
ATLAS ESCOLARES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

SCHOOL ATLAS AND DIGITAL TECHNOLOGIES

ATLAS ESCOLARES E NOVAS TECNOLOGIAS

José Jesús Reyes Nuñez¹

RESUMEN: El presente artículo intenta dar una visión general de la influencia que han tenido en el desarrollo de los atlas escolares las nuevas tecnologías. Se hace énfasis en las opciones que brindan tres soluciones tecnológicas que han sido mayormente desarrolladas desde comienzos del siglo XXI: dispositivos móviles, servicios de mapas en la Web y realidad aumentada. El autor ofrece un análisis de los pros y contras de cada una de ellas, presentando también brevemente algunos ejemplos que ilustran las posibilidades implícitas en su uso durante la resolución de tareas diarias de aprendizaje dentro y fuera de las escuelas.

Palabras llaves: Atlas Escolares. Dispositivos móviles. Servicios de mapas. Realidad aumentada.

ABSTRACT: Current article tries to give an overview of the influence that new technologies have had on the development of school atlases. Emphasis is placed on the options provided by three technological solutions that have been most developed since the beginning of the 21st century: mobile devices, map services on the Web, and augmented reality. The author offers an analysis of the pros and cons of each of them, also briefly presenting some examples that illustrate the possibilities implicit in their use for solving daily learning tasks in and outside of schools.

Keywords: School Atlases. Mobile Devices. Map Services. Augmented reality.

RESUMO: Este artigo tenta dar uma visão geral da influência que as novas tecnologias tiveram no desenvolvimento dos atlas escolares. A ênfase é colocada nas opções proporcionadas por três soluções tecnológicas que tiveram um maior desenvolvimento desde o início do século XXI: dispositivos móveis, serviços de mapas na Web e realidade

¹ Professor Doutor do Instituto de Cartografia y Geoinformática, Universidad Eötvös Loránd, Budapest.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6080-8667>. E-mail: jesusreyes@ik.elte.hu.

Artigo recebido em março de 2021 e aceito para publicação em junho de 2021.

umentada. O autor oferece uma análise dos prós e contras de cada um delas, apresentando também, de forma resumida, alguns exemplos que ilustram as possibilidades implícitas em seu uso na solução de tarefas diárias de aprendizagem dentro e fora das escolas.

Palavras-chave: Atlas Escolares. Dispositivos Móveis. Serviços de Mapas. Realidade Aumentada.

INTRODUCCIÓN: ATLAS ESCOLARES DIGITALES Y LA APARICIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES

En los primeros años de la década de 1990 comenzaron a publicarse las entonces llamadas versiones electrónicas de los atlas analógicos, ó sea impresos en papel. Para ello fue necesario que se difundiera en el mercado un medio de almacenamiento con capacidad suficiente para grabar la cantidad de datos que utiliza un atlas: primero fue el disco compacto (CD) y más tarde el disco versátil digital (DVD). Las ventajas de estas versiones digitales de los atlas radicaban mayormente en dos opciones que se han mantenido como prioritarias hasta nuestros días: la complementación con materiales multimedia (imágenes, videos, ficheros de sonidos, etc) de la información representada en los mapas, así como la rapidez en el acceso a las versiones digitales de los mapas y en la búsqueda de datos.

A pesar de las ventajas que se pueden enumerar a favor de los atlas digitales, estos no pudieron sustituir los atlas analógicos. Desde finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI se hizo cada vez más popular la opción de acompañar los atlas impresos en papel (incluyendo también los escolares) primero con un CD y más tarde con un DVD que podía contener la versión electrónica del atlas ó materiales multimedia digitales que complementaban el contenido del atlas impreso. En los primeros años del siglo XXI comenzaron a ser sustituidos con los materiales multimedia almacenados en las nubes Web y que con el desarrollo de los dispositivos móviles (fundamentalmente teléfonos móviles inteligentes, *smartphones*) podían ser accedidos a través de un código QR (*Quick Response*). Incluso en el momento de escribir este artículo, esta es una de las soluciones que se utiliza para complementar el contenido impreso y no solo de atlas escolares, sino también de libros de textos (Figura 1).



Fuente: Balassa et al., 2020.

Figura 1. Ejemplos del uso de códigos QR en un atlas escolar húngaro.

Si actualmente visitamos la tienda web Google Play, podemos encontrar que por cada búsqueda según el tipo de aplicación o por una palabra llave, nos ofrece una selección inicial de las 250 aplicaciones más populares que se corresponden con nuestra búsqueda. Si escribimos la palabra *Atlas*, Google Play nos ofrece la selección de 250 aplicaciones tituladas con esa palabra, aunque entre ellas encontramos algunas que no están

relacionadas con la cartografía o geografía (por ejemplo, aplicaciones relacionadas con la ciencias médicas). Después de examinar algunas de las aplicaciones listadas, podemos reconocer que muchas de ellas son atlas que pueden funcionar incluso en modo *offline*, o sea sin conexión a Internet. Esto nos permite entrever que se tratan de adaptaciones a los dispositivos móviles que no aprovechan las ventajas que estos dispositivos ofrecen y que no están disponibles en las computadoras personales o *laptops*.

Si en el propio Google Play iniciamos una búsqueda usando el sustantivo inglés *school atlas*, escrito entre comillas para excluir cualquier otra combinación de búsqueda, el resultado es aún más sorprendente: solamente encuentra tres aplicaciones y entre ellas tan solo una es un atlas escolar, la versión en lengua odia u oriya del Atlas Escolar Oxford para el estado de Odisha en la India (resultado de búsqueda efectuada el 16 de febrero de 2021 en la página web <https://play.google.com/store/search?q=%22school%20atlas%22&c=apps>). Si la búsqueda es en español (atlas escolar), nos ofrece tan solo un resultado: la versión digital del libro titulado “Historia de la instrucción primaria en la República Argentina 1810-1910”, publicado en 1910 (resultado de búsqueda efectuada el 16 de febrero de 2021 en la página web https://play.google.com/store/books/details/Juan_Pedro_Ramos_Historia_de_la_instrucci%C3%B3n_primar?id=LAAtLAAAYAAJ).

Si escribimos las palabras *Map* o *Maps*, encontramos numerosas aplicaciones que utilizan los servicios basados en localización (*Location-Based Services*, LBS), pero que no han sido diseñadas para ser usadas en las actividades escolares, sino fundamentalmente para orientarse en diferentes situaciones. A pesar de no haber sido creadas para su uso en las escuelas, existen entre ellas algunas aplicaciones que sí podrían ser útiles en las tareas de enseñanza. Citaría solo un ejemplo que demuestra la versatilidad, dinámica e interactividad que proporciona el uso de soluciones propias de las tecnologías móviles: la *Avenza Maps Offline Mapping*, que a pesar de incluir el adjetivo *offline* en su nombre, permite al usuario posicionarse usando el GPS a tiempo real, orientarse con una brújula, medir distancias y marcar lugares en mapas, añadir fotos, comprar mapas digitales a grandes escalas para usar con la aplicación, por ejemplo durante una excursión, así como importar ficheros georeferenciados en formato PDF, GeoTIFF, KML y GPX (AVENZA, 2021). Esta aplicación demuestra que es posible combinar servicios LBS con servicios *offline* de tal manera, que las exigencias de los usuarios puedan ser correctamente satisfechas.

CÓMO PODRÍAN UTILIZARSE LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES EN LOS ATLAS ESCOLARES?

El uso cada vez más generalizado de los dispositivos móviles (*tablets* y *smartphones*) para poder visualizar aquellos materiales multimedia que complementan un atlas escolar analógico no constituye una respuesta real a la necesidad de modernizar estos atlas y adaptarlos a las tecnologías más recientes. Incluso tecnologías que comenzaron a utilizarse a comienzos de este siglo son aún ignoradas en la planificación y diseño de los atlas escolares digitales actuales.

