

SIG EN LA NUBE: WEBSIG PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA

Andrew J Milson

Recibido: Agosto 2011

Aceptado: Octubre 2011

RESUMEN:

Para la mayoría de los profesores dedicados a la enseñanza de la Geografía no hay duda de que el SIG es una herramienta importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero su uso se ha ido retrasando por problemas tales como el coste del software y la gestión de grandes archivos de datos espaciales. El movimiento hacia la computación en la nube, conocida como la nube de Internet, es una tendencia prometedora para los SIG en la educación. La "nube" se refiere a una red virtual que ofrece a los usuarios acceso a archivos, servicios y aplicaciones. En este artículo se pone de manifiesto que la nube de Internet y el WebSIG tienen un gran potencial para enriquecer la educación geográfica. Se presentan tres experiencias sustentadas en el uso de estas nuevas herramientas en las aulas en los EE.UU. con las conclusiones de carácter didáctico derivadas de cada caso.

PALABRAS CLAVE

WEBSIG; SIG; enseñanza de la geografía; la nube de Internet; ArcGIS Online; ArcGIS Explorer Desktop (AGX).

ABSTRACT

There is no doubt among most geography educators that GIS is an important tool for teaching and learning, but its use has been slowed by issues such as the cost of the

Andrew J. Milson. Ph.D. University of Texas at Arlington, 601 South Nedderman Drive Box 19529, University of Texas at Arlington, Arlington, TX 76019-0777, U.S.A. Email: milson@uta.edu

software and the management of large spatial data files. The move to cloud computing is one trend that is promising for GIS in education. The "cloud" refers to a virtual network that provides many users with access to files, services, and applications. In this article I argue that cloud computing and WebGIS have the potential to transform geography education. I will describe three case studies that make use of these emerging tools in classrooms in the US, and discuss the lessons that we can learn from these cases.

KEY WORDS

WEBGIS; GIS; cloud computing; ArcGIS Online; ArcGIS Explorer Desktop (AGX).

RÉSUMÉ

Il n'y a aucun doute parmi les éducateurs les plus géographes que le SIG est un outil important pour l'enseignement et l'apprentissage, mais son utilisation a été ralentie par des problèmes tels que le coût du logiciel et la gestion des grands fichiers de données spatiales. Le passage au nuage de l'internet est une tendance qui est prometteuse pour les SIG dans l'éducation. Le «nuage» se réfère à un réseau virtuel qui fournit de nombreux utilisateurs avec un accès aux fichiers, services et applications. Dans cet article, je soutiens que le nuage de l'internet et WebSIG ont le potentiel pour transformer l'éducation géographique. Je vais décrire trois études de cas qui font usage de ces outils émergents dans les salles de classe aux États-Unis, et de discuter des leçons que nous pouvons apprendre de ces cas.

MOTS-CLÉS

WEBSIG; SIG; le nuage de l'internet; ArcGIS Online; ArcGIS Explorer Desktop (AGX).

1. WEBSIG Y “LA NUBE” DE INTERNET

En un informe reciente (Johnson *et al.*, 2009) se perfilan seis tecnologías emergentes, que es probable que se generalicen en el K-12 (lo que equivaldría a los primeros años de la enseñanza secundaria obligatoria en España) en relación al medio ambiente en los próximos cinco años. Estas incluyen los entornos de colaboración, herramientas de comunicación en línea, los teléfonos móviles, el trabajo en la nube – habitualmente denominada “la nube” de Internet-, los objetos inteligentes, y la web personal. Tanto los entornos de colaboración como las herramientas de comunicación en línea ya están entrando en las escuelas. Los móviles y “la nube” de Internet se prevé que sean una adopción más generalizada en los próximos años. Las dos últimas tecnologías, los objetos inteligentes y la web personal, es probable que todavía tarden varios años en ser de uso común en la educación. Aunque cada una de estas tecnologías tiene relevancia por sí misma en la utilización de los SIG en la educación,

influyen más especialmente las que se centran en la tecnología de la nube de Internet, por lo que es más probable que con ellas aumente la tasa de adopción de los SIG por los profesores.

