etapa de desarrollo.

4. Ejemplo de aplicación de los SIG en la educación media: el mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina

4.1. Trabajo previo

Cada clase, cada profesor, cada alumno es diferente. Uno de los desafíos del profesor al decidir utilizar un SIG en su clase es hallar las técnicas que mejor se adaptan a sus necesidades. Por esto, como primer paso en la elaboración del proyecto se realizó una breve charla con la profesora de Historia que colaboraría en el desarrollo del mismo. Se analizó a grandes rasgos la potencialidad de los SIG y sus posibles aplicaciones en clase y se expusieron algunos ejemplos de experiencias realizadas para brindar un enfoque más amplio acerca de los beneficios que podrían aportar en un salón de clases. La profesora, por su parte, aportó conocimientos en lo que se refiere a la parte pedagógica del trabajo: posibles maneras de llevarlo a cabo, niveles de aprendizaje según distintas edades, capacidad de los alumnos, etc.

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

Luego de exponer la potencialidad y las limitaciones del SIG y de evaluar a grandes rasgos, los datos disponibles, se comenzó a delinear el trabajo. En principio, la profesora presentó un borrador con los temas que podrían llegar a ser tratados en la clase. Estos temas fueron elegidos según el nivel de comprensión de los alumnos a quienes iría dirigido el trabajo así como también según la disponibilidad de datos con que se contaba. La edad de los estudiantes se estimó que iría entre los 13 y los 17 años.

Posteriormente se procedió a definir la zona geográfica que abarcaría el proyecto. Se decidió que el área de estudio sería la que abarca actualmente la provincia de Catamarca. Si bien en principio se había evaluado la posibilidad de trabajar sobre la totalidad del noroeste argentino y de sus culturas precolombinas, la falta de información acerca de muchos lugares y asentamientos provocó una reducción en dicha área. Por último, a partir de la lectura de bibliografía específica sobre el tema, se determinó que el período que abarcaría el trabajo iría desde el año 0 hasta la llegada de los incas, es decir, hasta el año 1480, aproximadamente.

Una vez definidos los parámetros espaciales y temporales, se procedió a definir, aproximadamente, qué datos serían los mínimos para cubrir las necesidades del trabajo. Para realizar esta tarea se tuvo en cuenta cuáles eran los recursos informáticos disponibles para la entrada de datos y también la información ya recopilada hasta ese momento. Así, se determinó que sería necesario disponer de los siguientes datos, como mínimo:

- Cartografía base: planimetría, altimetría, hidrografía;
- Características físicas y ambientales de la provincia: clima, flora, fauna, relieve;
- Ubicaciones y características de las principales culturas de cada período: localización geográfica, organización política, organización económica, arte, religión, etc.
- Fotografías y/o dibujos: para ilustrar el tipo de viviendas, los enterratorios, el arte cerámico, el lítico y el metalúrgico.

4.2. El Trabajo Práctico y sus objetivos

Una vez finalizado el trabajo previo, se comenzó a elaborar el Trabajo Práctico definitivo. Para ello, y teniendo en cuenta todo lo analizado anteriormente, se definieron los objetivos del mismo.

1. CONCEPTUALES

Que el alumno logre:

- Conocer y manejar con fluidez vocabulario técnico específico de la cartografía y de la arqueología;
- Ubicar las diversas culturas en el marco espacial y temporal;
- Reconocer las diversas manifestaciones artísticas precolombinas en la región; y
- Conocer los métodos de estudio y de trabajo característicos de la arqueología moderna.

2. PROCEDIMENTALES

Que el alumno logre:

- Integrar creativamente los conocimientos y la información;
- Resolver situaciones problemáticas planteadas;
- Conocer las técnicas propias del trabajo intelectual;
- Adquirir destrezas en el manejo de diferentes tipos de mapas que se le presentan;
- Emitir juicios de valor con fundamento;
- Promover el pensamiento crítico; y
- Promover una actitud de protagonismo en el proceso de sus propios aprendizajes.

3. ACTITUDINALES

Que el alumno logre:

- Valorar la convivencia grupal; y
- Tener conciencia clara de la importancia de la conservación del patrimonio histórico y artístico de su nación.

Una vez definidos los objetivos, se elaboró el Trabajo Práctico definitivo. En dicho trabajo se intentó integrar y relacionar todas aquellas expresiones propias de la presencia del hombre en las distintas épocas históricas, tales como el arte cerámico, el lítico, la arquitectura, la religión, etc., con aquellos elementos propios del espacio y del medio ambiente, tales como el relieve, la flora, la fauna, y el clima. La idea que prevaleció al elaborar los ejercicios fue que los alumnos visualizaran al hombre y al espacio que lo rodeaba como un todo y que pudieran determinar las relaciones entre los patrones de asentamiento y el medio ambiente (el condicionante) así como también que pudieran encontrar la huella de dicho espacio geográfico en cada una de las manifestaciones artísticas y de las costumbres del hombre que lo habitó.

4.3. Realización del proyecto con tecnología SIG

Como al comenzar el diseño del mapa ya se había definido el trabajo práctico, se trataron de respetar las pautas establecidas en el mismo respecto a los colores de las líneas y los textos del mapa. Estas especificaciones fueron extraídas de los estándares para signos cartográficos publicados por el Instituto Geográfico Militar de la República Argentina en el año 1953. Cabe aclarar que los estándares de signos sólo se aplicaron en la cartografía base. Los símbolos y las representaciones utilizadas para graficar la parte histórica de los mapas fueron elegidas de manera que pudieran ser fácilmente identificables por los alumnos, sin cumplir con ningún estándar particular, y tanto el tamaño como los colores fueron seleccionados teniendo en cuenta la importancia de cada uno de los datos.

En este punto, ya estaba definido todo lo necesario para comenzar con la elaboración del proyecto que cumpliera con todas las necesidades especificadas anteriormente. El programa elegido para tal fin fue el *ArcView*[®], en su versión 3.1, por ser uno de los más conocidos y utilizados, por su entorno amigable, por la gran cantidad de información que existe para la gran variedad de usuarios y porque tenía todas las herramientas necesarias para llevar a cabo la tarea. Al programa se le instalaron las extensiones *K-12* de ESRI, para facilitar el trabajo posterior de los profesores durante

la prueba piloto.

Los recursos informáticos con los que se contaba se enumeran a continuación.

Hardware: computadora notebook, scanner, impresora, grabadora de CDs.

Software: *AutoCAD*[®], de Autodesk; *Data Automation Kit (DAK)*TM y *ArcView*[®], de ESRI; *Microsoft*[®] *Office*[®], de Microsoft Corporation y *Adobe*[®] *Photoshop*[®], de Adobe.

