

Sistema Web de Información Hidrogeológica basado en el Modelo Unificado de Visualización

Manuel M. Campos¹, Carlos D. Morales¹, Susana I. Herrera¹, Martín Thir²

1. *Departamento Académico de Informática,*

2. *Departamento Académico de Geología y Geotecnia*

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional Santiago del Estero

{sherrera,thir}@unse.edu.ar, {maxicampos2221,decarlosmorale}s@hotmail.com

RESUMEN: En la actualidad los sistemas informáticos facilitan la manipulación o manejo de la información científica, pero la mayoría de estos sistemas recargan su interfaz con una cantidad abrumadora de datos que dificultan su interpretación. Esta gran variedad de información afecta el campo visual del usuario y, por lo tanto, su proceso cognitivo. Particularmente, en el caso de los sistemas científicos, surge la necesidad de diseñar sistemas que permitan representar la información científica de manera eficiente para su fácil visualización y posterior interpretación. El Modelo Unificado de Visualización (MUV), es un modelo de referencia para los procesos de visualización de información. Este modelo, muestra los estados por los que van pasando los datos desde que ingresan al sistema hasta que son visualizados, así como también las transformaciones intermedias que hacen posible la evolución de los datos. Tomando este modelo como referencia, se propone la construcción de un prototipo de Sistema Web de Visualización de Información Hidrogeológica para el registro e interpretación de las actividades exploratorias de Geología e Hidrogeología realizadas en la provincia de Santiago del Estero. En este artículo se presenta resultados parciales del proyecto que abarca hasta la definición del proceso de desarrollo propuesto: objetivos, actividades, técnicas y herramientas.

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollador de software actualmente cuenta con diferentes métodos, técnicas y modelos para el desarrollo de sistemas de información. Pero en los últimos tiempos han comenzado a tener gran importancia el uso de técnicas de visualización como herramientas de soporte para la visualización de información. Estas permiten la reducción de la carga cognitiva del usuario y, en consecuencia, el aumento de su memoria de trabajo y de su capacidad de interpretación (Hassan Montero, 2010).

Es así como han surgido diversos modelos de procesos que ordenan y coordinan las diferentes técnicas de visualización (Klaus, 2010). En este caso en particular se utiliza el MUV, diseñado en la Universidad Nacional del Sur, Argentina (Martig, Castro, Fillottrani & Estévez, 2003), para llevar adelante una investigación aplicada en el área de los Sistemas de Información. Este modelo permite definir una arquitectura de referencia que contemple las técnicas de visualización, como así también especificar e integrar los componentes de hardware y software necesarios para la implementación. Consiste en un único modelo, enfocado tanto en los procesos como en los estados de los datos, y es aplicable a cualquier

visualización, independientemente del dominio de aplicación. Su objetivo es obtener representaciones visuales interactivas con el propósito de ampliar la adquisición y el uso del conocimiento, según la naturaleza y características de la información a visualizar (Martig et al., 2003).

En este trabajo se propone una solución a los problemas de visualización de información hidrogeológica. Se pretende implementar el modelo MUV para construir un Prototipo de Sistema de Visualización de Información Hidrogeológica. Con este sistema, los profesionales pertenecientes al Departamento Académico de Geología y Geotécnica de Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) tendrán la posibilidad de registrar y visualizar la descripción geológica, hidrogeológica, hidráulica, química y geográfica de las perforaciones de exploraciones y explotaciones realizadas en el ámbito de la provincia. Además, se proporcionará a los desarrolladores una perspectiva sobre el uso del MUV como herramienta para mejorar el entendimiento de los problemas conceptuales y técnicos del área a representar visualmente.

En los apartados siguientes se presentan los aspectos fundamentales que dan soporte a la propuesta: problema, antecedentes, objetivos, alcance, metodología, entre otros. Se realiza una exploración sobre las diferentes técnicas de visualización y los servicios web aplicados a este dominio (Nagappan, Skoczylas & Sriganesh, 2003). Se presentan los marcos referenciales con las teorías y metodologías que sustentan la propuesta.