Un ejemplo típico lo constituye la ausencia del uso de la tecnología más generalizada en la telefonía móvil: los ya mencionados servicios basados en localización (LBS). Estos servicios están disponibles en prácticamente todos los dispositivos móviles modernos comercializados desde el primer decenio del siglo XXI, presentando un desarrollo continuo y una popularización de proporciones gigantescas en los últimos 10 a 12 años, que queda

reflejada en las estadísticas relacionadas con el mercado móvil: si en el año 2007 el número de *smartphones* vendidos en todo el mundo era de 122 millones de unidades, en el 2019 llegó a alcanzar la cantidad de 1 524 millones y en septiembre de 2020 se estimaba que las ventas anuales aumentarían hasta 1 571 millones (O'DEA, 2020). Simultáneamente, el uso de los servicios web de mapas también se ha generalizado entre los usuarios, convirtiéndose su consulta en una actividad cotidiana. La primera aplicación Android de Google Maps hizo su aparición en los teléfonos móviles en el 2007 y ya en el año 2013 era la aplicación más usada a nivel mundial (RICHTER, 2013), manteniéndose desde entonces en los primeros lugares de preferencia. En el año 2018 el 77% de las personas propietarias de un *smartphone* usaban regularmente las llamadas aplicaciones de navegación y un 67% de ellas se orientaba con la ayuda de Google Maps (PANKO, 2018).

Estas estadísticas nos demuestran la popularidad del uso de los servicios de mapas (y en especial las aplicaciones Google) en la vida diaria. Se trata de una coyuntura que las entidades y/o empresas que se dedican a la producción de atlas escolares deberían haber aprovechado para popularizar aún más sus productos. Lamentablemente, eso no ha sucedido de forma tal que explote satisfactoriamente todas las opciones que nos ofrece la tecnología móvil en general y en particular lo que se define como cartografía móvil.

La definición de cartografía móvil debe ser considerada como una guía que nos introduce en el principio del funcionamiento de cualquier atlas diseñado exclusivamente para dispositivos móviles (REICHENBACHER, 2011): es aquella que trata de las teorías y tecnologías de la visualización cartográfica dinámica de los datos espaciales y su uso interactivo en dispositivos portátiles en cualquier momento y en cualquier lugar bajo la consideración especial del contexto actual y de las características de los usuarios.

Al leer esta definición encontramos conceptos desconocidos en el proceso de creación de un atlas analógico ó un atlas digital de finales del siglo XX: visualización cartográfica dinámica, contexto actual y características del usuario. Estos conceptos podrían (y deberían) ser elementos del proceso de creación de un atlas escolar móvil que además de cumplir con sus tareas educativas en un formato tradicional, fuera capaz también de (REYES NUÑEZ, 2013):

1. Posicionarse en espacio y tiempo (*positioning in space and time*): Cualquier dispositivo móvil dotado de tecnología GNSS (GPS) puede determinar la posición del alumno que lo usa. La localización geográfica es la premisa para poder recoger información del contexto actual.
2. Reconocer el contexto en que se encuentra el alumno (*context awareness*): Una aplicación puede identificar y recoger aquellas informaciones (datos) que se relacionan con el medio ambiente (contexto) actual. Estos datos pueden ser recogidos por los motores (*geo engines*) asociados a la aplicación y definidos por Reichenbacher (2011).
3. Hacer una representación adaptativa (*adaptive representation*) ó simplemente utilizar la información recogida: Representación dinámica y a tiempo real de los datos en una base cartográfica que puede ser propia de la aplicación o incluso proceder de un servicio de mapas en la Web. Esta representación cartográfica se conoce también como modelo cartográfico flexible (*flexible cartographic model*) propio de las aplicaciones de tipo LBS (SAFIZA, 2007). En el caso específico de un atlas escolar, los datos recogidos a tiempo real pueden ser utilizados con aquellos datos más generales de los que previamente dispone el atlas y que se encuentran organizados en bases de datos o tablas simples. Se pueden citar muchos ejemplos para la aplicación práctica y simultánea de los datos previamente almacenados y de los recogidos a tiempo real: uno de ellos pueden serlo

los datos meteorológicos actuales, que pueden ser comparados con datos meteorológicos históricos o de años previos, pero también se pueden mencionar otros tipos de datos temáticos como los económicos, históricos, culturales, sociales, etc.

Podemos preguntar si es preciso usar modelos cartográficos flexibles en los atlas escolares. La respuesta es negativa: no todos los mapas de un atlas escolar tienen que ser modelos cartográficos flexibles, porque no precisan de una actualización a tiempo real. Tal vez el ejemplo más típico pueda ser un mapa físico o político del mundo o del país donde se edita el atlas, ya que se tratan de mapas cuyo contenido no se modifica a menudo. Pero se puede considerar su uso en el caso de algunos mapas temáticos a mayor escala (por ejemplo de un país o de una región específica del país), utilizando los geo-motores previamente mencionados. Incluso sería posible convertir el atlas escolar en un material educativo mucho más integral, incluyendo además de los ya “tradicionales” materiales multimedia (fotos, videos, etc) ejercicios y juegos interactivos asociados al contenido representado en los mapas y conjugando datos previos con aquellos recogidos a tiempo real. Por ejemplo, podemos imaginar una clase de Geografía cuyo tema es el estudio del clima. El maestro puede pedir a los alumnos que “abran” el atlas escolar móvil en la “página” que incluye mapas temáticos estáticos (tradicionales) representando el clima en el mundo, por continentes, en el país, etc. Si el atlas incluye también una base de datos o tabla con las temperaturas medidas en un número determinado de ciudades importantes (a nivel mundial o solamente nacional) durante un determinado período de tiempo (que podrían ser, por ejemplo, los 50 años anteriores), entonces es posible establecer una comparación entre esos datos y los datos de temperatura actual que se han recolectado no solo de la ciudad donde el alumno se encuentra, sino también de otras ciudades del mismo país. La representación de esos datos puede ocurrir en un mapa dinámico (modelo cartográfico flexible), pero también gráficamente en un diagrama, o esos datos pueden ser utilizados en ejercicios (*geo-exercises*) al que los alumnos deben responder a través de su dispositivo móvil. De esta manera la actividad educativa se hace más dinámica, práctica y cobra más actualidad, lo que permite también que el alumno comprenda mejor los conceptos que el maestro enseña y se sienta más atraído hacia el tema estudiado. Desde un punto de vista tecnológico no se trata de una propuesta futurística, porque las opciones para su realización ya se encuentran a disposición e incluso ya son utilizadas sistemáticamente en otras aplicaciones didácticas desarrolladas para niños.

Lamentablemente las grandes firmas que se dedican a la publicación de mapas y atlas escolares no han mostrado interés real en adaptar los atlas escolares a la tecnología móvil. De manera aislada se han experimentado algunas soluciones, pero las aplicaciones así desarrolladas de atlas (ninguno de ellos de tipo escolar) no han tenido una presencia duradera en el mercado. No es nuestro objetivo analizar las causas que pueden haber motivado esta situación, aunque suponemos que sean principalmente de carácter financiero tanto en el caso de las compañías privadas (la comercialización de la versión móvil de un atlas escolar puede dejar menos ganancias que la de un atlas escolar impreso) como en el caso de las instituciones estatales (los gobiernos no muestran voluntad de invertir en este perfil muy específico de la educación).