La ventaja de la nube para el uso de los SIG en la educación es que tanto los profesores como los estudiantes puedan ser capaces de acceder e interactuar con la actualización de las capas del mapa y los datos geográficos sin necesidad de almacenar los datos en los ordenadores de un laboratorio o comprar software costoso. Las cuestiones técnicas de adquisición de datos geográficos, las licencias de software, el almacenamiento de grandes archivos de datos, y la necesidad de una transformación sustancial de energía han sido problemas persistentes para los profesores (Gatrell, 2001; Baker, 2005; Kerski, 2008). Además, la colección de datos geográficos para el uso de los SIG, tales como imágenes digitales de percepción remota, fotografías aéreas digitales, y las mediciones del territorio, tienen un costo prohibitivo que va más allá de la experiencia técnica de un profesor de Geografía (Shin, 2008; Milson y Earle, 2007). Hoy existen numerosos recursos disponibles en línea que permiten la adquisición de datos geográficos para su uso en SIG, pero a menudo se requieren conocimientos técnicos para dar formato a los datos correctamente y éstos no siempre están disponibles de forma gratuita. Una vez que los datos son adquiridos, deben ser organizados y almacenados en una base de datos geográfica con el fin de ser utilizados para la visualización y el análisis. Normalmente, esto ha significado la compra e instalación de software en los ordenadores de la escuela. Los formatos más comunes de datos geográficos dan como resultado un tamaño de archivo relativamente grande y el software necesario para realizar consultas sobre estos datos requieren una sólida potencia de procesamiento. A menudo, los ordenadores de la escuela no son lo suficientemente potentes y no tienen el mantenimiento regular de trabajo de SIG.

Uno de los propósitos principales de la nube de Internet es mover los datos y las aplicaciones de software desde los ordenadores locales hasta una gran red de ordenadores, que pueda compartir capacidad de almacenamiento y procesamiento. Varios usuarios pueden tener acceso a los datos y aplicaciones a través del navegador web en su equipo local sin necesidad de almacenar grandes volúmenes de datos o ejecutar aplicaciones de software en el equipo. Los usuarios también pueden comunicarse y colaborar con otros en un espacio compartido, que aprovecha los recursos de la nube sin gravar la capacidad del equipo local. Google ha llegado a ser bien conocido por el aprovechamiento del concepto de la nube de Internet para una variedad de aplicaciones basadas en la web. El lanzamiento de Chrome OS de Google ofrece un sistema operativo basado en navegador que tiene la intención de desafiar el dominio de Microsoft Windows (Breaking Windows, 2009). Las ventajas de la nube para las aplicaciones en el entorno escolar, gratis o de bajo coste, requieren poca o ninguna instalación o mantenimiento, y con frecuencia se pueden ejecutar de manera eficiente en los equipos más antiguos con menor capacidad de procesamiento y de memoria. Los desafíos, para los profesores, asociados a la nube de Internet deben incluir la negociación de los filtros de Internet en la escuela del distrito y

disponibilidad de la Red, así como la necesidad de confiar en una empresa o proveedor de servicios para continuar el mantenimiento de la aplicación y el almacenamiento de los datos y productos del trabajo de los estudiantes.

La intersección de "la nube" y el SIG ha sido llamado WebSIG (ArcNews Online, 2008). Esri ha desarrollado tanto ArcGIS Online y ArcGIS Explorer como aplicaciones WebSIG. ArcGIS Online es un repositorio de mapas, capas, y servicios SIG. El proceso de adquisición y almacenamiento de datos se simplifica a través de ArcGIS Online desde donde se pueden buscar mapas y abrirlos o visualizarlos fácilmente sin necesidad de descargar o almacenar los datos en una máquina local. Un usuario registrado puede compartir mapas, añadir etiquetas para facilitar las búsquedas, guardar los mapas y herramientas de recogida en la carpeta de "Mi contenido" y unirse a grupos para compartir contenidos y recibir actualizaciones sobre nuevas publicaciones de ArcGIS Online. También está disponible en ArcGIS Online una variedad de API para crear aplicaciones personalizadas.

ArcGIS Explorer Desktop (AGX) es una aplicación WebSIG que está disponible para descargar de forma gratuita. Después de localizar los mapas pertinentes y las capas en ArcGIS Online, se puede abrir el mapa en AGX. AGX; puede ser algo así como un *geobrowser*, ya que permite a los usuarios que se inician en SIG participar en la geo-visualización y el geo-análisis a través de una interfaz de navegador web. De acuerdo con las aplicaciones basadas en la nube, no se necesitan grandes archivos para almacenar datos geográficos digitales en el equipo local para ver y analizar los datos. Al utilizar el software SIG profesional, uno debe entender las proyecciones de mapas y varios formatos de archivos antes de que los mapas se puedan representar adecuadamente. Los *geobrowsers*, como AGX, están diseñados para proyectar mapas "on-the-fly". Los mapas pueden ser vistos en 2D o 3D en un formato que se asemeja al mundo de Google Earth. Además, AGX soporta enlaces dinámicos a sitios web, fotos, webcams en vivo, animaciones Flash, y gráficos y se pueden utilizar para generar presentaciones que son similares a Microsoft PowerPoint. También es mucho más fácil importar datos de un GPS en forma de waypoints, tracks y rutas a través del formato de GPS Exchange (GPX), un formato XML que permite la transferencia de datos y mostrarlos en AGX. Además de escritorio ArcGIS Explorer, Esri ofrece una herramienta llamada ArcGIS Explorer Online que posee muchas de las mismas características pero que no requiere una descarga (<http://explorer.arcgis.com/>).

