

# ESTUDIO SOBRE EL APRENDIZAJE DE GEORREFERENCIACIÓN EN NIÑOS DE 8 A 10 AÑOS

LEARNING OF THE GEOINFORMATION FOR CHILDREN BETWEEN 8 TO 10 YEARS

Fecha de recepción: 2 de septiembre de 2008/ Fecha de aprobación: 1 de octubre de 2008.

Juan Eulises Bohórquez Carvajal • Orlando Riaño Melo

## Resumen

En este artículo se muestra una aplicación de los sistemas de información geográfica como apoyo en el aprendizaje de información georreferenciada para niños entre 8 y 10 años. Se desarrolla una interfaz que tiene en cuenta nuestros hallazgos en la interacción de los niños con mapas impresos. Se comparó dicha interfaz con los mapas tradicionales y se encontró una calificación más alta asociada al software y en particular el mapa oficial usado en colegios.

**Palabras clave:** mapas, usabilidad, Interacción hombre máquina.

## Abstract

This article shows an application of geographical information systems to support learning of the geo-information for children between 8 and 10 years. It develops an interface that takes into account our findings on the interaction of children with paper maps. We compared the interface with traditional maps and found a highest score associated with the software and including the official map used in schools.

**Key Words:** Maps, usability, Interaction human machine.

## Introducción

Los mapas son utilizados desde tiempos inmemorables para consultar información georreferenciada. En la actualidad, existen muchos tipos de mapas, cada uno con sus propias convenciones y objetivos; así mismo, formas interactivas mediadas por computador para consultar mapas, estudiadas dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Sin embargo, en el campo de mapas para niños, aún no hay convenciones muy claras, tampoco existen SIG que se ajusten a las características; indiscriminadamente, se usan mapas para obras de ingeniería así como para enseñar en escuelas conceptos de geografía.

La usabilidad de mapas para niños no ha sido estudiada en nuestro medio, tampoco el proceso de creación de conocimiento de georreferenciación. Debido a estas necesidades, se desarrolló el presente estudio dividido en dos secciones: primero, se estudia la usabilidad de los mapas disponibles para la enseñanza en colegios y escuelas; segundo, se evalúa un prototipo de alta fidelidad de un sistema de información geográfica que sirva de medio interactivo para la visualización de mapas. Ambas secciones fueron evaluadas a la luz de los principios de usabilidad como apoyo en los procesos de construcción de conocimiento de georreferenciación y localización geográfica.

## I. Marco teórico

Nuestro estudio se apoya en la teoría del constructivismo: un cuerpo de teorías que defiende al individuo como una construcción propia que se produce día a día como resultado de la interacción entre los aspectos cognitivos y sociales [1].

El constructivismo defiende la idea de que el conocimiento es el producto de un proceso de construcción de la realidad el cual tiene su origen en la interacción entre las personas y el mundo, donde las ideas se construyen a partir de un desarrollo mental de modelamiento más que de una descripción de la realidad.

Existen tres ideas principales en el constructivismo, (1) *El aprendizaje es una actividad solitaria*. En donde la visión de Jean Piaget, Paúl Ausubel y la psicología cognitiva se basa en la idea de un individuo que aprende al margen de un contexto social. (2) *Con amigos se aprende mejor*. En este tipo de constructivismo Lev Semiónovich Vygotsky expone que el conocimiento se adquiere mediante la creación de conflictos cognitivos que causan un cambio conceptual. (3) *Sin amigos no se puede aprender*. Esta sería la posición vygotkiana radical, sostiene que el conocimiento no es un producto individual sino social.

Por tanto, aunque el alumno realice una actividad individual, el énfasis debe ponerse en el intercambio social [2]. Un mapa es una representación pictomorfológica de las características más representativas o de interés de un espacio o entorno geográfico que hace parte del mundo real. Un mapa en el aula de clases permite desarrollar la observación, recordación, análisis e interpretación de datos que ocurran en algún lugar en el espacio; por ende, el mapa se convierte en una herramienta fundamental para enseñar el desarrollo económico y social en una región geográfica determinada; adicionalmente, permiten que los niños entiendan su relación con el medio ambiente y aprendan a conocer lo que los rodea.