Este trabajo se desarrolla en el marco del proyecto de investigación *Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, realidad aumentada, técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc*. Este tiene por objetivo la optimización de las aplicaciones móviles utilizando las tecnologías mencionadas. El equipo de investigación está conformado por docentes y alumnos avanzados del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), del Departamento de Sistemas de la Facultad de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa) y del Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (UNSa).

2 PLANTEO DEL PROBLEMA

En general, todo sistema de información debe publicar un conjunto de datos que faciliten al usuario la obtención e interpretación de la información, en el menor tiempo posible, para hacer más productiva su actividad. Sin embargo, en algunos sistemas, la cantidad de datos puede abrumar o fatigar la visión del usuario dificultando el proceso cognitivo (Gallegos & Gorostegui, 2002), obstaculizando la comunicación y la toma de decisiones.

Cuando un usuario especifica cómo quiere visualizar los datos, se construye una estructura que soporta, tanto los elementos visuales como sus atributos. Pero como el conjunto de datos puede ser visualizado aplicando más de una técnica, puede ocurrir que en la visualización no se tome en cuenta la información que se busca enfatizar o que las características utilizadas para discriminar los datos no sean representativas y de esta manera, se causa la evasión del foco de atención. Al obstaculizar el proceso cognitivo podrían producirse interpretaciones erróneas por parte de los usuarios, llevando esto a dificultar la toma de decisiones (Ward, Grinstein & Keim, 2010).

En particular el grupo de Hidrogeólogos del Departamento Académico de Geología y Geotécnica de la FCEyT de la UNSE utiliza sistemas que permite analizar información hidrogeológica de las perforaciones en la provincia. Sin embargo, dichos sistemas presentan los siguientes problemas:

- La información a visualizar se acopla en pequeños espacios, con una gran cantidad de datos geológicos.
- No se encuentran delimitados las diferentes tramas visuales que representan los sedimentos de cada perforación.
- La representación de la ubicación geográfica carece de detalle, reduciendo la información obtenida de la perforación.
- No permiten el almacenamiento de la información de las perforaciones por lo tanto no existe registro histórico; son sistemas incompletos.
- La interacción requiere que el usuario posea conocimientos avanzados sobre representaciones gráficas del ámbito geológico e hidrogeológico.
- La representación gráfica en su versión impresa es engorrosa, confusa, desproporcionada a la escala de la hoja.

Estas características dificultan el proceso de interpretación de la información del sistema por parte del usuario. Además, a esto se suma que se trata de sistemas propietarios, donde el autor tiene la posibilidad de controlar y restringir los derechos sobre el programa. Además, son sistemas costosos.

Ante esta situación problemática, se propone desarrollar un Sistema Web de Visualización de Información Hidrogeológica, a nivel de prototipo que permita gestionar las actividades exploratorias mediante perforaciones llevadas a cabo en la provincia de Santiago del Estero, visualizando y administrando información geológica, hidráulica, química y geográfica. Debido a que el usuario debe ingresar grandes magnitudes de datos correspondientes a las perforaciones, que se realizaron en los últimos tiempos, se busca representarlos gráficamente sin afectar el campo visual y su proceso cognitivo, respetando las normas internacionales de representación de los paquetes sedimentarios.

En el proyecto específico de visualización hidrogeológica en marcha, se pretende que el conjunto de datos mapeados visualmente durante el proceso de perforación, ya sea aplicando una o más técnicas, permita al usuario disponer y manipular las distintas abstracciones para realizar su tarea de análisis, comparación y comprensión de la información del dominio (Schlumberger Water Service, 2012). Se propone utilizar el

MUV ya que permite la definición de un único conjunto de transformaciones, estados, operaciones e interacciones sobre los datos.

El problema que aborda el proyecto se formula de la siguiente manera:

¿El uso del MUV en el proceso de desarrollo de un sistema de información web hidrogeológico permite mejorar la interpretación de la información por parte del usuario?