Más allá de la disminución de las barreras relacionadas con la adquisición de datos, licencias de software, almacenamiento de datos, y poder de procesamiento, WebSIG y similares basados en la nube ofrecen aplicaciones a los profesores y estudiantes con una herramienta para la producción y publicación de contenidos geográficos generados por los usuarios. El valor de la preparación de las lecciones en las que los estudiantes realizan un trabajo para una audiencia real o auténtica ha sido documentado con frecuencia por los educadores. Los promotores del uso de los SIG en la educación han pedido reiteradamente que se aprovechen las oportunidades que estas ofrecen para que

los estudiantes aprendan Geografía mediante la participación en investigaciones de ámbito local (Milson y Alibrandi, 2008; Milson, Demirci, y Kerski, 2012). A través de aplicaciones como la WebSIG AGX, estos objetivos podrían verse materializados de una manera más amplia de lo que han sido hasta la fecha. Los tres casos siguientes describen cómo las herramientas de WebSIG, como ArcGIS Explorer, pueden ser utilizadas para transformar la educación geográfica.

2. WEBSIG PARA LOS ESTUDIOS REGIONALES

Hay muchas oportunidades de usar WebSIG para el estudio de las regiones del mundo. Los siguientes ejemplos describen cómo WebSIG y otras fuentes en línea se utilizaron por los alumnos de Secundaria para estudiar la Geografía del África subsahariana. Los estudiantes simularon una Cumbre Panafricana como un medio para estudiar el continente. Uno de los objetivos principales de este proyecto fue hacer que los estudiantes descubrieran África por sí mismos mediante el examen y análisis de las condiciones humanas y físicas de las distintas regiones del continente y luego sacaran conclusiones provisionales sobre la naturaleza de los problemas que aquejan al continente. Antes de comenzar este proyecto, los alumnos de estas clases habían completado una unidad sobre Europa. Se inició el estudio de África mediante la comparación de los indicadores de nivel de vida en Europa con los de África. En el uso de WebSIG mapas de Europa y África fueron mostrando indicadores tales como tasas de natalidad y de mortalidad, el PIB per cápita, tasa de mortalidad infantil, esperanza de vida, tasa de alfabetización, y el porcentaje de la población mayor de 60 años de edad. Los estudiantes discutieron el significado de cada indicador y los patrones que se dieron a conocer en cada mapa. Los estudiantes fueron capaces de reconocer las grandes diferencias entre Europa y África, y los estudiantes más avanzados empezaron a hacer hipótesis sobre las relaciones entre los distintos indicadores. Esta lección de introducción sirve como una revisión de los indicadores sobre el nivel de vida y el análisis de mapas temáticos. Además, ofrece una buena perspectiva para los estudiantes cuando comparan países con diferentes niveles de desarrollo.

Tras la lección introductoria, los estudiantes en cada clase se dividieron en grupos que representan a diferentes regiones de África. La tarea de cada grupo era prepararse para representar a su región de África en la próxima cumbre panafricana. Cada grupo fue orientado para recoger datos relevantes acerca de los países de su región, para identificar lo que ellos pensaban que podría ser el tema más importante al que se enfrenta la región, y para crear una presentación de la cumbre que argumente persuasivamente la importancia de dedicar recursos a este asunto. La herramienta de presentación con ArcGIS Explorer proporciona a los estudiantes una forma sencilla de presentar una serie de mapas. Se alentó a los estudiantes para apoyar su posición con mapas, gráficos, imágenes y tablas. Los grupos también estaban obligados a elaborar una propuesta formal para abordar el tema o aspecto que habían seleccionado. Cada

grupo recibió tres tablas de datos en papel tituladas: características humanas, rasgos físicos y características económicas. Las tablas de datos contenían los nombres de los países en las filas y varios atributos en las columnas. Cada grupo recibió las tablas de datos en las que faltaban los datos en diez celdas. El primer paso para cada uno de los grupos fue localizar los datos que faltaban. Se dirigió a los estudiantes a la página web "EE.UU. Agencia Central de Inteligencia (CIA) World Factbook" <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>>, para completar esta tarea. La CIA World Factbook contiene una gran cantidad de información para cada país del mundo en un formato fácilmente accesible. Hemos proporcionado a los estudiantes la mayoría de las tablas de datos casi completa, porque queríamos que se familiarizaran con la recopilación de datos y la tabulación como una etapa importante del proceso de investigación, y hemos preferido que pasaran la mayor parte de su tiempo analizando los datos para identificar tendencias y patrones.