Con el fin de generar la cartografía básica del proyecto, se recopiló información de distintos organismos públicos nacionales y de libros diversos. A continuación se enumeran los niveles de información que fueron seleccionados para ser incluidos en el trabajo y sus respectivas fuentes de datos.

- **Topografía:** Instituto Geográfico Militar (IGM) de la República Argentina. La cartografía disponible era insuficiente para cubrir la totalidad del área de estudio en una escala razonable y sólo fue posible obtener dos cartas papel en escala 1: 250.000. Nombres: *Belén* (2766-III) y *Santa María* (2266-I). Proyección: Gauss-Krüger. Año 1986.
- **Hidrografía, poblaciones actuales y límites:** obtenidos de Temacler, empresa argentina proveedora de datos cartográficos digitales. Mapa digital de la provincia de Catamarca, en *AutoCAD*[®]. Nombre: *Catamarca.dwg*. Proyección: Gauss-Krüger. Año: 1994. Escala original del mapa: 1: 750.000.
- **Climas y Vegetación:** Aeroterra S.A. Archivos *shapefiles* de *ArcView*[®] bajados del Atlas Argentino disponible en la página de la empresa (www.aeroterra.com). Nombres: *vegetación.shp* y *climas.shp*. Proyección: Gauss-Krüger. Año: no especificado. Escala: no determinada.
- **Asentamientos precolombinos:** extraídos del libro: "Poblaciones indígenas argentinas" de Rodolfo Raffino. Atlas Arqueológico del noroeste argentino. Proyección: no especificada. Año: 1991. Escala calculada (aproximada): 1: 3.125.000.

Una vez evaluados los datos disponibles para la cartografía, se procedió a organizar la estructura del proyecto. Este se dividió según los distintos tipos de datos y/o archivos que lo conformarían. El modelo de los datos en el proyecto *ArcView*[®], se organizó según el espacio (áreas geográficas) y el tiempo (períodos). Véase [figura 1](#).

A los archivos del proyecto se los organizó de la siguiente manera:

- **Catamarca.apr:** el proyecto *ArcView*[®];
- **Léame.txt:** archivo con breve explicación para la instalación;
- **Ext32:** carpeta con extensiones *ArcView*[®] que se instalaron en el programa;
- **Fotos:** imágenes con formato TIF agrupadas según categorías, en:
 - Cerámica
 - Fauna
 - Flora
 - Viviendas

- **Planos:** todos con formato TIF y subdivididos según lo que ilustrarían:
 - Enterratorios
 - Otros
 - Viviendas
- **Shp:** *shapefiles* organizados según la vista a la cual pertenecerían. Para evitar duplicidad de datos, los que se repetirían en todas las vistas se agruparon en la carpeta o vista "Catamarca".
 - Catamarca
 - Famabalasto
 - General (República Argentina)
 - Medio
 - Tardío
 - Temprano
- **Texto:** archivos de texto con información acerca de las regiones geográficas y del clima de la provincia. Se organizaron en:
 - Clima_puneño.doc
 - Clima_serrano.doc
 - Regiones_andina.doc
 - Regiones_puneña.doc
 - Regiones_serrana.doc
 - Topónimos.doc

Para cada uno de los temas que se incluirían en las vistas del proyecto *ArcView*[®] se debió realizar una técnica de adquisición y un procesamiento diferentes. A continuación se describe la metodología utilizada en cada uno de los casos.

- **Topografía:** la topografía total de la provincia no pudo conseguirse, por lo que fue necesario adaptar el Trabajo Práctico para estudiar solamente un área entre aquellas que sí estaban disponibles. Se seleccionó el área de Famabalasto, y se procedió al escaneo de las cartas topográficas de aquellas zonas que resultaban de interés para el estudio. Posteriormente, se digitalizaron en el programa *AutoCAD*[®] utilizando el método de digitalización punto a punto en pantalla. Una vez digitalizadas, se exportaron como archivos *Drawing Interchange File (DXF*TM), para ser procesadas con el programa *DAK*TM. La cobertura creada fue de líneas.
- **Hidrografía, salares y límites:** se extrajeron de un archivo *AutoCAD*[®] con extensión DWG. Fue necesario editar las líneas, también con el programa *AutoCAD*[®]. Para la hidrografía, se cerraron los polígonos de las lagunas. También se cerraron los que delimitaban los salares. Para los límites, se editaron las líneas y se realizó una unión de manera que los límites interprovinciales estuvieran definidos por una sola polilínea y el límite internacional, por otra. Una vez completados estos procesos, todos los archivos se exportaron como *DXF*TM y se procesaron también con el *DAK*TM. Las coberturas creadas fueron de líneas y de polígonos.
- **Poblaciones actuales:** ídem a los anteriores, pero la cobertura creada fue de puntos.
- **Climas y vegetación:** generadas a partir de *shapefiles* para *ArcView*[®]. Requirieron de una transformación ya que, si bien estaban en proyección Gauss-Krüger, la faja era diferente.

Luego de transformarlos, se realizó el mismo proceso que con los anteriores archivos, pero esta vez se generaron coberturas de polígonos.

- **Asentamientos precolombinos:** para este tema sólo se creó un *shapefile* de puntos y se cargaron las posiciones aproximadas de 180 asentamientos, ya que resultó imposible determinar la proyección de los mapas originales y también debido a que éstos no tenían gran calidad ni precisión. Posteriormente se verificaron esas ubicaciones y se ajustaron con posiciones extraídas de otras fuentes de datos.

Luego de finalizar con la etapa de adquisición de datos, se ingresaron en el proyecto *ArcView*[®] las coberturas de líneas, de polígonos y de puntos, así como también aquellos archivos *DXF*[™] que no necesitaron ser procesados con el *DAK*[™] (especialmente algunos *layers* de topónimos). Una vez cargados en *ArcView*[®], la mayoría se convirtieron a archivos del tipo *shapefiles*, para poder editarlos nuevamente en caso que fuera necesario. Para ver la totalidad de los *shapefiles* incluidos en el proyecto y la vista a la cual pertenecen, véase [tabla 2](#).

Respecto a las imágenes y a su origen, las mismas provienen de apuntes (cerámica), de libros (cerámica, enterratorios, viviendas) y de páginas de Internet (flora y fauna). La calidad original de la mayoría de ellas no era muy buena. Se hizo una búsqueda más profunda para hallar nuevas imágenes (y también videos) que resultaran más atractivas para los alumnos, que tuvieran una mejor calidad y que fueran en color, pero no hubo éxito en la tarea.

Respecto a los textos, todos fueron extraídos de información proveniente de páginas Web de la provincia de Catamarca y de libros de Geografía, y fueron adaptados para que resultaran comprensibles para los alumnos.

Como última etapa, se procedió a completar las bases de datos y a establecer los vínculos entre los distintos elementos de los mapas y entre las vistas.