¿Qué técnicas y herramientas de visualización son apropiadas para el desarrollo de un sistema web de visualización de información hidrogeológica?

3 ESTADO DEL ARTE

3.1 *Software para la gestión de información hidrogeológica*

Se realizó una investigación exploratoria sobre los sistemas de Hidrogeología existentes, basada en bibliografía y publicaciones web de orden nacional e internacional. Es así como se analizaron los siguientes software: RockWorks (Visualization Toolkit, 2012), Hydro GeoAnalyst (Schlumberger Water Service, 2012), GeoVisionary (Professional Surveyor Magazine, 2011), OneGeology (Servicio de información y noticias científicas, 2008) y el Mapa Interactivo de Buenos Aires (Agencia de Sistemas de Información, 2012).

Tanto RockWorks como Hydro GeoAnalyst son software para la administración de datos geológicos, en general. Ambos software pueden ser implementados por el Departamento Académico de Geología y Geotécnica, sin embargo representan un cierto costo su utilización y mantenimiento. Por otro lado GeoVisionary, OneGeology y Mapa Interactivo de Buenos Aires, son sistemas o proyectos de visualización limitados a un cierto campo de aplicación por lo cual no se pueden implementar en el Departamento académico.

3.2 *Visualización de Información*

3.2.1 *Visualización*

Si bien el consumo que facilita la tecnología forma y capacita para procesar información de cada vez mayor complejidad, la capacidad para percibirla, interiorizarla y procesarla permanece estática en términos cuantitativos, ya que está condicionada por la naturaleza biológica.

Como consecuencia, en este escenario de explosión y ubicuidad informativa, las personas están condenadas a economizar constantemente su atención, discriminando pasiva y activamente toda aquella que resulte irrelevante para las

necesidades e intereses, con el objetivo de evitar la saturación de información, colapsando perceptual y cognitivamente.

La visualización hace referencia simultáneamente a un fenómeno cognitivo y a una acción práctica. En el primer caso, la visualización se define como la capacidad de formar mentalmente imágenes visuales de conceptos abstractos. En este sentido, visualizar consistiría en “ver” con la mente estructuras ocultas a nuestros sentidos. En el segundo caso, la visualización es entendida como la acción de representar gráficamente fenómenos no visibles. Por tanto, visualizar puede referirse tanto a una acción mental como una acción práctica, tanto a la capacidad de pensar visualmente acerca de datos que no son visibles, como al proceso de representarlos gráficamente.

3.2.2 *Pipeline*

El concepto tradicional de pipeline provee la capacidad de dividir las visualizaciones en distintas partes para luego integrarlas permitiendo que cada una de esas partes sea desarrollada en el recurso distribuido más apropiado. Este se describe como el proceso de crear representaciones visuales de datos.

La definición de pipeline especifica el orden de ejecución de los módulos, el generador de unidad de trabajo para cada módulo, y el tipo de transición entre los módulos.

También se puede definir el pipeline como un árbol de estructura de datos, donde a cada nodo del árbol se asocia con una definición de librería de módulo. Mientras que cada nodo contiene referencias bidireccionales (padres e hijos), el árbol puede ser considerado como un árbol dirigido con fines de ejecución, ya que la ejecución avanza siempre desde el nodo raíz a los nodos hoja.

El proceso de visualización implica varios pasos. Los datos de entrada pueden ser volumen información (como ser escáneres de resonancia magnética, tomógrafos computarizados) u objetos geométricos (como los datos del triángulo del sistema CAD) los cuales se impulsa a lo largo del pipeline. Cada caso depende del caso generado por el anterior. El proceso de visualización se obtiene como la suma de todos los pasos necesarios para generar una imagen a partir de los datos guardados en memoria (Klaus, 2010).

3.2.3 *Proceso de Visualización*

Los procesos de visualización pueden ser utilizados en una amplia gama de dominios de aplicación. Su objetivo es obtener representaciones visuales interactivas con el

propósito de ampliar la adquisición y el uso del conocimiento.