Mientras que algunos grupos fueron capaces de identificar un problema mediante la revisión de sus cuadros de datos, otros grupos tenían que hacer una exploración adicional. Muchos estudiantes encuentran el sitio WebSIG Globalis <<http://maps.grida.no/>> muy útil en esta etapa. La interfaz de Globalis se divide en cuadros que incluyen un mapa en el centro, casillas de verificación y menús desplegables a la izquierda, una descripción de la fuente de datos a través de la parte inferior de la pantalla, y una leyenda en el panel de la derecha. Como con la mayoría de las WebSIG, Globalis incluye herramientas comúnmente utilizadas, tales como zoom, identificar, guardar, imprimir y correo electrónico. Una característica única de Globalis es la capacidad del usuario para ver los datos como un gráfico de barras interactivas. Esta característica es particularmente útil para ver los cambios en los datos de un país en el tiempo o para comparar los países en una lista ordenada. Para este proyecto, los estudiantes utilizan Globalis como fuente para la visualización de los datos recopilados a partir de la página web de la CIA con el fin de ayudar a la selección de un problema. Los estudiantes encontraron un sitio web fácil de navegar, y se sintieron intrigados por la posibilidad de ver los datos en nuestro mapa interactivo y en distintos formatos de gráficos. Entornos emergentes WebSIG, como Globalis, permiten a los estudiantes tanto descubrir el significado de la información geográfica como visualizar los datos en varios formatos, realizar hipótesis acerca de lo que están viendo, probar su pensamiento mediante la exploración de nuevas pruebas y, finalmente, establecer conexiones que se puedan formular en generalizaciones sobre el tema.

Los equipos de estudiantes seleccionados ofrecieron una gran variedad de temas en sus presentaciones. Estos temas incluyeron la pandemia del VIH/SIDA, las epidemias de paludismo y la poliomielitis, la prolongada sequía y la degradación ambiental, el hambre generalizada y la falta de alimento, y las guerras en curso y la violencia. La presentación de cada equipo debía incluir un mínimo de seis diapositivas: el nombre del país o región, un mapa general, una breve explicación de la cuestión importante, un mapa de la cuestión, una foto o un gráfico de la cuestión, y una propuesta de la Unión

Africana para abordar esta cuestión. Muchos de los equipos encontraron difícil el desarrollar una propuesta para abordar el tema seleccionado. Esperábamos que esta parte del proyecto constituyera un desafío, ya que ofrece una oportunidad para que los estudiantes participen en el pensamiento creativo. Además, se reveló el grado en que cada grupo luchaba con la complejidad de estas cuestiones. Las propuestas de acción que aportaron fueron el aumento de la ayuda extranjera, la reasignación de los recursos y la intervención militar.

Los resultados de esta experiencia con WebSIG fueron más positivos para los estudiantes académicamente más avanzados que para aquellos estudiantes que, por lo general, tienen dificultades académicas. Hemos observado que los estudiantes académicamente avanzados estaban muy motivados por esta forma de enseñanza. Ellos estaban mucho más dispuestos de lo habitual para buscar información y respaldar sus afirmaciones cuando se podían expresar visualmente. Prosperaron en la oportunidad de crear sus propios mapas y gráficos, y fueron más analíticos de lo que eran cuando participan en los trabajos escritos. Se comentó que disfrutaban de estar liberados de los libros de texto. Por encima de todo, que disfrutaban de la libertad de explorar un tema de su elección y defender sus ideas frente a sus compañeros de clase. Por el contrario, los alumnos por debajo del promedio estuvieron luchado un poco con el proceso de aprendizaje por descubrimiento y la complejidad de los datos y cuestiones. Ellos mostraron necesidad de ayuda para elegir un diagrama o un gráfico para ilustrar un punto o cuestión, y fueron menos propensos a establecer conexiones entre los distintos indicadores por sí solos.