4.4. La prueba piloto

Como primera instancia en esta etapa y para conocer un poco más la realidad de cada una de las escuelas en donde se iba a realizar la prueba piloto, se elaboró un cuestionario para los profesores titulares de las clases que harían la prueba. Las preguntas se dividieron en tres aspectos: los relativos a la escuela, los relativos a los recursos existentes en la misma y los relativos al profesor. De esta manera sería posible determinar la metodología de trabajo en el colegio, la tecnología disponible, la metodología propia del profesor y sus conocimientos de informática y también sus conocimientos sobre SIG, si es que los tuviera. Las preguntas fueron contestadas por los profesores sin tener ningún tipo de charla o exposición previa. También se realizó una encuesta previa para los alumnos que participarían en la experiencia y ésta se diseñó para evidenciar, a través de las respuestas obtenidas, los conocimientos acerca del tema de estudio (las culturas precolombinas), los recursos informáticos con los que contaban, la disponibilidad y el acceso a las computadoras así como también los fines con que las usaban y la frecuencia. Además, se agregaron algunas preguntas para delinear la visión que tenían los alumnos acerca de las clases de historia y se les dio la libertad de proponer el diseño de un programa propio para el estudio de dicha materia. Las

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

encuestas fueron enviadas vía e-mail a la Directora de Estudios de la escuela en donde se realizaría la prueba piloto para que fueran entregadas a los profesores y a los alumnos que participarían en la clase especial. En esta etapa no se realizó ningún contacto personal con ellos.

Los profesores que completaron el cuestionario previo fueron cuatro: un profesor de Matemática, una profesora de Historia y dos de Geografía. Cabe destacar que la época del año en la que se realizó el proyecto no resultó muy apropiada ya que durante el mes de enero y el de febrero, la mayoría de los profesores está tomando sus vacaciones de verano y resultó bastante difícil encontrar voluntarios para completar las encuestas. Para ver los resultados, véase [Apéndice 1](#).

Respecto a los alumnos que completaron el cuestionario, fueron 30 y fueron elegidos al azar. El grupo estaba conformado por 8 alumnos de trece años, 12 alumnos de catorce, 2 de dieciséis, 7 de diecisiete y 1 de dieciocho (véase [Apéndice 2](#)).

Una vez evaluadas todas las encuestas, se realizó una breve charla con los profesores acerca de las principales características de los SIG, potencialidades, ventajas y limitaciones. Para esta charla se utilizó una presentación en *PowerPoint*[®], realizada por ESRI Inc. (*gistch_4.ppt*), bajada la página de dicha empresa en Internet y traducida al español para una mayor comprensión. Respecto al programa, se realizó una breve introducción al uso del mismo teniendo en cuenta los siguientes temas y comandos:

- Identificación de elementos geográficos;
- *Zoom in* y *zoom out*;
- Selección de elementos de un tema según un determinado criterio de búsqueda (con expresiones lógicas - igual que, mayor que, etc.- o por ubicación geográfica de los elementos - más cercano, dentro de, etc.-);
- Creación de áreas de influencia (*buffers*); y
- Establecimiento y visualización de vínculos según los distintos tipos de archivos.

Para facilitar el trabajo del profesor durante la clase, se realizó un documento como ayuda. En este documento se hizo una breve descripción de algunos comandos y se presentó un breve ejemplo sobre su uso en el Trabajo Práctico. Junto a esta ayuda se entregó también a los profesores una copia del Trabajo Práctico y una Guía con sugerencias acerca de los ejercicios, con el objetivo de proporcionarle algunos recursos útiles para un buen desarrollo de los mismos.

Días más tarde, finalmente se llevó a cabo la prueba piloto. La fecha elegida no fue la más apropiada porque tanto alumnos como profesores estaban en su primera semana de clases luego del receso de verano, pero fue la única disponible. La escuela en donde se realizó la prueba está en Del Viso, localidad ubicada a aproximadamente 40 kilómetros de la Capital Federal (provincia de Buenos Aires, ARGENTINA). Esta es una escuela parroquial, que da clases en todos los niveles educativos: jardín de infantes, EGB (primario), polimodal (medio) y profesorado a nivel terciario.

Para llevar a cabo la prueba piloto, se eligió la biblioteca de la escuela, por su amplitud y comodidad. No se disponía de un cañón para poder trabajar simultáneamente con la totalidad de los alumnos, así que se dispuso la computadora notebook sobre una de las mesas, conectada a un

monitor de 17". De esta manera, un grupo de alumnos visualizaría el programa en la computadora y el resto lo haría en el monitor. Respecto a los estudiantes, asistieron los mismos que habían completado las encuestas previas y se los dividió en tres grupos de diez, para trabajar más cómodos. Al ingresar a la biblioteca, se les hizo entrega del Trabajo Práctico y de una copia en papel del mapa de la provincia de Catamarca (véase [figura 2](#)). La profesora de Historia dirigió la clase y una profesora de Geografía (que había completado la encuesta previa) asistió como espectadora. Fue imposible que el resto de los profesores asistiera también a la prueba piloto, ya que en esa primera semana de clases recién se estaban asignando horarios y cursos y no podían abandonar sus clases para asistir.

El método de trabajo que se adoptó fue por turnos, y siempre bajo la dirección de la profesora, los grupos visualizaran los datos, los analizaran sobre la pantalla y tomaran apuntes, retirándose después a las mesas adyacentes para realizar los trabajos grupales o para discutir los resultados, dejando pasar al grupo siguiente. En todo momento los alumnos demostraron mucha atención y la mayoría de ellos participó activamente en la realización de los ejercicios, siguiendo paso a paso las pautas sugeridas por la profesora. Esta no tuvo mayores inconvenientes para manejar el programa y toda la experiencia se desarrolló en un ambiente totalmente relajado e informal (véanse [figuras 3 y 4](#) y [figura 5](#)).

Finalmente, y como última etapa de esta prueba piloto, se entregó a alumnos y a profesores la encuesta posterior al trabajo. En estas encuestas se intentó evaluar cómo había resultado la experiencia, cómo había funcionado el programa (tanto el diseño como los datos), los beneficios y las limitaciones de su uso, las dificultades en el manejo, los cambios necesarios, y las sugerencias a tener en cuenta. A los profesores también se les pidió, entre otras cosas, enumerar los beneficios y las limitaciones que podría tener el adoptar el sistema en sus clases, considerar si, en caso de implementarlo, existiría un cambio en la manera de pensar de los alumnos, si los SIG se podrían integrar a otras áreas dentro de la escuela y si los adoptarían como herramientas para enseñar en sus clases.

4.5. Los resultados

A continuación se hace un análisis de los resultados extraídos de las encuestas posteriores a la prueba piloto.