El proceso de georreferenciación consiste en ubicar y localizar geográficamente en un mapa un lugar de interés o un elemento del paisaje para poder así referenciar dicha ubicación en el mundo real. Este proceso es de vital importancia, pues permite desarrollar el conocimiento de los fenó-

menos del mundo real que puedan ser espacializados en un mapa.

El mapa es un elemento de comunicación que permite enseñar el concepto de localización y ubicación dentro de un área territorial; además, es fundamental y esencial para cualquier viajero o cualquier persona que se quiera movilizar hacia un lugar desconocido. En las manos de un niño le permite registrar y visualizar los sitios de interés de la zona donde se desenvuelve cotidianamente, como consecuencia le permite construir a través de dicha interacción el concepto de espacio, localización y georreferenciación, es decir, desarrollar conocimiento de forma solitaria, pero teniendo el mapa como un aliado para tal fin.

Un mapa contextualiza fenómenos del medio que nos rodea, y nos ayuda a construir nuevos conceptos a partir del mismo. En el caso de niños, la mejor manera para que entiendan y expresen el dominio de un concepto es dibujando o interactuando con dibujos, de tal manera que si se emplea el mapa como herramienta visual de enseñanza y se utilizan los principios de constructivismo para definir la interacción del niño con el mapa, se puede pretender alcanzar un estado ideal en el proceso cognoscitivo del niño.

En el diseño de un SIG para niños es importante considerar los aspectos de visualización e interacción, que se ven afectados por el público objetivo. Si no se logra que dichas herramientas cumplan objetivos relacionados con que sean agradables, divertidas, creativas, motivadoras, prácticas y entretenidas, desde el punto de vista emocional, podemos encontrarnos con una frustración en el proceso constructivo de conocimiento.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos mencionados, la herramienta debe cumplir con: 1. Brindar un uso eficiente, 2. Ser efectiva en las tareas desarrolladas, 3. Ser segura, 4. Útil, 5. Fácil de aprender y, sobre todo, 6. Fácil de recordar; de lo contrario, la interacción del niño con el software puede ser traumática.

## 2. Trabajos relacionados

En Bogotá, Distrito Capital de Colombia, se han diseñado extraoficialmente muchos mapas para niños, pero oficialmente sólo se encuentra uno, ela-

borado por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) en conmemoración de los 466 años de la fundación de Bogotá D.C. Dicho mapa emplea una colección de iconos bastante agradables para representar los sitios de interés de la Ciudad (figura 1), cuyo nivel de detalle es la manzana. Este mapa no es el que en el sector

educativo del Distrito Capital está institucionalizado oficialmente. El mapa oficial de Bogotá D.C. es uno multipropósito, diseñado acorde con los estándares cartográficos internacionales (figura 2), por ende, no tiene consideraciones de diseño para un usuario infantil.



Figura 1. Simbología usada en el Mapa para niños de la UAECD



Figura 2. Simbología usada en el Mapa Oficial de Bogotá del IGAC [3]

Adicionalmente, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ha venido adelantando en Colombia una campaña de divulgación de información educativa respecto al medio ambiente y recursos naturales a través de

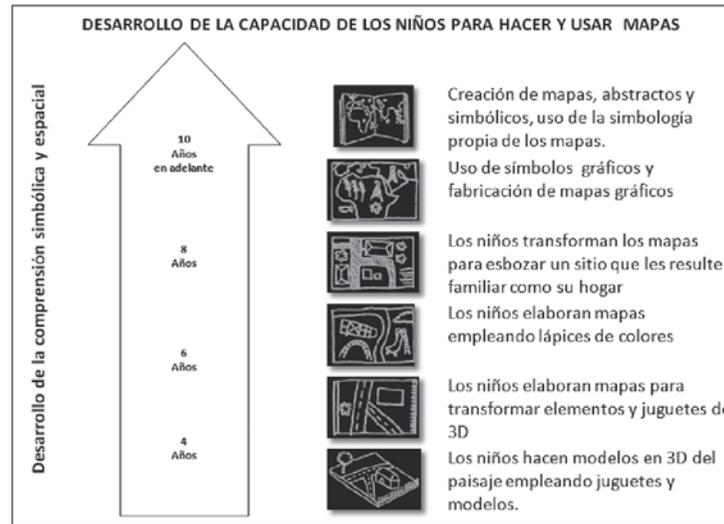
videos diseñados para niños, aunque es un trabajo netamente de diseño gráfico [4].