A pesar de la realidad de los niveles de habilidad significativamente diferentes entre los estudiantes, quedó claro que todos los estudiantes tuvieron éxito en el descubrimiento de África a través de este proyecto. Todos los estudiantes exploraron una variedad de indicadores económicos y atributos geográficos más allá de lo que se podría encontrar en el habitual libro de texto. El trabajo realizado les permitió comparar y contrastan los datos entre países, regiones y continentes para identificar las tendencias. Los estudiantes reconocieron cómo estos datos geográficos pueden servir para ilustrar los temas de desarrollo humano. Con la ayuda de las WebSIG, construyeron mapas y gráficos desde sus fuentes de datos para apoyar sus afirmaciones con respecto a la importancia de los problemas a los que se enfrentan los habitantes de las respectivas regiones. Los estudiantes se enfrentaron al desarrollo de una propuesta para abordar su tema elegido y llegaron a reconocer la complejidad de los fenómenos geográficos. Por último, simulaban una cumbre panafricana con el fin de informar de sus conclusiones al público y para sensibilizar a sus compañeros de clase acerca de los problemas evidentes en las distintas regiones del continente africano.

3. WEBSIG PARA ESTUDIAR EL DESARROLLO ECONÓMICO EN GEOGRAFÍA HUMANA

WebSIG también puede ser una herramienta valiosa en el estudio de temas de Geografía Humana. Uno de los temas más difíciles para los estudiantes es el relativo al desarrollo económico, debido a la cantidad de conceptos y a la variedad de indicadores económicos existentes. Para comenzar este proyecto, se estudiaron en clase varios indicadores de desarrollo económico que se utilizan para definir los países más desarrollados (PMD) y los países menos avanzados (PMA). Estas lecciones incluyen el propósito de medir el desarrollo económico, el uso de esta medida para hacer comparaciones entre países para determinar los patrones, y cómo el desarrollo económico puede progresar con el tiempo. En concreto, los estudiantes aprendieron sobre el Índice de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano (IDH), el Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG), y el Índice de Potenciación de Género (IPG) para desarrollar una comprensión de cómo se mide el desarrollo. Para fomentar el pensamiento crítico sobre el tema, se les pidió a los estudiantes que identificaran otros factores de desarrollo económico que valdría la pena medir, además de los establecidos por las Naciones Unidas.

Nuestros objetivos para este proyecto fueron: 1) que los estudiantes fueran capaces de descargar capas y crear mapas mostrando los indicadores de desarrollo para un país determinado; 2) obtener información sobre el uso de los índices IDH, IDG, IPG para determinar si su país está más o menos desarrollado; 3) considerar la manera en la que otros indicadores económicos y sociales podrían alterar la forma de "desarrollo" que se define y mide en los países en particular; y 4) diseñar una presentación con ArcGIS Explorer, que muestre los hallazgos/ resultados de sus análisis. Con esto se pretende estimular el uso de un SIG para identificar y comparar las medidas de desarrollo con datos en tiempo real, o actualizados.

Los estudiantes recibieron una lista de las capas de datos para analizar y ver la densidad de población, las ciudades más importantes del mundo, las suscripciones a teléfonos móviles, los usuarios de Internet, el transporte, la visualización de la Tierra por la noche. Cada una de estas capas tiene implicaciones para el desarrollo, pero no están dentro de la lista estándar de indicadores económicos. Los estudiantes fueron orientados también para que visitaran algunos sitios web, como el Índice de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas <<http://hdr.undp.org/en/>>, que incluye enlaces a la mayoría de IDG y el IPG, que muestran distintas medidas del nivel de desarrollo de cada país, y la web de la Base de Datos Mundial sobre la Felicidad <<http://worlddatabaseofhappiness.eur.nl/>>.

Los estudiantes analizaron los mapas de indicadores de desarrollo para su país, y eligieron los mapas que ellos creían que capturaban un aspecto importante del nivel de desarrollo de su país. Por ejemplo, un estudiante al que le fue asignado Sierra Leona, analizó un mapa del trabajo infantil según el condado en los países africanos, determinando que la tasa relativamente alta de Sierra Leona era un factor importante

en el estado de desarrollo del país. Los estudiantes seleccionaron mapas de indicadores que consideraban que eran importantes y guardaron los mapas en una presentación de diapositivas, siempre a través de AGX. En lugar de copiar y pegar los mapas de un programa a otro, AGX permite al usuario capturar mapas en forma de diapositivas, que se pueden organizar en una presentación con transiciones. Los estudiantes recibieron instrucciones, según sus necesidades, sobre cómo descargar las capas, activar y desactivar las capas de datos, agregar imágenes y texto a las diapositivas, y diseñar una presentación de diapositivas para que otros lo vieran. Los estudiantes crearon sus presentaciones con un mínimo de seis diapositivas y se esperaba de ellos que explicaran sus opciones de mapas y datos de la presentación de diapositivas, que se mostraron al grupo de la clase. Finalmente, los estudiantes fueron instruidos para que crearan una bibliografía de todos los recursos utilizados durante el estudio.