Según la naturaleza y características de la información a visualizar se puede hablar (Martig et al., 2003):

- Visualización científica.

Pipeline presentado por William Schroeder para la visualización científica.

Aporta un conjunto de herramientas, para realizar visualizaciones y graficas en 3D. Dichas herramientas se encuentran disponibles para su uso, extensión y mantenimiento. Además presenta compatibilidad con diferentes sistemas operativos (Unix, Windows).

Este modelo es flexible y puede adaptarse a diferentes tipos de datos e implementaciones del algoritmo (Schroeder, Martin & Lorensen, 1996). Sin embargo, al compartir los datos recolectados por los usuarios se presenta cierta dificultad

- Visualización de información.

Pipeline presentado por Stuart Card para la visualización de información. Presenta un esquema el cual muestra cómo se asigna la información al espacio del diseño en la visualización.

Una característica clave de visualizaciones de información es que utilizan las analogías entre los datos y el vocabulario visual para facilitar el acceso interactivo a los datos. Para ayudar dichas comparaciones, se utiliza un formato de tabla que describe las visualizaciones.

La tabla está conceptualmente estructurada con los datos a la izquierda y las interacciones del usuario a la derecha.

La clave para la visualización efectiva es que los usuarios deban ser capaces de invertir la asignación en la tabla y percibir los datos en la visualización (Card & Mackinlay, 1997).

Una de las ventajas de este pipeline, es que al cuantificar las variables, facilitando el mapeo de los datos. Sin embargo, al incrementarse el número de variables, tiende a ser demasiada compleja su notación reduciendo su uso práctico.

- Visualización de sistemas.

Pipeline presentado Ed Huai-hsin Chi para la visualización de sistemas. Es un estudio de las representaciones gráficas que incluye a los operadores y las interacciones de los sistemas de visualización, como una hoja de cálculo. Presenta una variedad de técnicas permitiendo una nueva manera de explorar y evaluar el espacio de diseño de los operadores de visualización, y ayuda a los usuarios finales en sus tareas de análisis (Chi & Riedl, 1998).

3.3 Modelo Unificado de Visualización

Este modelo consiste en un único enfoque en el cual tanto los procesos como los estados de los datos sean aplicables a cualquier visualización independiente del campo de origen. En este modelo quedan explícitamente representadas las operaciones provistas, los operando sobre los que se pueden aplicar, conjuntamente con la secuencia de transformaciones propias del proceso. Este modelo constituye un marco conceptual en el que se pueden definir las interacciones necesarias, pudiéndose determinar sobre quién se opera, qué resultados se obtienen y cómo impacta sobre el proceso general.

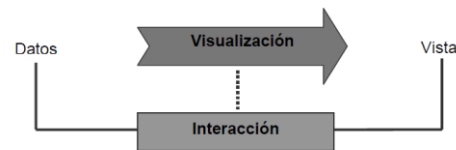


Figura 1. El proceso de visualización (Martig et al, 2003).

El proceso de visualización es interpretado como una transformación de los datos en una representación visual; es decir un proceso cognitivo en el cual el usuario tiene que poder interactuar para lograr el objetivo buscado.

A partir de lo definido describimos las transformaciones y los modelos de los estados intermedios de los datos, para poder enfocarnos sobre los operadores o sobre los operandos favoreciendo así los entendimientos de las interacciones posibles.

Es un modelo de estados representado como un flujo entre los distintos estados que van asumiendo los datos a lo largo del proceso. En el esquema planteado, los nodos representan los estados de los datos y las aristas, las transformaciones necesarias para pasar de un estado al próximo. El modelo consiste en cinco estados y cuatro transformaciones que permiten pasar de un estado al próximo (ver figura 2).