ATLASES ESCOLARES Y LOS SERVICIOS DE MAPAS EN LA WEB

¿Qué otra opción podría escogerse para modernizar el contenido de los atlas escolares digitales y hacerlos más accesibles a los alumnos?

Una respuesta válida a esta pregunta es el estudio y aplicación de las posibilidades que brindan los servicios de mapas existentes en la Web para complementar y en caso necesario tratar de sustituir los atlas escolares analógicos. Cartógrafos y especialistas de ciencias afines a la cartografía acostumbran a señalar el año 2005 como una frontera imaginaria en el proceso que se conoce como “democratización o popularización del uso de mapas”. La aparición de Google Maps y Google Earth en el espectro Web marca la delimitación física de esa línea fronteriza: hasta ese momento el uso de los mapas se veía limitado por el hecho de que los futuros usuarios debían comprar un mapa para poder usarlo. Al aparecer estos servicios de mapas en la Web, el acceso a los mapas y a imágenes satelitales relativamente actualizadas se convirtió en una actividad prácticamente gratis para el público en general, que recibe este servicio incluido en el pago de su conexión a Internet. Esto causó que en el transcurso de unos pocos años, el uso fundamentalmente de los servicios Google se convirtiera en una actividad cotidiana, sustituyendo en la práctica el uso de los mapas de ciudades y turísticos impresos en papel. Google Maps y Google Earth convirtieron el uso de los mapas a través de los dispositivos móviles en lo que, sin exagerar, se puede considerar un fenómeno de masas, al ser su funcionamiento fácil de aprender y capaz de satisfacer casi todas las necesidades relacionadas con la orientación espacial de los usuarios “promedios”. En un período relativamente corto de tiempo otras firmas también crearían sus propios servicios de mapas (OpenStreetMap en 2006, Bing Maps en 2009 así como Apple Maps y HereWeGo en 2012), pero según las estadísticas, el protagonismo de Google se mantiene inalcanzable entre los usuarios de dispositivos móviles.

La presencia de estos servicios de mapas en las instituciones educacionales también ha ido creciendo con el paso de los años. Desde el año 2005 se han realizado numerosos proyectos de investigación en muchos países, que muestran cómo pueden ser usados estos servicios en las diferentes tareas educativas. Para ilustrar de manera simbólica la diversidad de ideas, presentamos brevemente cuatro proyectos de dos países distantes uno del otro: Brasil e Hungría. En Brasil se han desarrollado no pocas investigaciones relacionadas con este tema, citaré como ejemplos dos trabajos similares que pueden considerarse también pioneros. El primero es el proyecto titulado “Geotecnologías y recursos de multimedia en la enseñanza de la cartografía: percepción socioambiental del Rio Alcântara en el municipio São Gonçalo (Rio de Janeiro)”, una tesis de maestrado en la Universidad Estatal de Rio de Janeiro, en la cual se organizó una encuesta con la participación de alumnos de una escuela del barrio de São Gonçalo en la ciudad de Niterói sobre temas relacionados con el medio ambiente y también reunían datos históricos, sociales, turísticos, etc sobre lugares de interés en esa zona. Más tarde en las aulas se enseñó a los alumnos cómo representar estas informaciones en Google Earth (BARROS DE SOUSA, 2014). El segundo trabajo brasileño, también muy completo e interesante, es la tesis de maestrado de Ana Paula Mateucci Milena, escrita en el 2014 sobre el uso de Google Earth en las aulas y también como contribución a la versión digital del Atlas Municipal Escolar de Ourinhos. Se desarrollaron diferentes actividades con alumnos de 5^{to}, 6^{to} y 7^{mo} grados para ver cómo acogían el uso de una herramienta como Google Earth para responder a preguntas relacionadas con los temas estudiados por ellos en Geografía, quedando demostrado como las nuevas tecnologías pueden “ser aliadas de los atlas analógicos” y enfatizando que “un atlas digital no puede ser solamente un atlas analógico disponible en el medio digital” (MATEUCCI, 2014).

De Hungría citaré primeramente el proyecto “Museo de Globos Virtuales”, hecho en el Instituto de Cartografía y Geoinformática de la Universidad Eötvös Loránd (Figura

2). El resultado fue una página web que lleva el nombre del proyecto, cuyo contenido se desarrolla continuamente desde el año 2007. Actualmente en este museo online se pueden visualizar los modelos virtuales de 161 globos terráneos, estelares, lunares y de otros planetas, el más antiguo fue hecho en 1507. El museo permite el uso interactivo (ampliación, rotación, etc) de los globos digitalizados, que han sido visualizados en Google Earth (GEDE; UNGVÁRI; ZENTAI, 2013). La dirección de la versión en inglés del museo es: <http://terkeptar.elte.hu/vgm/?lang=en>