Con sólo cuatro clases, de 50 minutos cada una, los estudiantes fueron capaces de aprender con éxito el uso de AGX, ayudar a sus compañeros con las áreas en las que han experimentado dificultades, y explorar nuevas formas de utilizar las herramientas AGX para hacer sus presentaciones interesantes y atractivas. Los estudiantes se implicaron intensivamente en el proyecto y estaban deseosos de compartir sus hallazgos con los demás. Tuvimos el placer de ver lo bien que respondieron los estudiantes a AGX, ya que la mayoría nunca había trabajado con herramientas SIG antes de este proyecto. Sorprendentemente, los estudiantes se las arreglaron para enseñar a los instructores del proyecto algunas de las funciones y los trucos que no habían descubierto todavía.

Durante las entrevistas de seguimiento, varios estudiantes señalaron que el proyecto les ha ayudado a ver el desarrollo económico y comprender mejor por qué algunos países están más o menos desarrollados. Los estudiantes también asumieron el papel de los profesores de SIG, ya que se sentían cómodos en la exploración de las capacidades de la cartografía con abundantes datos en línea. Una observación que nos pareció muy gratificante fue el que los estudiantes fueran capaces de entender las similitudes y las diferencias en el desarrollo económico entre los países a nivel regional y mundial en cuestión de minutos. Esta interpretación es más lenta cuando se utilizan los mapas o los gráficos comunes en los libros de texto.

4. WEBSIG PARA ENTENDER LA REALIDAD GEOGRÁFICA DEL MUNDO

El último caso que presentamos describe cómo WebSIG se puede utilizar para introducir al alumno en el conocimiento del mundo real a través de los conocimientos que aporta la Geografía. Muchos profesionales utilizan los SIG para determinar la ubicación óptima para una empresa, hospital, escuela, complejo de apartamentos u otro establecimiento. En este proyecto pedimos a los estudiantes que desempeñen el papel de un empresario que se está abriendo un nuevo negocio. Su misión era localizar la mejor ciudad para abrir un nuevo negocio. Estructuramos el proyecto en cuatro etapas

para facilitar su seguimiento por parte de los alumnos. Estas etapas fueron: planificación, exploración, análisis de los datos y toma de decisiones.

4.1. Planificación del análisis para la selección de la localización idónea

La etapa de planificación del análisis para la selección de la localización consistió en determinar los criterios para una localización idónea. Esto refleja muy de cerca los objetivos del pensamiento crítico y la toma de decisiones en las que los estudiantes deben establecer criterios sobre los que evaluar una idea o tomar una decisión. Observamos que los estudiantes, con frecuencia, tienden a tomar una decisión primero y luego encontrar la información que respalde su elección. Estructuramos el proyecto de tal manera que los estudiantes fueran guiados a pensar a través de sus criterios antes de considerar las localizaciones específicas. Proporcionamos a los alumnos tres preguntas para "pensar" en esta etapa: 1) ¿Qué tipo de negocio iría mejor para que coincida con sus conocimientos e intereses?; 2) ¿Quiénes serían las personas interesadas en los bienes y servicios que produzca su negocio?; y 3) ¿Qué características físicas y humanas necesita tener la ciudad para que su negocio sea más exitoso? Estas preguntas se diseñaron para orientar su pensamiento hacia los criterios importantes y evitar aquellos que ellos quisieran elegir para una ciudad pre-seleccionada. Encontramos que algunos estudiantes trataron de escoger primero una ciudad y luego elegir los criterios que se ajustaran a sus opciones. Se realizó una importante tarea de supervisar a los estudiantes durante esta etapa de planificación y para desafiarlos a pensar más allá de una elección predeterminada. Una vez que los estudiantes describieron su negocio propuesto, fueron desafiados a pensar acerca de las características humanas y físicas de la ciudad en la que este negocio pudiera prosperar. A través de este proceso, los estudiantes participan en el pensamiento espacial de conceptos tales como la proximidad, el agrupamiento, la distribución y las relaciones.