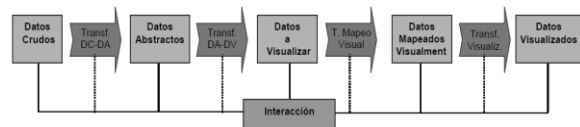


Figura 2. Modelo Unificado de Visualización (Martig et al, 2003).

3.4 Herramientas de programación

El desarrollo de sistemas de visualización geográficos cuenta con diferentes herramientas de programación que facilitan la programación y

modelado del entorno de visualización. Las principales, que fueron analizadas en el marco de esta propuesta son:

- El kit de herramientas de visualización (VTK) es un código abierto, software libre disponible para graficar en 3D, modelado, procesamiento de imágenes, renderización del volumen, la visualización científica y visualización de la información. VTK también incluye soporte para reproducir interacciones en 3D, anotación de dos y tres dimensiones, y la computación en paralelo (Visualization Toolkit, 2012).
- El lenguaje VRML (ISO/IEC, 1997) posibilita la descripción de una escena compuesta por objetos 3D a partir de prototipos basados en formas geométricas básicas o de estructuras en las que se especifican los vértices y las aristas de cada polígono tridimensional y el color de su superficie.
- MapServer (Universidad de Minnesota, 2012) es un motor de procesamiento de datos geográficos de Código Abierto escrito en C. Más allá de la navegación de datos SIG, MapServer permite crear “mapas de imágenes geográficas”, es decir, mapas que pueden dirigir a los usuarios hacia el contenido.
- Postgis (Proyecto OSGEO, 2012) ha sido desarrollado por la empresa canadiense Refraction Research, especializada en productos "Open Source". Es una extensión al sistema de base de datos objeto-relacional PostgreSQL. Permite el uso de objetos GIS (Geographic information systems). PostGIS incluye soporte para índices GiST basados en R-Tree, y funciones básicas para el análisis de objetos GIS. Con PostGIS se puede usar todos los objetos que aparecen en la especificación OpenGIS como puntos, líneas, polígonos, multilíneas, multipuntos, y colecciones geométricas.

3.5 Técnicas de visualización

A continuación se describen las técnicas más utilizadas para la visualización científica.

- El *zooming* es la magnificación gradual de una fracción cada vez más chica (o viceversa) de una imagen bidimensional bajo la restricción de una región de vista que se mantiene constante.
- En un *zoom semántico* el detalle puede contener información, que estaba ausente en la vista *zooming*, proveyéndose en el detalle información adicional sobre los ítems de interés. Se deben enfrentar los mismos

problemas que en el caso anterior. Como el espacio de mostrado es finito las alternativas son brindar directamente el detalle perdiendo la vista general, o la generación de ese detalle en una vista adicional que para su mostrado se superpondrá en mayor o menor grado con la vista general.

- Como resultado de la aplicación del *zoom geométrico*, se magnifica una región de la vista general; la obtención de una zona ampliada permite que el usuario pueda percibir mejor los detalles presentes en la vista general. La región magnificada puede presentarse en la misma vista, determinando qué parte de la información presente en la misma desaparece, o en una ventana independiente, originando problemas de oclusión (Alvarez, Castro & Martig, 2005).
- El *panning* es una técnica que permite paginar o desplazarse para ubicar algo haciendo scroll.

4 PROTOTIPO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Utilizando el MUV, las herramientas y las técnicas de visualización descritas en forma general, se desarrollará un sistema web de visualización de datos hidrogeológicos. Con esto se busca facilitar la comprensión y/o entendimiento de esta información, definir una arquitectura de software apropiada e implementar un ambiente que comparta una plataforma común (IEEE, 2012).

Para el desarrollo del sistema se empleará software libre; tanto en lo que se refiere a los componentes de la aplicación en sí y a sus servicios que la conforman, como a las herramientas y tecnologías utilizadas en los ambientes de desarrollo. Además, se emplearán las técnicas visuales de interacción como ser *zoom semántico*, *zoom geométrico* y *panning*.