Las respuestas de las dos **profesoras** que participaron en la prueba piloto fueron las siguientes:

- Como beneficios de utilizar un SIG en cualquier materia, sugirieron que:
 - Motiva la atención del alumno;
 - Facilita la extracción de conclusiones a partir de establecer relaciones y comparaciones;
 - Utiliza simultáneamente recursos visuales, estadística, información general y cartografía, efectivizando así el uso del tiempo para el profesor;
 - Presenta problemáticas que requieren que el alumno formule hipótesis de trabajo;

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

- Permite analizar dinámicamente la información, entrecruzando muchas variables a la vez; e
- Imprime dinamismo a contenidos netamente teóricos o conceptuales y a las relaciones que se pueden establecer entre sí, proponiendo estrategias novedosas de aprendizaje.
- Como limitaciones al utilizar un SIG en cualquier materia, sugirieron que la mayoría de ellas responden a problemas de recursos de los colegios y a los tiempos necesarios para aprender a utilizar el programa y familiarizarse con la información cargada en el mismo, para evitar así "perdersé" en la búsqueda de datos.
- Ambas profesoras estuvieron de acuerdo que el uso de un SIG puede producir un cambio en la manera de pensar de los alumnos, porque se considera que la informática es un lenguaje bastante familiar para los alumnos y, partiendo de sus intereses, se podría proponer como una estrategia de aprendizaje y apropiación del conocimiento mucho más creativa. También consideraron que este tipo de sistemas modifica ciertas estructuras de pensamiento respecto a la investigación.
- Les resultó fácil de utilizar, porque permite trabajar de manera sistemática y, sobre todo, porque se pueden llevar rápida y dinámicamente los datos de las tablas a los mapas (lo cual es muy difícil de llevar a cabo en una investigación convencional).
- Le agregarían más y mejores imágenes, más datos, fuentes históricas referidas a descripciones del lugar escritas por cronistas o viajeros de diferentes épocas históricas y material de periódicos y revistas acerca de la región. De esta manera se podría promover el desarrollo de la capacidad intelectual de los alumnos mediante la elaboración y demostración de hipótesis.
- No le suprimirían nada de lo que ya tiene cargado ya que consideraron que era información suficiente, pero sin sobrecargar. Tampoco modificarían la visualización.
- Les interesaría aprender a modificar los datos ya que en la praxis docente van surgiendo constantemente nuevas ideas o proyectos con los alumnos.
- Consideraron que los SIG pueden ser integrados a todas las otras áreas o materias, especialmente con Historia, Cultura y Comunicación, Historia del Arte, Ecología, Ciencias Naturales y Ciencias Agropecuarias.
- Los incluirían como herramientas para la enseñanza dentro de la escuela porque proponen un aprendizaje con nuevas herramientas tecnológicas, porque ponen en juego áreas aún no explotadas en los contenidos procedimentales (sobre los procedimientos mentales) de los alumnos y porque pueden actuar como herramientas para preparar a los jóvenes para que sean protagonistas de lo que los filósofos llaman la "sociedad del conocimiento".
- Como sugerencia, propusieron extender el uso de los SIG a la educación, presentando un proyecto en la Dirección General de Escuelas (DGE) de la provincia de Buenos Aires, para capacitación de los docentes y para posibilitar una verdadera educación de excelencia y calidad en los colegios a través del uso de nuevas tecnologías y con vistas al futuro. También sugirieron difundir el proyecto entre dueños de establecimientos educativos y representantes legales, quienes tienen la posibilidad económica o práctica para decidir acerca de la compra y el uso de estos sistemas fuera de los espacios curriculares propios de la informática.

También los **alumnos** contestaron un cuestionario posterior a la prueba piloto. Las preguntas y los resultados derivados de sus respuestas se enumeran a continuación:

Pregunta número 1: *Habías analizado anteriormente información visualizada sobre un mapa? Cómo?*

Resultados: el 70% respondió que había interpretado mapas físicos a través de los colores, las referencias y los distintos tonos del relieve y que los había utilizado en una clase de Teología, para buscar datos y ubicar lugares de Palestina. El 30% restante respondió no haberlos utilizado nunca para interpretación de datos.

Pregunta número 2: *Qué fue lo más interesante que observaste en el programa?*

Resultados: Las respuestas a esta pregunta fueron muy variadas, pero, a grandes rasgos, los resultados fueron los siguientes:

Del programa:

Las herramientas del programa 9.3 %

Del diseño:

Los mapas 23.2%

Los colores, las referencias 23.2%

De los datos:

Los textos y la información 18.7%

Los planos de viviendas y enterratorios 16.3%

Todo 9.3%

Pregunta número 3: *Te gustó el diseño del programa? Considerás que la visualización de los datos (colores, símbolos, texto, etc.) es clara? Si es que sí, que fue lo que más te gustó? Si es que no, especifica por qué.*

Resultados: Las respuestas fueron bastante diferentes, pero se agruparon según ciertos criterios y los resultados fueron los siguientes:

Le gustó la claridad en la visualización de los mapas, las fotos y la información en general 55.7%

Le gustó el diseño del programa en general y la organización de los datos 23%

Le gustó la facilidad para manejar la información y la agilidad del programa 9.8%

No le gustó la visualización de las fotos y planos ni el tamaño de las referencias 6.5%

Le gustó porque le ayudó a comprender el tema más fácilmente 5%

Pregunta número 4: *Te resultó útil para comprender el tema de estudio? Por qué?*

Resultados: En este caso, nuevamente se agruparon las respuestas:

Sí, porque había gran cantidad de información	33.3%
Sí, porque al ser muy clara la visualización, le resultó más fácil de entender	23.4%
Sí, porque aprendió más	16.7%
Sí, porque le resultó muy interesante	16.6%
Sí, porque tuvo posibilidad de ver los datos una y otra vez y de "preguntarle" al programa	10%

Pregunta número 5: *Qué datos le agregarías para que resulte más completo?*

Resultados: El 80% de los alumnos respondió que no le agregaría nada más al programa, mientras que el 20% restante sugirió mejorar la calidad de las fotografías y de las imágenes de los planos y completar la información faltante en la base de datos de los asentamientos.

Pregunta número 6: *Qué datos le sacarías? Por qué?*

Resultados: El 96.7% respondió que la información que tenía el programa era suficiente, completa y/o clara, mientras que el 3.3% sugirió que le sacaría algunos datos que no resultaban de su interés particular.

Pregunta número 7: *Te pareció que debe ser fácil de utilizar? Te gustaría aprender a manejarlo?*

Resultados: Respecto a que si le había parecido fácil utilizar el programa, el 93.4% respondió que sí. De este porcentaje, el 70% respondió que le gustaría aprender a manejarlo y el 23.4% restante respondió que le interesaría mucho. El 6.6% de la clase respondió que no le gustaría aprender porque le había parecido bastante difícil.