4.2. Exploración de los datos geográficos disponibles para el proyecto

La etapa de exploración del proyecto consistió en observar los datos geográficos disponibles para su análisis. Esta etapa es un paso importante en el flujo de trabajo comparable al de los usuarios de un SIG profesional. También los alumnos observaron la realidad de que el análisis de datos se ve limitado por la calidad y disponibilidad de los mismos. Los estudiantes se enfrentaron a la necesidad de evaluar críticamente los datos disponibles para determinar qué datos eran pertinentes a su propuesta y su toma de decisiones. Además, tuvieron que priorizar y defender su selección de datos a incluir en su análisis. Utilizando WebSIG, los estudiantes pueden explorar una variedad de capas de datos y obtener una comprensión de las diferentes escalas espaciales de los datos (de la ciudad frente al nivel del condado y/o municipio). Estas tareas obligan a los estudiantes a introducirse en el pensamiento espacial acerca de

cómo los datos geográficos se han representado en el SIG, así como a trabajar con importantes conceptos espaciales como, por ejemplo, la escala.

4.3. Análisis de los datos

El análisis de datos llevado a cabo en la tercera etapa enfrentó al alumnado a una de las características clave del software SIG. Los estudiantes tenían que pensar en las consultas que se debían realizar con el fin de hacer sus selecciones. Por ejemplo, un equipo de estudiantes que desee reducir su búsqueda a las ciudades que tienen una población superior a 50.000. Ya que han explorado los datos en la etapa anterior y conocen los atributos de las capas que son relevantes. La tarea en esta etapa es la de localizar los registros específicos que coinciden con sus criterios definidos. Un desafío valioso para los estudiantes fue considerar cómo la información que necesitaban estaba recogida en la base de datos. Por ejemplo, un grupo quería incluir sólo las ciudades costeras. La base de datos no incluye una clasificación de las ciudades que están en la costa, pero los estudiantes se dieron cuenta de que podían buscar ciudades por su altitud para así reducir el número de ciudades desde el que realizar su selección. Mientras los estudiantes ven los resultados de sus consultas, deducen que podrían realizar consultas adicionales en función de los resultados.

4.4. Toma de decisiones

Durante la etapa final del proyecto, los estudiantes seleccionaron una ciudad como "la ciudad de destino" más idónea para la localización de su negocio. Antes de hacer la selección final, los estudiantes fueron guiados a pensar en la información adicional que tendría que buscar y utilizar para tomar una buena decisión. Este paso es un componente importante de la evaluación crítica de los datos disponibles, así como evaluar el proceso de toma de decisiones. Para apoyar esta evaluación crítica de su pensamiento, los estudiantes se vieron impulsados a pensar: 1) ¿Qué información adicional sería de gran ayuda en la toma de la decisión sobre dónde ubicar su negocio?, y 2) ¿Qué ciudad se adapta mejor a sus criterios sobre la base de los datos disponibles? Una vez que los estudiantes hicieron sus selecciones, se elaboraron las presentaciones que incluyeron por lo menos seis diapositivas con los siguientes contenidos:

1. El nombre de su propuesta de negocio y una breve descripción de los bienes o servicios que su empresa ofrece.
2. Una lista de los cinco criterios que se utilizaron en la selección de la ubicación para el negocio.
3. Un mapa que muestra las cinco ciudades que resultaron de su análisis de la selección del sitio.
4. Un mapa de la ubicación final.

5. Los mapas que demuestran cómo la ubicación seleccionada se ajusta a sus criterios.
6. Una lista de información adicional necesaria antes de tomar una decisión final.

En el último día del proyecto, los estudiantes presentaron sus resultados y verbalmente defendieron sus decisiones frente al resto de la clase.

Los resultados de este proyecto revelan mucho sobre el pensamiento espacial con WebSIG. Lo más importante es que el proyecto demuestra que WebSIG se puede utilizar con éxito en un entorno de clase para promover el pensamiento de los estudiantes sobre el territorio. Para ello, la tarea debe estar estructurada de manera que se guíe a los estudiantes a través del proceso de pensamiento sin tener que pensar por ellos, de forma que ellos mismos vayan construyendo su propio aprendizaje. Hemos logrado este equilibrio mediante la división del proyecto en las etapas de planificación, exploración, análisis de los datos y toma de decisiones. Estas cuatro etapas son un modelo que muestra el flujo de trabajo que un usuario profesional de las herramientas SIG sigue, a la vez que estimulan el pensamiento espacial y la resolución de problemas durante todo el proceso. Además de los beneficios sobre el pensamiento espacial del proyecto, se encontró que los estudiantes se enfrentaron a la autenticidad de la tarea de análisis de la localización a seleccionar. Se hicieron comentarios positivos acerca de la oportunidad de ver cómo la Geografía y los SIG se aplican en el mundo real. Los estudiantes también estaban entusiasmados con la libertad que se les dio para elegir sus propios negocios y tomar decisiones acerca de los datos que consideraban que eran importantes en sus propuestas. Algunos de los estudiantes más avanzados, incluso sugirieron que una investigación adicional en la biblioteca o en Internet debía ser un componente necesario del proyecto para ser capaces de tomar una decisión con más información y mejor justificada. Teniendo en cuenta la labor realizada con la Geografía en el mundo real y las poderosas herramientas de la tecnología geoespacial, los estudiantes se ven involucrados en el pensamiento espacial a través de los SIG.