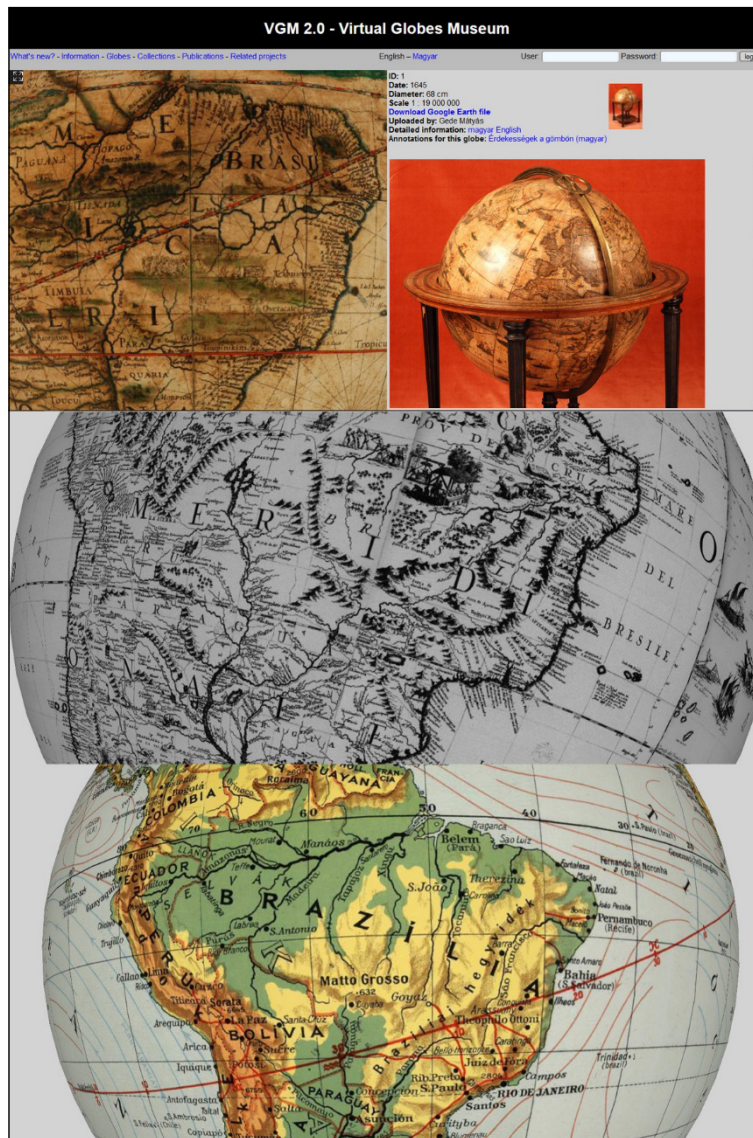
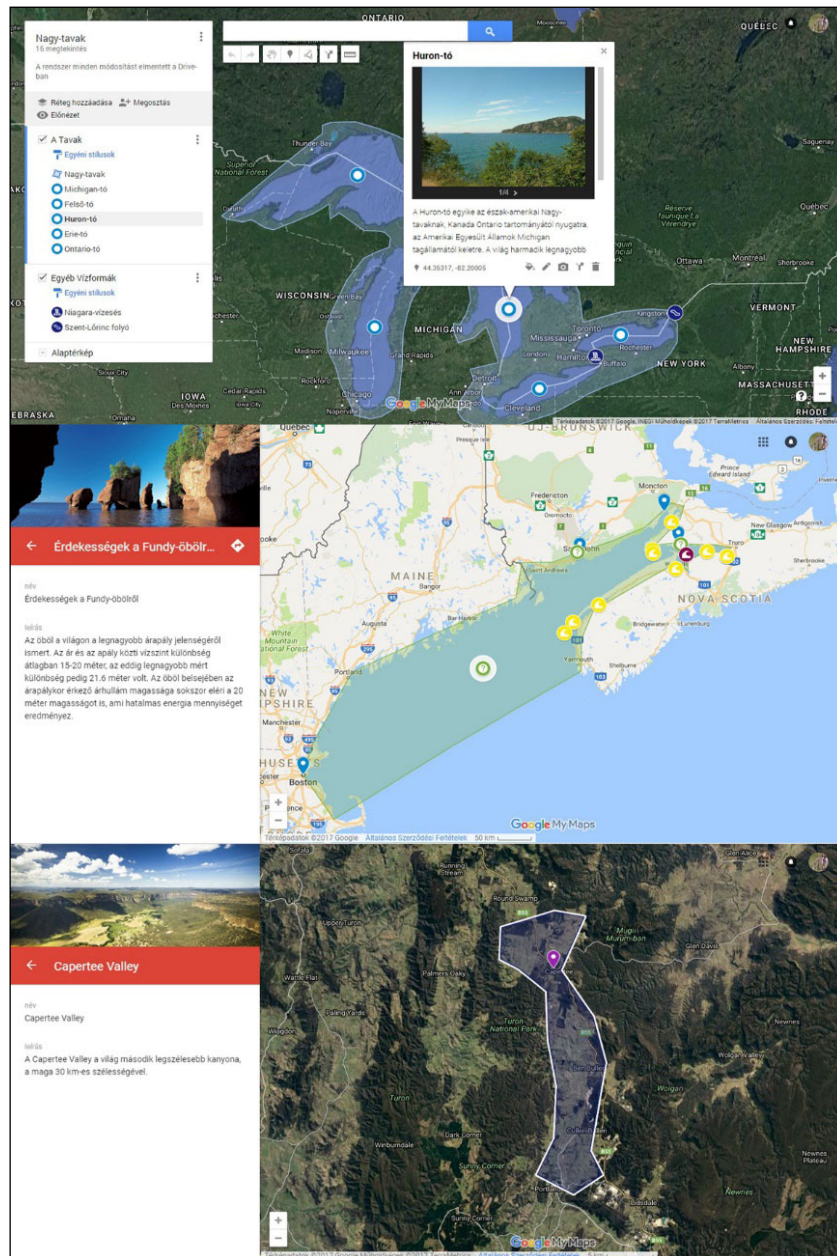


Figura 2. Tres de los 161 globos digitales que se pueden visualizar en el Museo de Globos Virtuales. De arriba a abajo: Globo terráqueo de Willem J. Blaeu (1645), globo de Coronelli (1700) y globo de Lajos Kókai (1942).

El segundo proyecto húngaro fue desarrollado en el año 2017 con alumnos de 9^{no} grado de una escuela secundaria de Budapest. El objetivo fundamental era comprobar cómo los alumnos aprendían a utilizar la aplicación Google My Maps para hacer sus propios mapas basados en temas que complementaban lo enseñado por su maestro en la

clase sobre la Geografía del Agua (REYES NUÑEZ; KISS, 2018). Se empleó un turno de clases (45 minutos) para enseñar el uso de la aplicación, mostrando a los alumnos cómo seleccionar símbolos acorde al tema seleccionado, cómo crear sus propias capas para organizar la información y los datos que deseaban añadir al mapa, además de cómo incluir diferentes materiales multimedia que ellos mismos buscaron a través de la Web, entre otras opciones. Posteriormente los alumnos se organizaron en parejas y se les dió como tarea extraescolar crear de manera independiente un mapa sobre el tema seleccionado por ellos. Se crearon un total de 13 mapas en el servicio Google Maps (Figura 3).



Fuente: Reyes Nuñez y Kiss, 2018.

Figura 3. Mapas de temas relacionados con la Geografía del Agua hechos con la aplicación Google My Maps por alumnos húngaros.

Los resultados obtenidos en estos proyectos corroboran aquellas estadísticas que reflejan la popularidad de los servicios ofrecidos por Google entre la población en general y también entre las nuevas generaciones que aún asisten a las escuelas secundarias. Esto significa que el posible uso de este servicio como soporte de un atlas escolar contribuiría a que el proceso de aprender a usarlo sería más rápido y sencillo porque los alumnos ya se sienten familiarizados con el uso diario de ese servicio. En el proyecto húngaro se decidió hacer una pequeña encuesta entre los participantes antes de la clase, para determinar cuáles servicios conocían y cómo los habían usado. Uno de los resultados obtenidos fue que el 100% de ellos ya conocía y había utilizado Google Maps en alguna actividad cotidiana, mientras que Google Earth era conocido por el 86% de los alumnos y solo un 25% afirmó que también conocía otros servicios de mapas en la Web (REYES NUÑEZ; KISS, 2018).