El Sistema de Visualización de Información, se desarrollará a nivel de prototipo, y permitirá publicar la información descriptiva de perforaciones realizadas en Santiago del Estero, principalmente las características Geológicas, Hidrológicas, Químicas, e incluso ubicación geográfica.

El prototipo permitirá al usuario interactuar con la información cartográfica de las perforaciones a partir de la visualización, consulta y análisis espacial de los datos. Dicha interacción se podrá realizar desde el navegador de Chrome, independiente del sistema operativo.

Se obtendrá, por lo tanto, un prototipo para la visualización de mapas interactivos, que facilite

la interpretación de la información hidrogeológica. Éste, a diferencia de los sistemas tradicionales, ofrecerá la posibilidad de: a) seleccionar parte de la información disponible que se desea mostrar u ocultar, b) elegir la simbología que mejor representa los elementos a mapear, c) visualizar áreas sin cambiar la escala o, por el contrario, d) visualizar la información en distintas escalas.

Para lograr este sistema de visualización de información es importante definir cuáles son las variables a visualizar y de qué manera se llevará a cabo la interacción con el usuario (que permitirá la visualización de la información de interés). Esto se puede lograr solamente si el desarrollo del sistema se realiza utilizando un método orientado a la visualización.

Es por ello que, en este proyecto, lo primero que se ha realizado es la definición de las actividades que se deberán llevar a cabo para obtener el sistema de visualización. Este conjunto de actividades constituyen un método propio basado en el MUV (ver apartado 3.3).

En la tabla 1 se muestran las principales etapas que se seguirán para la construcción del Sistema Web de Visualización de Información Hidrogeológica. Por cada etapa se identifican: objetivos, actividades y técnicas/herramientas a utilizar.

Tabla 1. Proceso de desarrollo del Sistema Web de Visualización Hidrogeológica basado en el MUV.

Recolección de Datos
<p>Objetivo: determinar los datos necesarios a partir de los aspectos más relevantes de las perforaciones hidrogeológicas.</p> <p>Actividades: (el MUV no contempla esta etapa) definir los datos referentes a las entidades, relaciones y atributos que intervienen en el Sistema de Visualización de Información Hidrogeológica.</p> <p>Técnicas: entrevistas a especialistas, análisis funcional de software similar existente en el ámbito nacional e internacional, diccionario de datos, casos de uso, modelos de clases.</p>
Transformación: Datos crudos a Datos abstractos
<p>Objetivo: determinar el conjunto de datos abstractos.</p> <p>Actividades: el usuario seleccionará cuáles son los datos que se quieren visualizar a partir de las fuentes de datos externas o provenientes de otras visualizaciones.</p> <p>Estos datos serán llevados a un formato manejable. Se generarán los metadatos. Para esto se los agrupará en subconjuntos y pueden agregarse datos derivados de los existentes.</p> <p>Técnicas: entrevistas a usuarios, diccionario de datos, casos de uso, modelos de clases.</p>