A nivel internacional, existe diversidad de estudios en el tema de elaboración de cartografía para niños, los cuales han sido diseñados de acuerdo

con las condiciones socioculturales locales y el esquema mental de los niños de cada región.

Entre los más destacados se encuentran los estudios desarrollados por UNICEF, uno de los más relevantes es *Los niños como investigadores de la comunidad* [5], cuyos objetivos se orientan a establecer una metodología para que los niños aprendan a representar y entender el medio ambiente de su comunidad a través de la elaboración y manipu-

lación de mapas. Uno de los aspectos más significativos del estudio es que define las características pictomorfológicas de los mapas por rangos de edades, dependiendo del correspondiente esquema mental de los niños (figura 3). El eje central del estudio de la UNICEF es inculcar una cultura de protección del medio ambiente a través del conocimiento del mismo.



**Figura 3.** Desarrollo de las habilidades de los niños, por rangos de edad, para elaborar mapas [6].

### 3. Alcance del estudio y objetivos

El alcance del estudio fue evaluar la usabilidad de cinco diferentes mapas impresos de Bogotá D.C. para niños de 8 a 10 años, los cuales se distribuyen con el propósito de servir como herramienta de localización y georreferenciación; así mismo, compararlos con un prototipo de sistema geográfico dirigido a niños para los mismos fines.

Se evaluó la usabilidad de un prototipo de alta fidelidad de un sistema de información geográfica con la misma población objetivo para manipular digitalmente el mapa de Bogotá D.C., manteniendo las mismas características pictomorfológicas encontradas en los mapas impresos.

### 4. Método

Para determinar la usabilidad del mapa en medio físico (en papel) y en medio digital (en el sistema de información geográfica), se desarrollaron las siguientes actividades en todos los ambientes:

- Localizar en el mapa el colegio donde actualmente estudian.
- Ubicar en el mapa el lugar donde cada uno vive.
- Dibujar la ruta que emplean diariamente para desplazarse de sus respectivos hogares al colegio.
- Encontrar los sitios de interés que conocen de su localidad.

Dichas tareas fueron efectuadas por un grupo de veintinueve niños con edades entre los 8 y 10 años, de quinto de primaria, de los cuales diez eran niñas y once niños, algunos retraídos y tímidos, otros hiperactivos.

Dichos niños viven en un barrio popular de Bogotá y, en general, son de bajos recursos económicos. La ejecución de la evaluación de usabilidad se dividió en tres sesiones: en la primera se evaluaron los mapas en papel; en la segunda se realizó el ejercicio planteado por la UNICEF para que los

niños reconozcan su entorno local; en la tercera se repitió el ejercicio de la primera sesión, pero en vez de usar mapas de papel se empleó el prototipo del sistema de información geográfica.

Para la primera sesión se contó con cinco mapas diferentes: el primero, el mapa oficial de la localidad de Kennedy, Bogotá D.C., distribuido por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital [7]; el segundo, el Mapa Oficial de Bogotá D.C., distribuido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi [8]; el tercero, el mapa oficial del Distrito Capital distribuido por la UAECD; el cuarto, el mapa topográfico de Bogotá D.C. distribuido por el IGAC; el quinto, adquirido en el centro de Bogotá D.C., elaborado y distribuido por KingKolor Ltda. [9], una compañía de diseñadores gráficos cuyo medio de distribución son los vendedores ambulantes.

En la segunda sesión, siguiendo la metodología de UNICEF mencionada en el marco teórico, se le pidió a cada niño que elaborara un mapa de su localidad y que representara los elementos del paisaje que considerase más representativos. El objetivo principal de esta sesión fue causar un marco de distracción entre la primera y la tercera sesión para mitigar la influencia de la una sobre la otra.