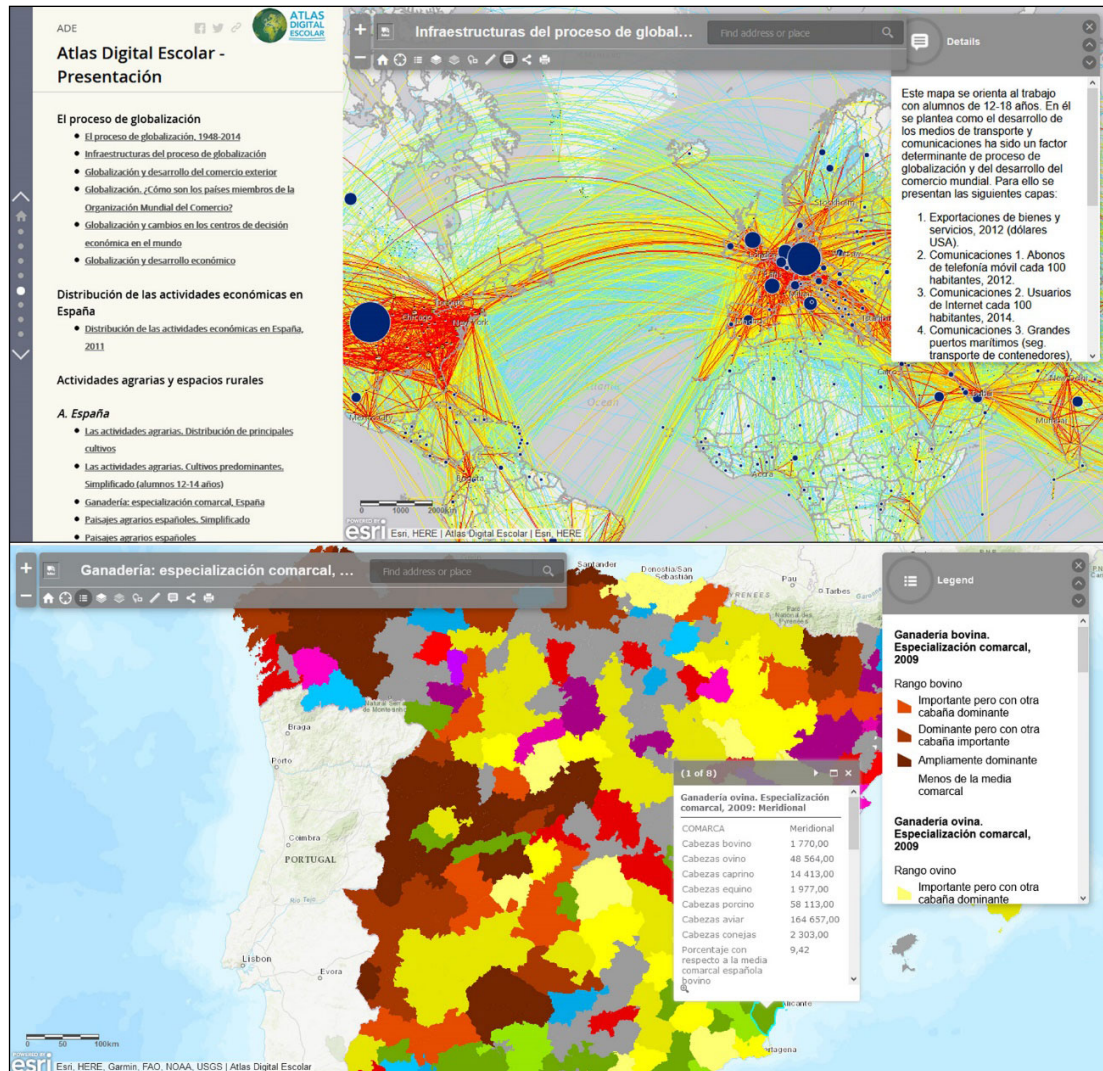
Aunque los resultados obtenidos sean positivos, debemos tener en cuenta ciertas limitantes que no pueden ser omitidas. Nuestra opinión como cartógrafo y profesor que trabaja tanto la cartografía escolar como la cartografía Web es que los servicios pueden (y deberían) ser utilizados en las aulas y fuera de ellas para complementar y enriquecer lo que el maestro enseña, pero al mismo tiempo no pueden (ni deben) sustituir totalmente los atlas escolares, ya sean analógicos o digitales. ¿Por qué afirmamos eso de manera tan radical? La respuesta podemos justificarla con un ejemplo específico: la edición de mapas temáticos. Aquellos que hemos tenido la oportunidad de estudiar cartografía temática aprendimos que los elementos que forman una base cartográfica para un mapa temático se determinan en dependencia del tema que se representa en ese mapa. Esta es una opción que actualmente los servicios de mapas no ofrecen, ya que el usuario no solo no tiene acceso a modificar el contenido de las capas (*layers*) que forman la base cartográfica de ese servicio, sino tampoco puede decidir cuáles capas desea utilizar en su mapa, ya que actualmente estos servicios solo ofrecen como opción seleccionar a través de un menú una de las bases cartográficas pre-diseñadas.

La complementación de los atlas escolares usando un servicio de mapas en la web es posible en muchas de las tareas que los atlas cumplen en las clases. Tal vez puede considerarse el ejemplo más tradicional presentar de manera interactiva cómo la visualización de un territorio determinado (preferiblemente partiendo del vecindario donde se encuentra la escuela del alumno) varía desde las grandes escalas a las más pequeñas. Un maestro puede utilizar cualquier servicio de mapas para sustituir de manera mucho más eficiente las soluciones gráficas que tradicionalmente encontramos en la introducción sobre conceptos relacionados con mapas de los atlas escolares analógicos (Figura 4). El maestro tampoco precisa limitarse a un servicio de mapas, sino puede también emplear otras soluciones propias de los dispositivos móviles, por ejemplo las aplicaciones que sustituyen o incluyen una brújula o compás para la orientación en el terreno. Muchas de esas aplicaciones son gratuitas y pueden ser usadas en excursiones para enseñar a los alumnos cómo aplicar en la vida real aquellos conocimientos teóricos sobre orientación que estudia en el aula.



Figura 4. Representación gráfica de la variación de la escala en un atlas escolar húngaro de 1923 y su versión actual usando Google Maps.

Existen otros servicios de mapas menos conocidos por el público en general que también pueden ser útiles en la cartografía escolar: se trata de aquellos servicios en la web que han sido desarrollados por firmas especializadas en sistemas SIG. El ejemplo más conocido es la página ArcGIS Online, una versión muy simplificada del sistema ArcGIS (<https://www.arcgis.com/index.html>). Este servicio puede ser usado gratuitamente por cualquier persona interesada en crear y visualizar sus propios mapas con la ayuda de soluciones multimedia y de manera online. Si no se desea crear un mapa, entonces se puede acceder al llamado Atlas Vivo del Mundo (*Living Atlas of the World*), que nos ofrece acceso gratuito a mapas de diferentes tipos creados y hechos públicos por otros usuarios del sistema. ArcGIS Online también introdujo el diseño interactivo de *story maps* para la creación de materiales multimedia interactivos. Colegas españoles utilizaron esta opción crear un atlas escolar online titulado “Atlas Digital Escolar: aprender Geografía en Educación Secundaria con ArcGIS Online” (Figura 5), a cuya estructura y presentación general se accede en la siguiente dirección: <http://atlas-escolar.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=77ae3efc94174a2fb216abda32b564f4> (MIGUEL GONZÁLEZ *et al.*, 2016).



Fuente: <http://atlas-escolar.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=77ae3efc94174a2fb216abda32b564f4>.

Figura 5. Ejemplos de mapas del Atlas Digital Escolar español.

¿TECNOLOGÍA FUTURÍSTICA EN EL PRESENTE? REALIDAD AUMENTADA EN LOS ATLAS ESCOLARES

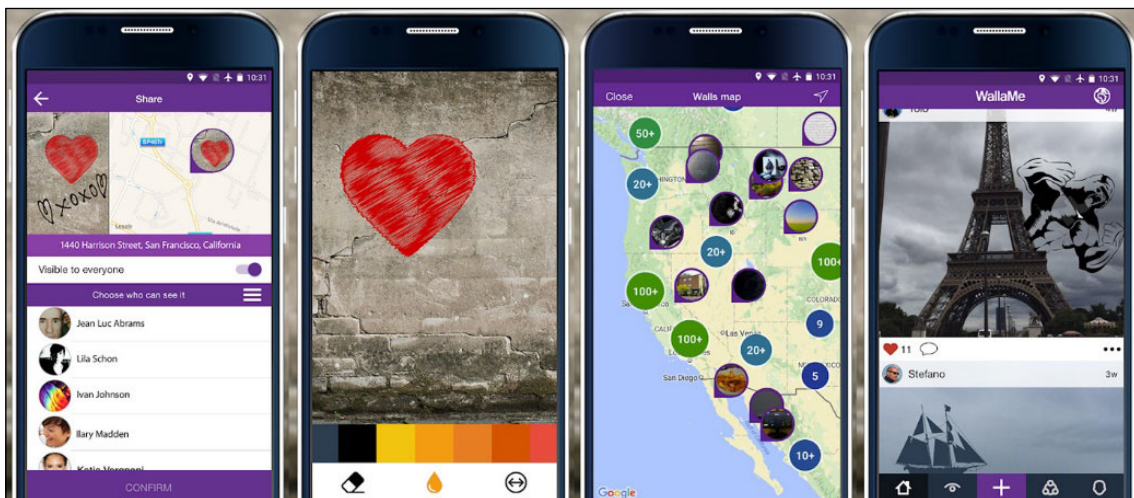
INTRODUCIENDO LA REALIDAD AUMENTADA EN LAS TAREAS EDUCATIVAS...