Pregunta número 8: *Te gustaría aprender a agregarle tus propios datos?*

Resultados: Idem a la anterior: el 93.4% respondió que sí, el 6.6% que no.

Pregunta número 9: *Te gustaría que se incluyera como herramienta de estudio en varias clases?*

Resultados: El 100% respondió que le gustaría que se adoptara como herramienta y entre las respuestas comentaron que con este método estudiar sería más fácil e interesante, que les daría un mayor entusiasmo, que sería un buen complemento para las clases teóricas, que sería un buen método de estudio y que **podría cambiar la forma de estudio y que mejoraría la enseñanza**. Un alumno, entre las respuestas enumeró una de las limitaciones: adoptarlo como herramienta implicaría tener una mayor cantidad de computadoras en la escuela.

Pregunta número 10: *Alguna otra idea o sugerencia?*

Resultados: sugirieron agregar videos, más fotografías e imágenes.

5. Conclusiones

Según el análisis del trabajo realizado durante la prueba piloto (en la clase) y según los resultados derivados de las encuestas posteriores, se podría decir que con la implementación del SIG para culturas precolombinas se cumplieron los objetivos planteados originalmente en el Trabajo Práctico y los alumnos lograron:

- Comprender y manejar una gran cantidad de palabras y conceptos propios del vocabulario técnico de la cartografía y la arqueología;
- Ubicar geográficamente las culturas en el mapa y diferenciarlas según los períodos en los que se desarrollaron;
- Reconocer las distintas expresiones artísticas de los pueblos que habitaron el noroeste argentino, según los materiales que usaron, según el tipo de representaciones, según los colores que utilizaron y según el medio en el cual las plasmaron;
- Conocer y practicar ("teóricamente") el método de prospección de la arqueología moderna;
- Integrar la mayor parte de la información, tanto la proveniente de las bases de datos como aquella proveniente de la interpretación de los mapas, de las fotografías y de los textos;
- Resolver situaciones problemáticas planteadas en determinados escenarios;
- Adquirir destrezas en el manejo de diferentes mapas, al interpretar tanto mapas físicos variados (regiones geográficas, clima, topografía), como aquellos con elementos culturales, propios de la actividad humana (poblaciones, asentamientos, sitios arqueológicos);
- Emitir juicios de valor con fundamento y promover el pensamiento crítico, al analizar profundamente la información y al tener que dar una respuesta fundamentada a las pautas establecidas;
- Respetar las opiniones diversas generadas a partir de los trabajos y las discusiones grupales;
- Promover una actitud de protagonismo en el proceso de sus propios aprendizajes, al otorgarle la libertad de procesar él mismo la información y aprender a través de sus conclusiones; y
- Tener conciencia clara de la importancia de la conservación del patrimonio histórico y artístico de su nación, al conocer y respetar el arte de nuestros aborígenes, sus costumbres y su religión, así como también a respetar aquellas huellas del pasado que han perdurado en nuestro país a través de los tiempos.

De todo expuesto a lo largo del presente trabajo, se puede decir que las necesidades de la educación media generadas a partir de los permanentes cambios tecnológicos, están insatisfechas, al menos en lo que respecta al ámbito geográfico de la provincia de Buenos Aires. En este lugar, se evidenció una gran necesidad de datos confiables generados por profesionales, disponibles para ser utilizados *on-line* y según las exigencias de cada una de las materias. Respecto a esta disponibilidad de los datos, todos los profesores estuvieron de acuerdo que Internet es una herramienta tecnológica ventajosa, siempre y cuando sea utilizada como fuente de información y siempre que existan mecanismos que controlen el procesamiento posterior de los datos por parte de los alumnos. Si esto no ocurre, los estudiantes la utilizan sólo como proveedora de informes, trabajos y monografías.

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", GeoFocus (Artículos), n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

También sucede lo mismo con algunos programas diseñados especialmente para determinadas materias. Estos sólo cumplen el objetivo de presentar la información de manera clara y simple, pero no tienen el poder de integrar los datos ni, muchas veces, de ubicarlos geográficamente e históricamente. Los profesores, a través de las encuestas y de algunas comunicaciones personales estuvieron también de acuerdo en que actualmente existe un gran vacío en este sentido y que resulta casi imposible controlar la cantidad de información que puede ser bajada de páginas Web, lo que les da a los alumnos la libertad de copiar los datos sin que el profesor pueda descubrirlo.

La prueba piloto demostró que la potencialidad de los SIG para cubrir estas nuevas necesidades resultó verdadera, que la capacidad de integrar datos provenientes de distintas fuentes y formatos, la capacidad de visualizar datos en el espacio y en el tiempo de manera ágil y clara, la capacidad de combinar distintas variables o fenómenos, la capacidad de plantear distintos escenarios y la capacidad de modificar y de agregar datos, los convierte en esas herramientas que tanto se buscan en la educación media. A través de ellos es posible ejercitar el pensamiento crítico y con fundamento de los estudiantes y, a la vez, controlar la cantidad y la calidad de la información que reciben los alumnos. Durante la prueba piloto, los alumnos visualizaron los datos, los analizaron en su conjunto, para centrarse luego en elementos específicos de los mapas, tomaron notas y procesaron luego todo el cúmulo de información para obtener sus conclusiones y completar las pautas que les exigía el trabajo. En el transcurso de la clase aportaron muchas ideas nuevas que no se habían tenido en cuenta en el diseño del trabajo práctico, evidenciando el hecho que estaban procesando la información al instante. También se mostraron muy exigentes en lo que referente a las imágenes que ilustraban el trabajo y a la información incompleta de la base de datos. Todo esto demuestra que los alumnos exigen que la información que reciben sea de calidad y que son capaces de diferenciar la que la tiene, de la que no.

Las exigencias entonces, son tanto de los profesores como de los alumnos... y la necesidad de cambio se evidencia como urgente en todos los ámbitos educativos.

Pero no hay que olvidar que las limitaciones de recursos son también verdaderas y que el desarrollo de un sistema de este tipo y su implementación se convierten en una tarea bastante difícil de llevar a cabo. La experiencia realizada demostró que el plantear un proyecto de este tipo requiere muchos datos que no están disponibles, requiere mucho tiempo para diseñarlo, requiere tiempo y recursos para capacitar a mayor cantidad de profesores en su uso y requiere que el colegio cuente con salas de informática para trabajar, recursos económicos para mejorarlas si es necesario y recursos para comprar licencias de programas específicos. Y a este listado de limitaciones actuales hay que sumarle el hecho que no todos los directivos de los colegios tienen una mentalidad abierta a este tipo de cambios y que muchos de ellos no permiten el uso de la tecnología en todos los ámbitos escolares.