En la tercera sesión se evaluó el mapa digital en el prototipo del sistema de información geográfica, respetando la simbología promedio empleada en los mapas de papel, y teniendo como funcionalidades de interacción las mismas herramientas físicas empleadas en el mapa de papel, las cuales fueron una lupa, para ver mejor los elementos del mapa; un lápiz, para marcar sobre el mapa; un

borrador, para limpiar el mapa; la posibilidad de acomodar el mapa para mejor manipulación y una brújula, para ubicar el norte magnético, todo esto con el fin de garantizar una evaluación objetiva de la interacción con papel y con el software; es decir, las herramientas empleadas físicamente para la interacción con el mapa en papel se implementaron como metáforas a través de funcionalidad dentro del SIG. En la primera sesión los niños se organizaron en cinco grupos y a cada grupo se le entregó un mapa; al culminar las actividades de georreferenciación, se intercambiaron los mapas entre grupos, reemplazando un acetato protector del mapa, así sucesivamente hasta que cada grupo evaluó cada mapa. La organización de cinco grupos atendió a que el tamaño promedio de cada mapa de papel es de un metro de largo por 0,8 metros de ancho, por ende, puede ser manipulado y observado por varios niños a la vez. En la tercera sesión se tomaron los niños uno por uno y fueron pasando en tandas de cuatro a trabajar sobre el computador (debido a que solamente se contaba con cuatro computadores portátiles con pantallas de cristal líquido de quince pulgadas).

La organización de los niños, primero en sociedad, interactuando con un mapa en papel, y luego individual, pero interactuando con el SIG (máquina, software e información geográfica), tiene como objetivo evaluar e identificar el uso de los principios de constructivismo en el proceso cognitivo del aprendizaje de georreferenciación en cada caso. Esto se determinó a través de las experiencias emocionales medidas durante el proceso de construcción de conocimiento, descritas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Experiencias emocionales contempladas en el estudio

<b>Experiencia Emocional</b>	<b>Métrica</b>
Agradable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Los colores del mapa fueron claros?</li> <li>- ¿Se pueden leer los textos del mapa?</li> <li>- ¿La escala es adecuada para el ejercicio?</li> <li>- ¿El tamaño del mapa le facilitó la manipulación al niño?</li> </ul>
Creativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿El niño puede inventar un juego utilizando un mapa?</li> </ul>
Interactivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿El niño pudo dibujar la ruta que emplea diariamente para desplazarse de su casa a su colegio?</li> </ul>

La recolección de información para evaluar las métricas de usabilidad de la interacción establecidas fueron las mismas para los dos ejercicios y se muestran en la tabla 2.

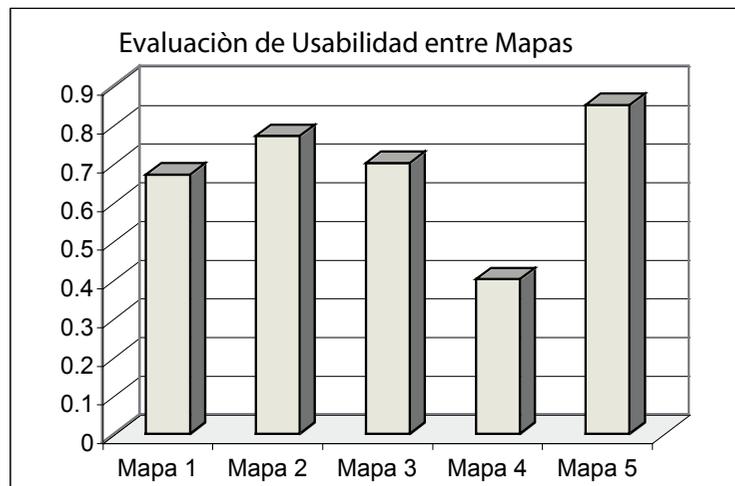
**Tabla 2.** Metas de usabilidad contempladas en el estudio.

Metas de Usabilidad	Métrica
Uso eficiente	- ¿Cuánto se demoró en localizar la escuela donde estudia?
Uso efectivo	- ¿Pudo localizar la escuela donde estudia? - ¿Pudo localizar su casa?
Uso seguro	- ¿Causó algún trauma físico al niño? - ¿Causó alguna frustración al niño?
Útil	- ¿Le enseñó a ubicarse en su localidad?
Fácil de aprender	- ¿Requirió ayuda por parte del coordinador del ejercicio para el manejo del mapa?
Fácil de recordar	- ¿Cuántas características del mapa recuerda sin mirarlo?