En el lejano año de 1968 el profesor e investigador informático Ivan Edward Sutherland (Estados Unidos) publicó un artículo titulado “Una pantalla tridimensional ajustada a la cabeza” que marcó el inicio de lo que hoy llamamos “era de la realidad aumentada”. Debido al limitado desarrollo computacional de aquella época, a través de las gafas con pantallas diseñadas por él tan solo era posible visualizar dibujos de líneas muy simplificadas a tiempo real (SUTHERLAND, 1968). Solamente a partir de finales del siglo XX se desarrollarían proyectos que ya incorporaban también la determinación de la posición actual usando tecnología GNSS (GPS) y deberían transcurrir 36 años desde

aquel intento inicial de Sutherland para que se presentaran los primeros resultados del uso de la realidad aumentada en dispositivos móviles similares a los que actualmente utilizamos (ARTH, GRUBER *et al.*, 2015).

La realidad aumentada cuenta con varias definiciones, una de ellas es la que Azuma nos ofrece en su artículo publicado en 1997, cuando la determina como una tecnología que combina el mundo real con objetos virtuales y así permite a sus usuarios interactuar con estos objetos. Milgram y Kishino (1994) consideran que la realidad aumentada es una mezcla del entorno real y la realidad virtual. Sin embargo, la realidad virtual puede definirse como lo que podemos llamar un “ambiente artificial”, del cual una persona puede sentirse miembro al mismo tiempo que pierde su contacto con el mundo real. Al contrario de la realidad virtual, la realidad aumentada tiene como objetivo complementar la visualización del mundo real con objetos y/o informaciones virtuales que son dinámicamente superpuestas y preferiblemente actualizadas a tiempo real, aunque esto no sea una condición indispensable para su funcionamiento y uso.

Ya a partir de 2010 se multiplican los resultados de las investigaciones cuyo objetivo principal era convertir la realidad aumentada en una herramienta cotidiana más de la tecnología móvil, para lo cual las grandes empresas transnacionales informáticas continúan haciendo inversiones considerables en proyectos de investigación. La aparición en el mercado de aplicaciones de realidad aumentada y virtual se ha acelerado notablemente en los últimos años. En el año 2020 estas aplicaciones están al alcance de todos los propietarios de teléfonos móviles inteligentes. Un solo ejemplo de la “cotidianeidad” de esas aplicaciones (y que incluso cuenta también con un detalle cartográfico) podría ser la aplicación WallaMe, que permite crear grafitis y mensajes virtuales en lugares públicos, que pueden ser vistos por aquellas personas que usan esa misma aplicación y forman parte de la red social WallaMe. Su funcionamiento es muy sencillo: el usuario se acerca a una pared, la fotografía, dibuja su grafiti virtual en la imagen y esta es automáticamente georeferenciada y ubicada en un mapa (Figura 6). Después solo precisa compartir el grafiti en la red WallaMe y cualquier miembro de la red puede visitar ese lugar y visualizarlo en su móvil (WALLAME Ltd., 2019).



Fuente: <http://walla.me/>

Figura 6. Pantallas de la aplicación WallaMe.

Pero la trascendencia de la realidad aumentada va más allá de las simples aplicaciones cotidianas y se convierte en un elemento vital en aplicaciones desarrolladas o que aún se están desarrollando en aquellas áreas científicas que también pueden tener su conexión con los mapas, desde las escalas más grandes hasta las más pequeñas. Actualmente se están llevando a cabo investigaciones en el campo de la tiflotecnología, ó sea en las soluciones que ayudan a las personas ciegas ó con discapacidad visual en su vida diaria. Un ejemplo de trabajo con espacios reducidos que son representados a gran escala lo ofrece el equipo transdisciplinario organizado en la Universidad Politécnica de Madrid, que incluye también a especialistas de la Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador. Este colectivo de científicos está trabajando en el proyecto eGLANCE, cuyo objetivo es crear un sistema de realidad virtual tiflointeractiva que permite a la persona invidente orientarse en una copia virtual del lugar donde se encuentra, dándole información multisensorial (combinación de voz, sonidos y vibraciones) sobre objetos, personas, etc que se encuentran en ese mismo espacio virtual (SERRANO; COBO; GUERRÓN, 2020).

Antes de tratar sobre las posibilidades de la realidad aumentada en la educación, debemos conocer que puede ser utilizada de cuatro maneras diferentes en una aplicación:

1. Basada en el reconocimiento: usa marcadores para identificar un lugar a través de un dispositivo móvil, generalmente un teléfono móvil inteligente (*smartphone*).
2. Basada en la superposición: una variante de la anterior, pero la identificación no ocurre con un marcador, sino identificando un objeto real y sustituyéndolo o complementándolo con su versión virtual aumentada.
3. Basada en la localización: ubicación y identificación del entorno donde se encuentra el usuario, lo que puede suceder con un teléfono móvil inteligente que cuenta con acelerómetro, brújula digital y ubicación GNSS (GPS).
4. Basada en la proyección: proyecta una imagen (interactiva o no interactiva) en elementos y espacios físicos del mundo real.

Así mismo, es preciso conocer cómo puede visualizarse la realidad aumentada, lo que sucede usando cuatro diferentes tipos de dispositivos: los dispositivos móviles (*tablets*, *smartphones*), las gafasAR (*smart glasses*), los lentes de contactoAR (*smart lenses*) y la pantalla de retina virtual VRD (*Virtual retinal display*). Naturalmente, si deseamos complementar un atlas escolar digital con la realidad aumentada la solución más recomendada es seleccionar los dispositivos más populares en la actualidad, ó sea las *tablets* y los teléfonos móviles.

REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN

Basándose en los estudios hechos por Saidin, Halim e Yahaya (2015), se puede afirmar que el uso de la realidad aumentada en la educación presenta tres ventajas principales determinadas en diferentes investigaciones desarrolladas entre los años 2008 y 2012:

1. Proporcionar a los maestros una herramienta capaz de fortalecer la comprensión de los estudiantes en el aula al complementar la información visual con anotaciones e ilustraciones virtuales.
2. Crear una experiencia de aprendizaje que está vinculada al aula formal, pero que los estudiantes pueden utilizar para aprender fuera del horario de clases y fuera de la escuela.
3. Admitir una interacción perfecta entre entornos reales y virtuales, permitiendo el uso de una interfaz tangible como una especie de metáfora para la manipulación simultánea de objetos reales e imaginarios.

Los investigadores turcos Saltan y Arslan (2016), no solo determinaron las ventajas, sino también las limitaciones que pueden obstaculizar el uso de la realidad aumentada en la educación. Después de analizar 23 proyectos, señalaron tres limitaciones fundamentales: técnicas (*software* y *hardware*), de diseño (necesidad de adaptarlo a la tarea educativa específica) y del pequeño tamaño de los ejemplos que se usan (también relacionado también con las limitaciones técnicas).

Debemos considerar que estamos en presencia de una tecnología que brinda opciones prácticamente inexplotadas en la educación formal: soluciones tecnológicas previas ofrecían la dinámica e interactividad en las aulas, pero la realidad aumentada es la primera que introduce también la versión virtual de las “modalidades sensoriales” ó sea de los sentidos del tacto, de la vista y del oído con la visualización de las informaciones complementarias del mundo real visualizado.