Transformación: Datos Abstractos a Datos a Visualizar
<p>Objetivo: definir qué es lo que se quiere visualizar en una determinada instancia, sin importar el cómo.</p> <p>Actividades: el usuario realizará una selección, proyección y filtrado de los datos abstractos. En función de lo expresado por el usuario, se generarán nuevos conjuntos pertenecientes al estado de Datos a Visualizar, manteniendo para todos ellos el mismo conjunto de Datos Abstractos.</p> <p>Técnicas: entrevistas a los usuarios, prototipación basada en esquemas y gráficos en papel o diapositivas, modelos de clases.</p>
Transformación de Mapeo de Visualización
<p>Objetivo: Lograr un mapeo expresivo y efectivo.</p> <p>Un mapeo es expresivo cuando son representados todos y absolutamente todos los datos pertenecientes al conjunto de Datos a Visualizar. Por otro lado, la efectividad del mapeo estará dada por la manera en que la representación visual sea percibida por el usuario.</p> <p>Actividades: es una transformación netamente interactiva, en la cual el usuario define cómo quiere visualizar sus datos.</p> <p>En esta etapa se establecerán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuáles son las estructuras visuales adecuadas. • Qué atributos se mapearán espacialmente y cómo. • Qué elementos visuales se utilizarán y con qué atributos gráficos. <p>Técnicas: zoom semántico, zoom geométrico, panning, prototipación basada en esquemas y gráficos en papel, modelos de clases.</p>
Transformación de Visualización
<p>Objetivo: obtener la representación visual, a partir de las técnicas seleccionadas por el usuario.</p> <p>Actividades: es la transformación encargada de generar la representación visual en pantalla según lo expresado en los datos mapeados visualmente. Para un determinado conjunto de datos mapeados visualmente pueden existir varias técnicas que lo soporten, debiendo el usuario optar por alguna de ellas.</p> <p>Los datos crudos que ingresan pueden presentarse en diversos formatos: planillas, colección de registros, etc. Una vez almacenados en un archivo XML, se tomará un conjunto de datos mapeados visualmente y se generará una imagen renderizada jpg que será devuelta al cliente del servicio, que solo se limitará a mostrarla. Este Servicio Web (Ganuza, Martig, Castro, 2007) implementará la técnica de visualización que el usuario desee sobre el conjunto de datos mapeados visualmente.</p> <p>Herramientas de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VTK (Kit de herramientas de visualización) (Visualization Toolkit, 2012). • VRML (Computer Integrated Building Processes Group, 2012). • Norma ISO 710 para la visualización de datos hidrogeológicos (Serv. Geológ. EE.UU, 2006). • MapServer (Universidad de Minnesota, 2012). • PostGIS (Proyecto OSGEO, 2012). • PGRouting (Proyecto PGRouting, 2012). <p>Técnicas: técnicas orientadas al mapeo de datos geográficos -datos espaciales, datos multivariados, datos geo-espaciales (Ward et al., 2010).</p>

5 CONCLUSIONES

El marco de análisis y evaluación planteado constituye una propuesta inicial que se irá refinando a medida que se aplique a los proyectos que se pondrán bajo estudio.

La implementación de este prototipo permitirá:

- Interactuar con la información cartográficamente representada a partir de la visualización, consulta y análisis espacial de los datos.
- A los usuarios gestores del proyecto de perforación, la administración integral y la actualización de la información desde la carga del dato hasta la visualización automática.
- Seleccionar la técnica de visualización (zoom semántico, zoom geométrico, panning, etc.) más apropiada, que reduzca la complejidad de la notación.
- Elegir la simbología que mejor representa los elementos a mapear.
- Manejar múltiples sesiones, para que las cargas y las modificaciones de los datos se realice de manera personalizada y de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Publicar la información detalla de las investigaciones en un servidor web.
- Evitar la duplicación innecesaria de información, propiciando la unificación de las bases de datos, de manera que la carga se realice de manera progresiva con el avance del proyecto.

Los resultados obtenidos permitirán iniciar un estudio cualitativo sistemático de los enfoques, modos, estrategias de m-learning. De esta manera se contribuirá a la optimización de este nuevo estilo de aprendizaje que mejora la calidad de la educación universitaria.

REFERENCIAS

Agencia de Sistemas de Información (ASI) y Unidad de Sistemas de Información Geográfica (USIG). *Mapa Interactivo de Buenos Aires*, disponible en: <<http://mapa.buenosaires.gov.ar/>>, fecha consulta 04/2012.

Alvarez C, S. Castro & S. Martig. *Mejoramiento de la Exploración Visual de Bases de Datos Mediante Transformaciones de Vista*. XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2005. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23032/Documento_completo.pdf?sequence=1>, fecha consulta 07/2013.

Card S. & J. Mackinlay. *The structure of the information visualization design space*. Proceedings of the Symposium on Information Visualization '97. ISBN: 0-8186-8189-6 IEEE CS, 1997.