En síntesis, podemos afirmar que los SIG "podrían" convertirse en las herramientas que llenen las nuevas necesidades surgidas a partir de los cambios tecnológicos y de la revolución en lo que respecta a la información y a los datos que trajeron aparejadas las recientes tecnologías. Pero las posibilidades de llevar a cabo este cambio y de la adopción definitiva de estos sistemas en los salones de clases, dependerán principalmente de los recursos disponibles en las instituciones educativas, de la mentalidad de sus directivos y de la capacidad de los profesores de adoptar nuevas

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

y cambiantes tecnologías dentro del aula, así como también de su imaginación para realizar cualquier tipo de investigaciones con ellas y de su capacidad para guiar al alumno en el transcurso de los proyectos.

Sólo entonces, la potencialidad de los SIG se explotará al máximo y su adopción en la educación media se evidenciará como impostergable.

Referencias bibliográficas

SIG y Educación

- Baker, T. (2000): *The history and applications of GIS in Education*. En www.kangis.org/ed_docs/gisNed1.cfm
- Ehrmann, S. (1995): *The bad option and the good option*. En www.educause.edu/pub/er/review/reviewArticles/30541.html
- ESRI (1995): *Exploring common ground: the educational promise of GIS. ESRI White Paper*. En www.esricanada.com/files/pdf_static/xcg.pdf
- ESRI (1997): *GIS in school curricula. ESRI White Paper*. En www.esricanada.com/files/pdf_static/gisincur.pdf
- ESRI (1998): *GIS in K-12 Education. ESRI White Paper*. En www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/k12e0398.pdf
- Forer, P. and Unwin, D. (1999): "Enabling progress in GIS and education", en Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D.: *Geographic Information Systems, Vol 2 - Management Issues and Applications. 2nd Edition*. New York, John Wiley and Sons, pp. 745-756.
- Galloway, B. (s/f): *GIS in the Northern Ireland Curriculum*. En www.osni.gov.uk/giscsd.htm
- Goodchild, M. and Kemp, K. (1990): *NCGIA Core Curriculum*. En www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/toc.html
- Heywood, D., Kemp, K. and Reeve, D. (1998): *Interoperable education for interoperable GIS*. En www.ncgia.ucsb.edu/ige98/chapter.html
- Heywood, D. and Kemp, K. (1997): *Interoperability for GIScience education: building a flexible knowledge and resource base*. En www.ncgia.ucsb.edu/ige98/whitepaper.html
- Jain, R. (1997): *Telepresence in Education: Building the Universal University*. En www.educause.edu/pub/er/review/reviewArticles/32349.html
- Johnson, A. and Moore, S. (2000): *Jumpstarting GIS use in the classroom: Using ArcView as a tool to teach Science and Social Studies in the Secondary Classroom*. En www.esri.com/news/arcuser/0700/cipe.html
- Jones, P. (1997): *Whither humanities and advanced technologies?* En www.educause.edu/pub/er/review/reviewArticles/32126.html
- Kay, A. (1996): *Revealing the elephant: The use and misuse of computers in Education*. En www.educause.edu/pub/er/review/reviewArticles/31422.html
- Kemp, K. (1998): *What's missing? What do we need?* En www.ncgia.ucsb.edu/ige98/report/missing.html
- Markus, B. (1994): *GIS education in Hungary - National Survey and curriculum development*. En www.odyssey.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/egis/eg94062.html

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

- McWilliams, H. and Rooney, P. (1997): *Mapping our city: learning to use spatial data in the middle school science classroom*. En http://mapcity.terc.edu/paper/aera_paper.html
- Moursund, D. (1999): *Diez ideas poderosas que moldearán el presente y el futuro de las tecnologías de la información en la educación*. En www.eduteka.org/tema_mes.php3?TemaID=0002
- Radke, S. (1997): *Testing Prototype K-12 GIS software: the case of GEODESY*. En <http://gis.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to150/pap138/p138.htm>
- Sanders, R. (1998): *GEOTEKS: Using GIS and multimedia tools for middle school social studies*. En <http://gis.esri.com/library/userconf/proc98/PROCEED/TO300/PAP271/P271.htm>
- Strobl, J. (2000): *Education, networks and technology*. En http://geoinfo.cslm.hu/eugises/papers_pdf/strobl.pdf
- Tinker, R. (1991): *Science for kids: the promise of technology*. En www.concord.org/newsletter/sci4kids.html
- Tinker, R. (1992): "Mapware: Educational applications of Geographic Information Systems". *Journal of Science Education and Technology*, 1, 1, pp.35-48.
- Toan, D. (2000): *Class uncovers historic census information*. En www.esri.com/news/arcnews/fall00articles/classuncovers.html
- Unwin, D. (1991): "The academic setting of GIS". En Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D.: *Geographic Information Systems (First Edition)*. En http://www.wiley.co.uk/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch6.pdf
- Wendt, D. (1991): *Teaching with ArcView: South America Geography Project and Bond Election Maps*. En <http://gis.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to650/pap604/p604.htm>

Arqueología e historia

- CACIAR (1997): *Culturas del Noroeste argentino*. Buenos Aires, Centro Argentino de Ciencias y Arqueología (material bibliográfico).
- Canals Frau, S. (1986): *Las poblaciones indígenas de la Argentina*. Buenos Aires, Hyspamérica Ediciones Argentina.
- González Chiti, J. (1997): *Cerámica indígena arqueológica argentina*. Buenos Aires, Ediciones Condorhuasi.
- Ibarra Graso, D. (1994): *Sudamérica indígena*. Buenos Aires, Tipográfica Editora Argentina (1° edición).
- Jackson, J. (1990): "Building an historic settlement database in GIS", en Green, S., Allen, K. y Ezra, B.: *Interpreting space: GIS and Archaeology*. London, Taylor y Francis (1st edition), pp.274-283.
- Nardi, R. (1957): "Toponimia Cunza en la Argentina". *Revista Geográfica Americana*, Diciembre, pp. 178-180. En www.cil-nardi.com.ar/ling/ling.php?pr=cunza.htm
- Nardi, R. (1962): "El quichua de Catamarca y La Rioja". *Cuadernos del Instituto Nacional de Investigaciones Folclóricas*, pp. 189-285. En www.cil-nardi.com.ar/ling/ling.php?pr=lnardi.htm
- Raffino, R. (1991): *Poblaciones indígenas argentinas*. Buenos Aires, Tipográfica Editora Argentina.