Durante la segunda década de este siglo (2010-2020) creció la cantidad de proyectos investigativos sobre el uso de la realidad aumentada en la educación, los cuales pueden dividirse en dos grupos: aquellos dirigidos a los primeros 12 años de educación (conocida en inglés como *K-12*) y los que tienen como objetivo la educación superior o universitaria (*higher education*). A nosotros nos interesan en primer lugar las experiencias obtenidas en el primer grupo, de las que citaremos dos ejemplos:

Dos investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia, Pérez-López y Contero (2013) examinaron la efectividad de estas soluciones en el estudio de temas biológicos (presentación virtual del sistema digestivo y circulatorio) por alumnos de 4^{to} grado. Los resultados obtenidos confirman que en los casos que utilizaron contenidos multimediales con realidad aumentada se mejoró la retención de los conocimientos estudiados en comparación con aquellos alumnos que estudiaron los mismos temas de forma tradicional.

También se experimenta el uso de realidad aumentada en la educación especial, por ejemplo con alumnos autistas de 8 y 9 años de edad. Investigadores taiwaneses demostraron la eficacia del uso de un mapa conceptual combinado con realidad aumentada para enseñar diferentes habilidades sociales, incluyendo aquellas “no verbales” como saludarse con gestos unos a los otros. Aunque no se trataba de un proyecto “cartográfico”, se debe señalar que se usó un modelo tridimensional simplificado de una ciudad en el que los avatares de los niños podían interactuar entre sí (LEE *et al.*, 2018).

Ejemplos como estos nos demuestran que la realidad aumentada se ha ido convirtiendo en una herramienta con la que se está experimentando en diferentes áreas de conocimiento de la educación formal y con diversos grupos de alumnos. Pero, ¿cómo podemos aplicar la realidad aumentada en la educación cartográfica? ¿Y cuáles nuevas posibilidades nos brinda para complementar el contenido de los atlas escolares actuales o sustituirlos con novedosas soluciones digitales?

REALIDAD AUMENTADA PARA LOS ATLAS ESCOLARES

Ya en el año 2001, Billinghamurst y sus colegas determinaron que un libro impreso resulta más atractivo si es “ilustrado” con imágenes tridimensionales superpuestas empleando la realidad aumentada (BILLINGHURST *et al.*, 2001), lo que puede considerarse una afirmación válida también para los atlas escolares complementados con esta tecnología. Sus colegas de la Universidad de Canterbury (Nueva Zelanda) continuaron desarrollando esa idea: en el año 2008 Raphaël Grasset, Andreas Dünser y el propio Mark Billinghamurst

trabajaron en la creación de los que ellos llamaron un “libro infantil ilustrado y visualmente aumentado” (*visually augmented illustrative childrens’ book*). Para ello utilizaron un libro para niños titulado “*The House that Jack Built*”, publicado en Nueva Zelanda y que relata de una manera muy gráfica la llegada de los primeros colonos europeos. Para los cartógrafos es interesante este prototipo porque entre otras gráficas también utilizaron mapas ilustrados como fondo ó base de la versión aumentada del libro (GRASSET *et al.*, 2008).

Debido a la ausencia casi total de atlas escolares diseñados específicamente para dispositivos móviles en el período comprendido entre 2010 y 2020, aquellos que trabajamos en la cartografía escolar debemos considerar seriamente las opciones que nos ofrece la realidad aumentada para complementar los atlas escolares analógicos. Aunque los proyectos directamente relacionados con los atlas escolares aún son pocos, algunas de las investigaciones que se realizan con mapas a escalas pequeñas están inspiradas y tienen una aplicación directa en estos atlas. Durante la XXIX Conferencia Cartográfica Internacional celebrada en Tokio, Japón en julio de 2019 un joven investigador búlgaro, Nikolai Yonov, presentó su tesis de maestrado que trataba sobre las posibilidades que la realidad aumentada ofrece para complementar el contenido de un atlas escolar impreso en papel con informaciones temáticas digitales (datos, imágenes, modelos tridimensionales, videos, sonidos, etc) que pueden ser almacenadas previamente o también recogidas y actualizadas a tiempo real (YONOV, 2019). Un detalle interesante de su trabajo es que propone usar software y aplicaciones que pueden funcionar simultáneamente en los sistemas Windows, Android e iOS y que no precisan de conocimientos profundos de programación.

Otro ejemplo de cómo la realidad aumentada puede estar presente en la cartografía escolar es la empresa startup Elsa 3D MAP, fundada en Budapest (Hungría) en 2019. Esta empresa se dedica a crear mapas tridimensionales complementados con la realidad aumentada, y que han sido diseñados tomando en cuenta los contenidos del Currículo Nacional y más específicamente de los libros de textos utilizados en las escuelas húngaras (ZSOLDI, 2020). Su página web (<https://elsa3dmap.com/>) tiene una sección dedicada especialmente a los mapas para la educación, donde se pueden encontrar algunos mapas físicos y temáticos que sirven de ejemplo del potencial aún por explotar y experimentar de estas novedosas soluciones, ofreciendo también aplicaciones para facilitar su uso (Figura 7).

El trabajo de Elsa 3D MAP no se limita a las actividades dentro del aula, sino tiene también como objetivo popularizar la realidad aumentada como una herramienta para ampliar los conocimientos de los alumnos y por eso ofrece también un mapa tridimensional de Budapest que muestra construcciones hechas bajo la superficie, ó se adentra en el mundo de la fantasía al ofrecer un mapa de la isla de Westeros, muy conocida por la serie “Juego de Tronos”.

Naturalmente, al aplicar la realidad aumentada en los atlas escolares o en general en la cartografía escolar, vamos a encontrar con ventajas y desventajas que ya se han experimentado en otros proyectos relacionados con las visualizaciones tridimensionales. Un ejemplo de las ventajas que ofrece lo encontramos en la representación del relieve de los mapas físicos, que al ser proyectado tridimensionalmente resulta más real y así más sencillo de identificar e interpretar por el alumno. Al mismo tiempo, esta ventaja implica también una desventaja: la visualización de la nomenclatura del mapa debe adaptarse a las nuevas condiciones, de manera que los nombres geográficos sean legibles desde cualquier ángulo en que se visualicen. Si trabajamos con mapas temáticos, aparte de las dificultades que podemos encontrar durante la selección de la base cartográfica, también nos encontraremos con que no todos los métodos de representación pueden ser adaptados exitosamente a este medio.



Fuente: página web Elsa 3D MAP.

Figura 7. Mapa físico, político y temático de Europa.

Veamos un ejemplo clásico: la comparación de barras o columnas en un diagrama. Mientras que en una representación bidimensional este tipo de diagrama es uno de los que más claramente visualiza las diferencias entre los datos representados, en un ambiente tridimensional la comparación de las barras 3D está condicionada por el punto de vista y

grado de inclinación desde el cual visualizamos el mapa, lo que provoca que no solo la lectura, sino también la comparación de datos sea más lenta y engorrosa, además de que puede ser también más inexacta. Debido a ello, al planificar cómo complementar (o crear) un atlas escolar con esta nueva tecnología, debemos considerar también el uso de aquellos métodos de representación que permitirán a los alumnos hacerse una idea general más rápida y sencilla de las diferencias entre los datos que han sido representados en un mapa, por ejemplo usando figuras geométricas tridimensionales de diferentes tamaños, que sin ofrecer un valor visual exacto, sí permite apreciar las diferencias con más facilidad. Además, considerando que los valores representados estarán almacenados en una base de datos (o por lo menos en una tabla), los valores exactos podrían ser visualizados en el mismo mapa o separadamente por el alumno en cualquier momento.

A pesar de estas dificultades, la realidad aumentada brinda métodos de visualización de la información que pueden hacer que los alumnos se identifiquen y sientan más cerca de su visión personal del mundo a diferentes niveles (medio ambiente inmediato, regional, nacional, etc) las tareas que reciben de los maestros en las escuelas, pudiendo contribuir eficazmente a su formación al mismo tiempo que puede satisfacer su sed natural por conocer y aplicar cotidianamente las nuevas tecnologías.