Chi E. & J. Riedl. *An operator interaction framework for visualization systems*, ISBN: 0-8186-9093-3. Proceedings of the Symposium on Information Visualization '98, IEEE CS, 1998.

Computer Integrated Building Processes Group. *VRML Plugin and Browser Detector*, disponible en: <<http://cic.nist.gov/vrml/vbdetect.html>>, fecha consulta 01/2012.

Gallegos, S. & M. Gorostegui. *Procesos cognitivos*, 2004. disponible en: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dXBhZXAubXh8bWV0b2RvbG9naWEtZGUTbGEtaW52ZXN0aWdhY2l2bnxneDo3NTZkNDg3YTRmMDA1NTAy>>, fecha consulta 01/10/2012.

Ganuza M., S. Martig & S. Castro. *Servicios Web aplicados a la Visualización*. Laboratorio de Visualización y Computación Gráfica. ISBN 978-950-763-075-0. Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Universidad Nacional del Sur. Argentina, 2007.

Hassan Montero, Y. *Visualización de Información Persona-Ordenador: Propuesta Algorítmica para la Ordenación Espacial De Grafos*. ISBN: 978-84-693-5200-7. Universidad de Granada Facultad de Comunicación y Documentación. Departamento de Biblioteconomía y Documentación. 2010.

Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE). *Arquitectura*, disponible en: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6129467>>, E-ISBN : 978-0-7381-7142-5, fecha consultada enero-2012.

International Organization for Standardization y por la Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC) 14772-1:1997. *The Virtual Reality Modeling Language*. Virtual Reality Modeling Language (VRML), disponible en: <<http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/ISO-IEC-14772-VRML97/part1/introduction.html>>, fecha consulta enero 2012.

Klaus, T. *Kepler Science Operations Center pipeline framework*. ISBN 978-0-8194-8230-3. Orbital Sciences Corp./NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, USA, 2010.

Martig S. ;Castro, S. ;Fillotrani P. & Estévez, E.. *Un Modelo Unificado de Visualización*.

- Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Universidad Nacional del Sur. 2003.
- Nagappan, R.; Skoczylas, R. & Sriganesh, R.. *Developing Java™ Web Services*. ISBN 0-471-23640-3. Editorial: Kathryn A. Malm; 2003.
- Professional Surveyor Magazine. *GeoVisionary*, disponible en: < <http://www.es.profsurv.com/magazine/article.aspx?i=70852> >, fecha consulta 09/2012.
- Proyecto OSGEO. *PostGIS*, disponible en: < <http://postgis.refractory.net/>>, fecha consulta 04/2012.
- Proyecto PGRouting. *PGRouting*, disponible en: < <http://www.pgrouting.org/>>, fecha consulta 04/2012.
- Schlumberger Water Service. *Software para Sondeo Geológico de Perforaciones*. disponible en: < http://www.swstechnology.com/spanish/software_category.php?CatID=25>, fecha consulta 06/2012.
- Schroeder W., K. Martin & W. Lorensen. *The Design and Implementation of an Object-Oriented Toolkit for 3D Graphics and Visualization*. Prentice Hall PTR, 1996.
- Servicio de información y noticias científicas. *OneGeology*, disponible en: < <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Espana-participa-en-el-proyecto-de-cartografia-geologica-mas-grande-de-la-historia>>, fecha consulta 09/2012.
- Servicio Geológico de EE.UU. *FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization (PostScript Implementation)*. Departamento del Interior. Servicio Geológico. EE.UU. 2006.
- Universidad de Minnesota. Proyecto de OSGeo. *MapServer*, disponible en: < <http://mapserver.org/es/index.html>>, fecha consulta 04/2012.
- Visualization Toolkit (VTK). *Kit de herramientas de visualización; VTK*, disponible en: < <http://www.vtk.org>>, fecha consulta 01/2012.
- Ward M., G. Grinstein & D. Keim. *Interactive Data Visualization, Foundations, Techniques, and Applications*. ISBN-13: 978-1568814735. Editorial: Sales and Customer Service Office; 2010.