Otros

- Bosque Sendra, J. (1992): *Sistemas de información geográfica*. Madrid, RIALP.
 Harms, H. (1969): *Geografía universal - Tomo V: América*. Buenos Aires, El Ateneo.
 Instituto Geográfico Militar (1977): *Signos cartográficos*. Buenos Aires, Instituto Geográfico Militar.
 Raisz, E. (1953): *Cartografía general*. Barcelona, Omega.
 Rampa, A. (1985): *Geografía de la República Argentina*. Buenos Aires, Kapelusz.

TABLAS

Tabla 1. Beneficios que aportan los SIG en cada una de las etapas de aprendizaje

Nivel	Beneficios
Primario	Posibilitan una gran variedad de exploraciones dentro del espacio geográfico, es decir, permiten enseñar el dónde : la ubicación geográfica de los elementos del mundo real y sus relaciones con el entorno. También permite realizar consultas acerca de qué , explorando bases de datos y determinando los atributos propios de cada objeto.
Medio	En este nivel, se puede agregar el uso de Sistemas de Posicionamiento Global (SPG ó GPS) y de información procedente de sensores remotos, así como también elementos multimedia que permitan representar problemas locales, fenómenos regionales o condiciones globales. En esta etapa, las posibilidades de exploración del mundo y su información es muy amplia y puede ser presentada en forma de mapas, tablas, cartas y fotografías. También, los SIG pueden comenzar a utilizarse como herramientas para la comunidad, a través de proyectos que incluyan el entorno más inmediato de los alumnos. Con el estudio de sus características, de su problemática social, económica o cultural, los estudiantes pueden brindar un servicio comunitario tendiente a mejorar la calidad de vida de sus habitantes pudiendo así plantear alternativas para su solución y para la toma de decisiones sobre dichos problemas.
Universitario	El uso de los SIG en la universidad es ilimitado y su potencial se extiende a casi todas las materias y ámbitos geográficos.

Fuente: tabla elaborada a partir de datos extraídos de ESRI (1997)

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157

Tabla 2. Shapefiles del proyecto realizado en ArcView®

Vista	Nombre Shapefile	Tipo	Descripción
General	arg_gral	Línea	Contorno del mapa político de la República Argentina.
General	arg_poly	Polígono	Provincias de la República Argentina.
General	arg_catam	Polígono	Prov. de Catamarca - Link a vista Catamarca.
Catamarca	asentamientos	Punto	Asentamientos precolombinos.
Catamarca	caminos	Línea	Caminos actuales.
Catamarca	cerámica_gral	Punto	Links a fotos de cerámica.
Catamarca	clima	Polígono	Clima.
Catamarca	fotografias	Punto	Links a fotografías de flora y fauna de regiones geográficas.
Catamarca	hidro_buffer	Buffer	Buffer de 10 km - Para ejercicio 3.2 c).
Catamarca	hidrografia	Línea	Red hidrográfica.
Catamarca	islas	Polígono	Parche.
Catamarca	lagunas	Polígono	Lagos y lagunas.
Catamarca	límite	Línea	Límites de la provincia.
Catamarca	límite_parc	Línea	Límites interprovinciales e internacional.
Catamarca	períodos	Polígono	Línea de tiempo. Links a vistas: Temprano, Medio y Tardío.
Catamarca	planos_gral	Punto	Links a planos de enterratorios y viviendas.
Catamarca	poblaciones	Punto	Poblaciones actuales.
Catamarca	regiones	Polígono	Regiones geográficas. Links a textos sobre cada región.
Catamarca	salares_salinas	Polígono	Salares y salinas.
Catamarca	topónimos	Polígono	Link a texto sobre topónimos.
Temprano	cerámica_temp	Punto	Links a los fotos y dibujos de cerámicas de culturas del período Temprano.
Medio	cerámica_medio	Punto	Links a los fotos y dibujos de cerámicas de culturas del período Medio.
Medio	planos_medio	Punto	Links a los planos de culturas del período Medio.
Tardío	cerámica_tardío	Punto	Links a fotos y dibujos de cerámicas de culturas del período Tardío.
Tardío	inf_hualfin_E1	Buffer	Área de influencia (25 km) de Hualfín. Para ejercicio 1.2 b).
Tardío	link_famabalasto	Polígono	Link a vista Famabalasto.
Tardío	planos_tardío	Punto	Links a los planos de culturas del período Tardío.
Tardío	volver	Punto	Link a vista Catamarca (volver atrás).
Famabalasto	bañado	Polígono	Bañado.
Famabalasto	curvas	Línea	Curvas de nivel.
Famabalasto	famabalasto	Punto	Ubicación de la cultura Famabalasto.
Famabalasto	hidro	Anotación	Toponimia de los ríos.
Famabalasto	hidrografia	Línea	Red hidrográfica.
Famabalasto	inf_fama_E2C	Buffer	Área de influencia de Famabalasto (20 km.). Ejercicio 2 c).
Famabalasto	marco_ext	Buffer	Marco exterior del mapa.
Famabalasto	result_3D	Punto	Resultados del ejercicio 2 c). Curso: 3° "D".
Famabalasto	result_9A	Punto	Resultados del ejercicio 2 c). Curso: 9° "A".
Famabalasto	ríos_E2C	Buffer	Área de influencia de ríos (1 km.) Para ejercicio 2 c).
Famabalasto	texto	Anotación	Toponimia de los cerros.
Famabalasto	volver	Punto	Link a vista Tardío (volver atrás).

Besednjak, C. (2003): "Los SIG como herramientas para la enseñanza en la educación media: Mapa de culturas precolombinas del noroeste de la República Argentina", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 77-104. ISSN: 1578-5157