Los objetivos perseguidos en la segunda sesión de trabajo fueron: 1. Crear un margen de distracción entre la evaluación de la interacción con el mapa de papel y el mapa en el SIG, mitigando así la influencia de una prueba sobre la otra; 2. Identificar metáforas y características pictomorfológicas a tener en cuenta en el futuro para el diseño de mapas para niños. Se plantea la siguiente hipótesis: la interacción del niño con un SIG permite soportar mejor el proceso construcción de conocimiento de georreferenciación y localización que un mapa en papel y por lo tanto aplicar de forma eficiente y eficaz los principios del constructivismo.

### 5. Resultados

Analizando los cinco mapas de papel (figura 5) podemos darnos cuenta de que el mapa que mayor aporte hizo al proceso constructivista fue el mapa de KingKolor con una calificación de 0,85 sobre 1, el que menos usabilidad presentó fue el mapa topográfico del IGAC, con una calificación de 0,4 sobre 1; por su parte los mapas del DACD (Mapa oficial de la localidad de Kennedy y Mapa oficial del Distrito Capital) y el oficial de Bogotá D.C. del IGAC mantuvieron un promedio cercano entre ellos con una calificación de 0,65 sobre 1.



**Figura 5.** Resultados de la usabilidad entre los diferentes mapas.

Revisando el prototipo de alta fidelidad del sistema de información geográfica (figura 6), podemos darnos cuenta de que, para las diferentes métricas, su promedio estuvo en 0,92 sobre 1. Se

puede afirmar con un 97,5% de confianza que la media es representativa como valor del nivel de usabilidad del SIG y que realmente aporta en el proceso constructivista.

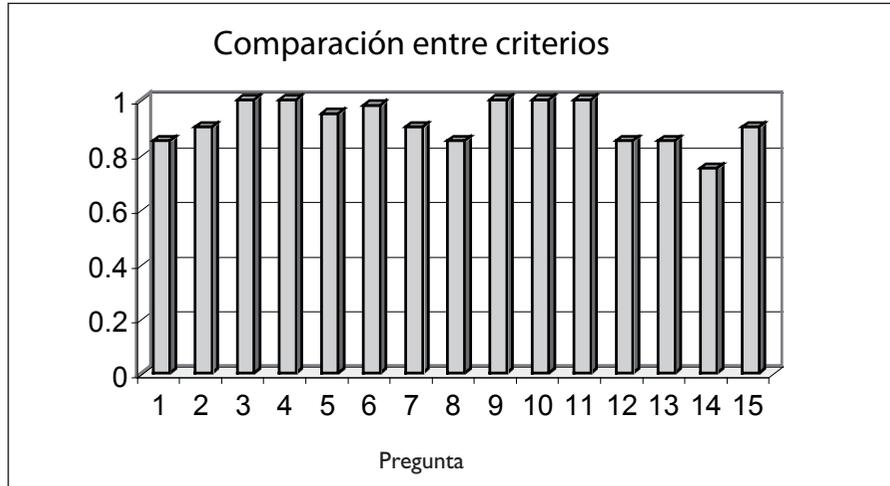


Figura 6. Resultados de la usabilidad del prototipo de alta fidelidad del SIG.

Comparando la media de los mapas contra el prototipo de alta fidelidad del SIG (figura 7), a simple vista se ve la diferencia de un 28% del nivel de

usabilidad con el promedio de los mapas impresos. Se puede asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es representativa.