A MANERA DE CONCLUSIÓN...

En este artículo se ha intentado ofrecer una semblanza general de las soluciones adoptadas y los retos que han surgido al complementar los atlas escolares analógicos con las soluciones que ofrecen las nuevas tecnologías o al crear un atlas escolar digital. Considerando las vías de desarrollo de las nuevas tecnologías y la difusión y popularidad que en los últimos 10 a 15 años ha experimentado Internet a través de la Web, así como la aparición de los dispositivos móviles, se hizo énfasis en tres de las opciones que aprovechan sus ventajas. La primera de ellas es la creación de atlas escolares para dispositivos móviles capaces de explotar las posibilidades que ofrecen estos dispositivos. Desafortunadamente, las firmas cartográficas y entidades gubernamentales no han mostrado interés en aplicar los resultados de las investigaciones y sacar al mercado atlas concebidos específicamente para las tecnologías móviles. La segunda opción es utilizar los servicios de mapas en la Web conjuntamente con los atlas escolares, también complementándolos y enriqueciendo su contenido, o usándolos como soporte o base de un (nuevo?) atlas escolar, que es una posibilidad también factible a pesar de tener sus limitaciones. La tercera opción es adaptar los atlas escolares a la realidad aumentada o simplemente complementar el contenido de los atlas analógicos con esta tecnología. Tanto los servicios de mapas como la realidad aumentada son tecnologías que aún pueden continuar extendiéndose cualitativa- y cuantitativamente en las actividades educativas: por ello debemos confiar en que durante los próximos años sea capaz de convertirse en soluciones que puedan ser utilizada en las aulas y fuera de ellas con tanta o mayor efectividad, extendiéndose más allá de las posibilidades que actualmente brinda para beneficio de los atlas escolares.

REFERENCIAS

ARTH, C. *et al.* The history of mobile augmented reality: developments in mobile AR over the last almost 50 years. **Technical Report, ICG –TR-2015-001**: Inst. for Computer

- Graphics and Vision, Graz University of Technology, Austria, 2015.
- AVENZA SYSTEMS. Avenza maps offline mapping. **Google Play website**, 2020. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?hl=en&id=com.Avenza>. Acceso en: 16 feb. 2021.
- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. **Teleoperators and Virtual Environments**, Cambridge, MIT Press, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BALASSA, B. *et al.* **Földrajzi Atlasz középiskolásoknak**. 1ra edición. Oktatási Hivatal, Budapest, 2020.
- BARROS DE SOUSA, I. Geotecnologias e recursos de multimídia no ensino de cartografia: percepção socioambiental do Rio Alcântara no Município de São Gonçalo/RJ. **Tesis de grado**, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014.
- BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. The magic book: moving seamlessly between reality and virtuality. **IEEE Computers, Graphics and Applications**, New York, v. 21, n. 3, p. 2-4, 2001.
- FARHAH SAIDIN, N.; ABD HALIM, N. D.; YAHAYA, N. A review of research on augmented reality in education: advantages and applications. **International Education Studies**, Ontario, Canadian Center of Science and Education, v. 8, n. 13, 2015. Disponible en: <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>. Acceso en: 16 feb. 2021.
- GEDE, M.; UNGVÁRI, Z.; ZENTAI, L. Virtual globes museum 2.0: adding the power of community. *In: INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE*, 26., 2013, Dresden. **Proceedings** [...]. Dresden, 2013. 600 p.
- GRASSET, R.; DÜNSER, A.; BILLINGHURST, M. Edutainment with a mixed reality book: a visually augmented illustrative childrens' book. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTER ENTERTAINMENT TECHNOLOGY (ACE 2008)*. **Proceedings** [...]. 2008. p. 292-295. Disponible en: https://www.academia.edu/779674/Edutainment_with_a_Mixed_Reality_Book_A_visually_Augmented_Illustrative_Childrens_Book?auto=download. Acceso en: 16 feb. 2021.
- LEE, I.-J.; CHEN, C.-H.; WANG, C.; CHUNG, C.-H. Augmented reality plus concept map technique to teach children with ASD to use social cues when meeting and greeting. **Asia-Pacific Education Researcher**, Manila, v. 27, n. 3, p. 227-243, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0382-5>. Acceso en: 16 feb. 2021.
- MATEUCCIMILENA, A. P. **Google earth em sala de aula: contribuições da interatividade ao atlas municipal escolar de Ourinhos em versão digital**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ourinhos, 2014.
- MIGUEL GONZÁLEZ, R.; LÁZARO, M. L.; GIL, J.; BUZO, I.; MORENO, C. Atlas digital escolar: aprender Geografía con ArcGIS Online. **GeoAlicante 2015 - Libro de Actas**, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/GeoAlicante2015.68>. Acceso en: 16 feb. 2021.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE Transactions on Information Systems**, Japan, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994
- O'DEA, S. Global smartphone sales to end users 2007-2021. **Statista website**, 2020. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>. Acceso en: 5 feb. 2021.
- PANKO, R. The popularity of google maps: trends in navigation apps in 2018. **The Manifest website**, 2018. Disponible en: <https://themanifest.com/mobile-apps/popularity-google-maps-trends-navigation-apps-2018>. Acceso en: 5 feb. 2021.

PÉREZ-LÓPEZ, D.; CONTERO, M. Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: a case study on its impact on knowledge acquisition and retention. **TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology**, Turquía, v. 12, n. 4, p. 19-28, 2013.

REICHENBACHER, T. The world in your pocket: towards a mobile cartography. **Proceedings of ICC 2011**. July, 2011. Disponible en: http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2001/icc2001/file/f16005.pdf. Acceso en: 16 feb. 2021.

REYES NUÑEZ, J. J. Smartphone-based school atlas? **Cartographica**, Toronto: University of Toronto Press, v. 48, n. 2, p. 126-133, 2013.

REYES NUÑEZ, J. J.; KISS, J. Ideas y experiencias sobre el uso de servicios de mapas web en la educación. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 99, p. 86-101, 2018.

RICHTER, F. Google maps is the most-used smartphone app in the world. **Statista website**, 2013. Disponible en: <https://www.statista.com/chart/1345/top-10-smartphone-apps-in-q2-2013/>. Acceso en: 5 feb. 2021.

SAFIZA, S. B. K. B. Cartographic representation on small devices. **RGI 149 Report nr 2**. Delf University of Technology, 2007.

SALTAN, F.; ARSLAN, Ö. The use of augmented reality in formal education: a scoping review. **EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education**, London, v. 13, n. 2, p. 503—520, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a>. Acceso en: 5 feb. 2021.

SERRANO, J. J.; COBO, A.; GUERRÓN, N. E. Realidad virtual, un sexto sentido cuando la vista falla. **The Conversation website**, 2020. Disponible en: <https://theconversation.com/realidad-virtual-un-sexto-sentido-cuando-la-vista-falla-141060>. Acceso en: 7 feb. 2021.

SUTHERLAND, I. E. A head-mounted three dimensional display. **Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I, AFIPS '68 (Fall, part I)**, New York, Association for Computing Machinery, 1968. p. 757-764.

WALLAME LTD. WallaMe application. **WallaMe website**, 2019. Disponible en: <http://walla.me/>. Acceso en: 7 febr. 2021.

YONOV, N. School atlas with augmented reality. **Proc. Int. Cartogr. Assoc.**, v. 2, p. 150, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/ica-proc-2-150-2019>. Acceso en: 5 feb. 2021.

ZSOLDI, K. 3D interactive and AR maps: 3D maps for education website. **Elsa3dmap website**, 2020. Disponible en: <https://elsa3dmap.com/mobile-app/>. Acceso en: 27 ago. 2020.