Figuras 3 y 4 . La prueba piloto

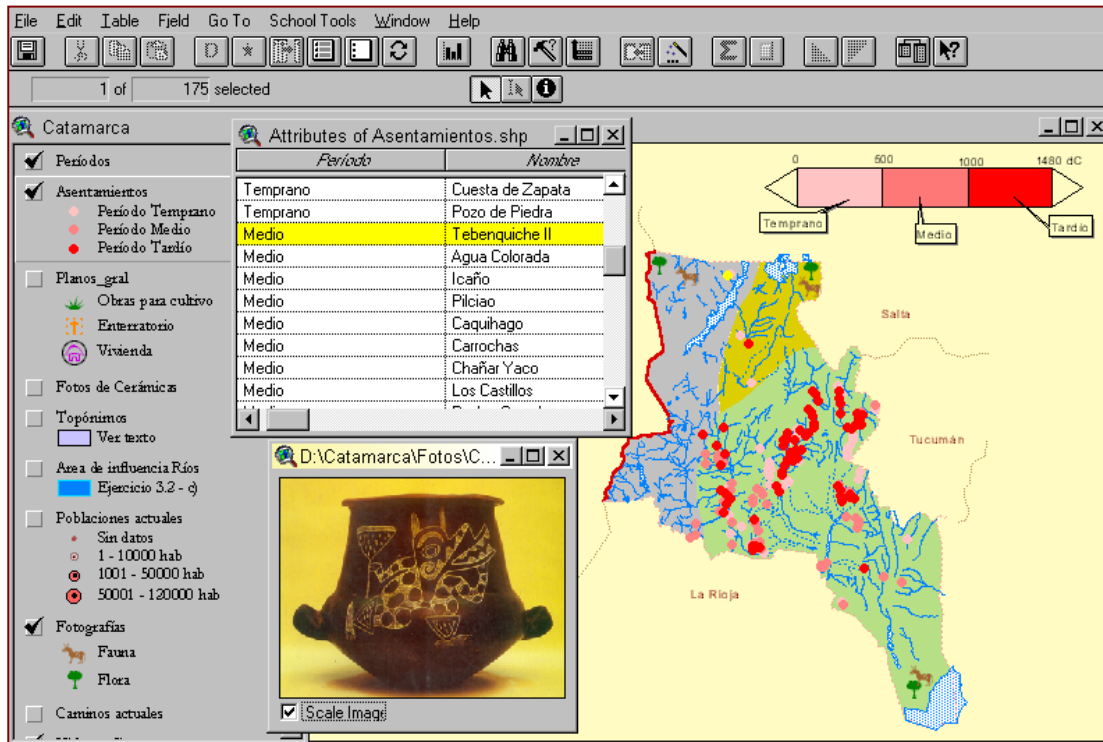


Figura 5. Consultas durante la prueba piloto

APÉNDICE 1. Respuestas previas de los profesores

RESPECTO A LA ESCUELA

- Métodos de enseñanza: aplicación de contenidos a problemáticas actuales, expositivos; inductivo-deductivos; capacitación a través de microemprendimientos y talleres; etc.
- Se incentiva el análisis de información a través de la lectura comprensiva y reflexiva, aplicando técnicas de estudio (especialmente elaboración de notas marginales y cuadros conceptuales), realizando trabajos para observar la aplicación o transferencia de la información, etc.
- Se incentiva el trabajo en conjunto armando grupos de discusión con consignas pautadas y siempre y cuando haya mecanismos de control que aseguren que todos trabajen.
- Se incentiva la integración con otras materias, especialmente entre aquellas más íntimamente relacionadas.

RESPECTO A LOS RECURSOS

- La escuela tiene laboratorio de computación, con varios equipos disponibles y con programas especiales para cada asignatura y para cada nivel;
- Los alumnos trabajan en grupos en cada computadora (de no más de tres estudiantes);
- En general, las computadoras se utilizan para buscar información en Internet y también se utilizan como herramientas para realizar determinados trabajos más específicos tales como preparación de afiches para la feria de ciencias, para exposiciones, etc.

RESPECTO AL PROFESOR

- La mayoría de los profesores había trabajado en informática con programas específicos para determinados temas y para búsqueda de información;
- De los cuatro encuestados, sólo los dos profesores de Geografía habían participado de talleres, de cursos y habían leído material sobre SIG. Entre los posibles beneficios de su inclusión en las clases, enumeraron: permitir análisis de fenómenos a partir de cartografía digital de base, realizar localización espacial de elementos del mundo real, representar regionalmente el territorio y permitir también modificar y agregar datos muy fácilmente;
- Se mostraron interesados en que los alumnos recurran a paquetes multimedia y/o Internet para recopilar información, siempre y cuando procesaran posteriormente los datos, en vez de sólo copiarlos;
- Todos estuvieron de acuerdo que cualquier contenido de cualquier materia se puede trabajar utilizando una computadora;
- Al proponer el diseño de un programa para trabajar en sus clases, incluyeron todo: información general, estadística, mapas, imágenes, sonido, etc.
- Todos estuvieron dispuestos a dedicar algo de tiempo para capacitarse en el uso de un nuevo sistema.

APÉNDICE 2. Respuestas previas de los alumnos

Pregunta número 1: *Recordás algo acerca de las culturas precolombinas de nuestro país? Recordás haberlas estudiado y cómo?*

Resultados: el 33% respondió que recordaba muy poco, el 30% recordaba algo, el 23.5% no recordaba nada y el 13.5% recordaba mucho. Cómo lo estudiaron: con previa exposición del profesor y utilizando manuales, mapas y análisis de textos, los alumnos prepararon maquetas, monografías, láminas y clases especiales.

Pregunta número 2: *Habías trabajado anteriormente con computadoras en una clase que no fuera la de informática? Si es que sí, en cuál y para qué?*

Resultados: el 30% había trabajado con computadoras en las clases de Matemática, para realizar gráficos, el 27.5% las había utilizado para buscar información y hacer afiches para las clases de Ciencias Naturales, el 20% para buscar información, para estadísticas y para visualización de programas especiales en las clases de Ciencias Sociales, el 10% para definir conceptos para Contabilidad, el 7.5% para escribir textos en las clases de Lengua y el 5% para buscar información y realizar afiches para el Taller de Enfermería. Cabe destacar que ninguno de los alumnos contestó haber utilizado la computadora para integrar datos de distintas materias.

Pregunta número 3: *Te resulta cómodo utilizar la computadora para estudiar y buscar información? Si es que sí, qué tan seguido la utilizas y cómo? Si es que no, por qué?*

Resultados: El 70% contestó que le resulta cómodo, el resto contestó que no. De todos ellos, el 40% no la usa casi nunca, el 36.5% casi siempre, el 13.5%, siempre y 10% no la usa nunca. La mayoría del grupo no tiene computadora en la casa, por lo que sólo utiliza las que están disponibles en el colegio.

Pregunta número 4: *Te gusta la clase de Historia? Por qué?*

Resultados: Al 70% le gusta porque le parece interesante conocer el pasado, la evolución del hombre y su relación con el presente. Al 20% no le gusta porque le parece difícil de entender o porque le resulta aburrida, y al 10% le gusta según el profesor que dicte la clase.

Pregunta número 5: *Si pudieras diseñar un programa para estudiar historia en tu clase, qué incluirías y cómo?*

Resultados: La mayoría de los alumnos respondió que le gustaría estudiar más con tecnologías multimedia: ver videos, documentales, estudiar con programas para computadoras especialmente diseñados para cada materia, hacer búsquedas de información general o utilizando palabras claves, incluir - tanto en los programas como en las clases - fotografías, ilustraciones, documentos históricos, mapas conceptuales, etc. También propusieron representaciones teatrales en el salón, clases especiales, juegos de preguntas y respuestas, investigaciones y lecturas.

¹ El presente trabajo ha sido elaborado a partir del Trabajo Final del Master Internacional en SIG de UniGIS - Universitat de Girona, España.