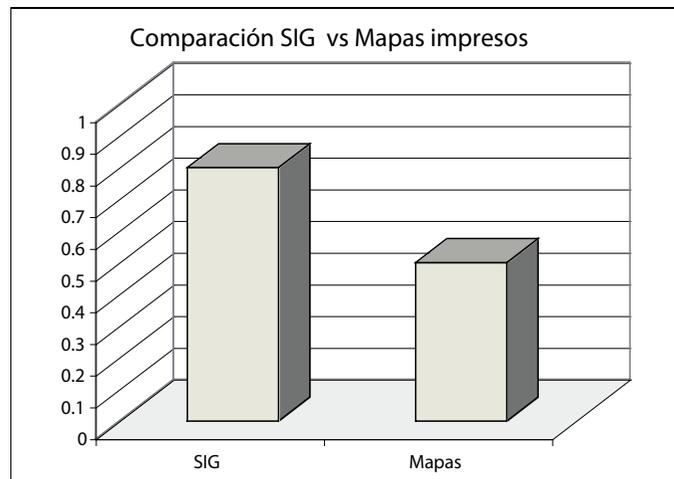
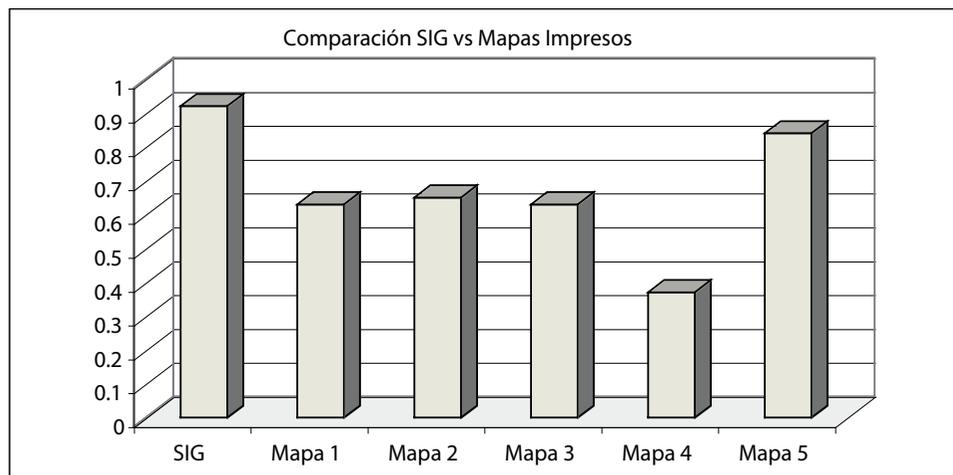


Figura 7. Resultados de la usabilidad del prototipo de alta fidelidad del SIG vs. El mapa impreso.

Al comparar el SIG no contra la media de los mapas impresos, sino contra los mismos discriminados individualmente (figura 8) se afirma con un 95% de confianza que la diferencia entre el SIG

y el mapa de KingKolor no son representativas, mientras que con los demás mapas puede decirse con un nivel de confianza del 97,5% que la diferencia es significativa.



**Figura 8.** Resultados de la usabilidad del SIG y cada uno de los mapas impresos.

Después de efectuar la correspondiente prueba de hipótesis sobre las dos muestras, se concluye con un nivel de confianza del 95% que la hipótesis es verdadera y así la interacción del niño con un SIG permite soportar el proceso de construcción de conocimiento de georreferenciación y localización que un mapa en papel, así mismo, permite aplicar de forma eficiente y eficaz los principios del constructivismo.

## 6. Discusión

De acuerdo con los resultados, se determina que en el problema de interacción niño-máquina, buena parte se debe a la visualización, pues el nivel de usabilidad del mapa elaborado por diseñadores gráficos y no cartógrafos no es representativamente diferente al del SIG; más, cuando el software utilizó una simbología promedio equivalente al mapa oficial del DACD.

En el desarrollo de la tercera sesión nos pudimos dar cuenta de que en el SIG es necesario diseñar e implementar un agente, el cual debe orientar al niño, así mismo restringirlo en tareas inoportunas, en momentos inadecuados, como la de imprimir. Adicionalmente, que entretenga, motive y apoye el proceso constructivista como un amigo informático.

## 7. Conclusiones y trabajos futuros

Las pruebas y resultados obtenidos nos permiten una buena aproximación al objetivo perseguido y

demostrar que la interacción niño-máquina a través de medios informáticos puede ser una buena herramienta en los procesos cognitivos aplicando principios constructivistas, pero si tenemos en cuenta que no todos los colegios tienen acceso a estos medios informáticos, una buena herramienta de apoyo es el mapa impreso siempre y cuando esté diseñado de forma específica para estos fines y se apliquen las técnicas adecuadas de diseño de interacción para obtener un producto con un buen nivel de usabilidad.