5. CONCLUSION

Dado el alto costo de la recolección de datos geoespaciales, el espacio de almacenamiento necesario para la calidad de los datos geoespaciales, y las habilidades necesarias para manipular con eficacia los datos, no es de extrañar que la aplicación de los SIG en las escuelas secundarias haya sido lenta. Debido a su facilidad de uso, accesibilidad, bajo coste, y la interactividad, es mucho más probable que ahora sea aceptado WebSIG por la comunidad educativa y quizás también por la de software profesional de SIG (Baker, 2005). El potencial de WebSIG puede ser aún mayor cuando las oportunidades para entornos de colaboración se combinan con WebSIG y otras herramientas basadas en “la nube”. La comunidad científica ha reconocido y aprovechado didácticamente los WebSIG colaborativos. Por ejemplo, el sitio web del programa *Pathfinder Science* <<http://pathfinderscience.net/>> incluye un sistema

interactivo en tiempo real, un mapa de cobertura de líquenes, distintos aspectos sobre el calentamiento global y otras supervisiones o monitorizaciones habituales en los EE.UU. (pájaros, anfibios, mariposas...) basada en observaciones de los estudiantes enviados a partir de sus trabajos de campo. Del mismo modo, el proyecto *Journey North* <<http://www.learner.org/jnorth/>> invita a los estudiantes a presentar observaciones sobre el terreno de las especies migratorias amenazadas o en peligro de extinción, como las mariposas monarca (*danaus plesippus*), grullas (*grus americana*) y águilas calvas (*haliaeetus leucocephalus*). Las observaciones de campo se muestran en los mapas interactivos que apoyan el estudio de las pautas mundiales de la vida silvestre en migración y en el cambio de temporada. Estas aplicaciones de WebSIG para la investigación colaborativa representan una idea del potencial de WebSIG en los centros educativos. Los casos presentados en este artículo indican cómo WebSIG podría transformar la enseñanza de la Geografía de una manera similar. Además de mejorar el conocimiento de los estudiantes sobre Geografía básica, la inmersión en WebSIG suministrará un contexto significativo para la extensión de la toma responsable de decisiones, la resolución de problemas y las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ArcNews Online, 2008. Fall. "ArcGIS Online Services – The Foundation of WebGIS." Disponible en: <<http://www.esri.com/news/arcnews/fall08articles/arcgis-online-services.html>> (Último acceso 4 Agosto 2011)
- Baker, T. R. 2005. "Internet-based GIS mapping in support of K-12 education." *The Professional Geographer*, 57 (1), 44-50.
- Breaking Windows; Google v Microsoft. 2009, July. *The Economist*, 392 (8639), 64.
- Gatrell, J. D. 2001. "Structural, technical, and definitional issues: The case of geography, GIS, and K-12 classrooms in the United States". *Journal of Educational Technology Systems*, 29 (3), 237-249.
- Johnson, L; Levine, A; Smith, R y Smythe, T. 2009. *The 2009 Horizon Report: K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kerski, J. J. 2008. "The world at the student's fingertips: Internet-based GIS education opportunities". In A. J. Milson y M. Alibrandi (eds.), *Digital geography: Geospatial technologies in the social studies classroom*, pp. 119-134. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Milson, A. J. y Earle, B. D. 2007. "Internet-based GIS in an inductive learning environment: A case study of ninth grade geography students". *Journal of Geography*, 106 (6), 227-237.

- Milson, A. J. y Alibrandi, M. (eds.). 2008. *Digital geography: Geospatial technologies in the social studies classroom*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Milson, A. J; Demirci, A. y Kerski, J. J (eds.). 2012. *International Perspectives on Teaching and Learning with GIS in Secondary Schools*. New York: Springer.
- Shin, E. 2008. "Examining the teacher's role when teaching with Geographic Information Systems (GIS)". In A. J. Milson y M. Alibrandi, eds. *Digital geography: Geospatial technologies in the social studies classroom*, pp. 271-290. Charlotte, NC: Information Age Publishing.