Queda por crear una nueva versión del prototipo de alta fidelidad del SIG, implementando la simbología del mapa del KingKolor, y volver a efectuar las pruebas de usabilidad, con nuevas tareas, para así poder refinar el presente estudio. Adicionalmente, implementar un agente y evaluar su aporte en los procesos constructivistas. Por otra parte, en el estudio se utilizó el mismo grupo de niños para las diferentes sesiones; el hecho de que ya hubiesen usado mapas a la hora de interactuar con el prototipo de alta fidelidad de un SIG, puede afectar la prueba de tal forma que no se pueda tratar esta incidencia; una solución hubiera sido dividir el grupo de veintidós niños en dos y distribuirlos en las diferentes sesiones, pero el colegio consideró esta situación discriminatoria, lo que llevó a descartar la idea.

La prueba se debería repetir, pero con un solo mapa diseñado especialmente para niños, rico en simbología, y con el mismo mapa en el SIG para poder analizar mejor las hipótesis planteadas, así

estadísticamente se haya demostrado que el SIG sí apoya los procesos constructivistas para adquirir conocimiento en georreferenciación y localización.

## Agradecimientos

Un especial agradecimiento al Colegio Jaime Quijano Caballero por su colaboración y valiosos aportes al presente estudio.

## Referencias

- [1] Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- [2] Basado en el Documento [www.ulsa.edu.mx/~estrategias/constructivismo\\_educacion.doc](http://www.ulsa.edu.mx/~estrategias/constructivismo_educacion.doc)
- [3] IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Ente Encargado de la Cartografía oficial del Distrito.
- [4] <http://www.ideam.gov.co/ninos2/index4.htm>
- [5] <http://www.unicef.org/teachers/researchers>
- [6] Tomada de: [http://www.unicef.org/teachers/researchers/graphics/fig11\\_full.gif](http://www.unicef.org/teachers/researchers/graphics/fig11_full.gif)
- [7] Mapa oficial a nivel Distrital, distribuido para fines educativos y cartográficos en la alcaldía local.
- [8] Mapa oficial a nivel Nacional, distribuido para fines generales por el IGAC, ente encargado de elaborar la cartografía oficial de Colombia.
- [9] KingKolor queda localizada en la Calle 98 # 10-32.

Material de apoyo

- David Arctur, Michael Zeiler. Designing Geodatabase (2005).
- Jeffrey Rubin, Handbook of Usability Testing, (1994).
- John Wiley & Dond, Inc. Interaction Design, (2002).
- Philippe Rigaux, Michael Scholl, Agnes Voisard. Spatial Databases with Application to GIS (2004).
- Susan Fowler. GUI Design HandBook, (1998).
- Walpole, Meyers y Meyers, Probabilidad y estadística para ingenieros; sexta Edición; (1998).
- <http://contexto-educativo.com.ar>
- <http://www.salvador.edu.ar/psic>
- [http://ceril.cl/P3\\_DDA](http://ceril.cl/P3_DDA)
- <http://www.llibriapedagogica.com/cursos/estrateg/cap3.html>
- <http://members.tripod.com/ve/investigacion/capitulo12.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/muestam/muestam.shtml>
- <http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap01.html>
- <http://www.estyeco.uma.es/materiales/E311.pdf>
- [www.ulsa.edu.mx/~estrategias/constructivismo\\_educacion.doc](http://www.ulsa.edu.mx/~estrategias/constructivismo_educacion.doc)

## JUAN EULISES BOHÓRQUEZ CARVAJAL

Ingeniero Catastral y Geodesta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Especialista SIG, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Magíster en Sistemas, Universidad de los Andes. Profesor de la Maestría en Ciencias de la Información Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

## ORLANDO RIAÑO MELO

Matemático, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en SIG y PR, Convenio IGAC-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Magíster en Geomática, Universidad Nacional de Colombia. Profesor tiempo completo en Ingeniería Forestal de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.