

Geobrary®. Una aplicación móvil para el reconocimiento visual de minerales y fósiles

Geobrary®. A mobile application for the visual recognition of minerals and fossils

EDUARDO MAYORAL, JUAN CARLOS FERNÁNDEZ-CALIANI, ANA SANTOS Y ALEJANDRO CAMPINA

Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva (21071-Huelva, Spain). Email: mayoral@uhu.es, caliani@uhu.es, asantos@dgyu.uhu.es y alejandrocampina@gmail.com

Resumen Geobrary® es una aplicación desarrollada para teléfonos móviles y tabletas con sistema operativo Android o Apple iOS (iPhone, iPad), con el propósito de poner a disposición del alumnado de Geología y de cualquier persona interesada una herramienta tecnológica que facilite el reconocimiento de visu y la identificación de minerales y fósiles comunes, de forma rápida, sencilla y gratuita, tanto en el aula como en el campo. Esta herramienta estimula la observación, descripción y comparación de ejemplares en muestras de mano, y contribuye al aprendizaje constructivo pues el usuario toma decisiones mediante el uso de claves dicotómicas que permiten llegar a la identificación del ejemplar, incluso a nivel específico. Además, la aplicación contiene información mineralógica y paleontológica básica, galerías de imágenes, acceso a bases de datos multimedia y glosario de términos, entre otros recursos.

Palabras clave: Aplicación móvil educativa, aprendizaje móvil, aprendizaje constructivo, Mineralogía, Paleontología.

Abstract *Geobrary® is a free educational application for mobile devices (smartphones and tablets) running Android or Apple iOS (iPhone, iPad). It has been developed with the aim of helping undergraduate students in Geology and any other people interested to learn how identify common minerals and fossils by visual inspection, in a quick and easy way, both in the classroom and in the field. This tool provides training in the skills of observing, describing and comparing hand specimens, and may contribute to a constructivist-learning environment based on a hierarchical decision-maker process using dichotomous keys. The m-learning application also features basic information about Mineralogy and Paleontology, photo galleries, links to multimedia databases and glossary of terms, among other educational resources.*

Keywords: *Educational mobile application, mobile learning, constructivist learning, Mineralogy, Paleontology.*

INTRODUCCIÓN

El 96% de los ciudadanos españoles dispone de teléfono móvil y de ellos el 87% tiene un smartphone, según el informe *Digital in 2018* sobre la evolución de usuarios de internet, social media y móvil (<https://hootsuite.com/es/pages/digital-in-2018>). Además, casi 86 millones de usuarios se conectan a internet con su teléfono móvil, lo que supone el 85% de la población española. En general, los dispositivos móviles se usan más con fines de ocio o entretenimiento que educativos, y a menudo los sistemas formales de educación tienden a prohibir o descartar su uso en el aula por considerar que supo-

nen una distracción para el alumnado y un trastorno para el desarrollo de la clase. No obstante, esta concepción está cambiando en los últimos tiempos gracias al impulso de proyectos psicopedagógicos y propuestas educativas innovadoras que promueven la tecnología móvil como una herramienta eficaz para el aprendizaje activo de las ciencias (Zydney y Warner, 2016). En efecto, los teléfonos móviles y, más recientemente, las tabletas, son utilizados cada vez más por los estudiantes, acostumbrados a este tipo de tecnología, para acceder rápidamente a la información y aprender de una forma innovadora.

El uso de dispositivos móviles como recurso educativo (en inglés mobile learning o m-learning)

es una modalidad de enseñanza y aprendizaje emergente, que permite al alumnado y al profesorado la creación de nuevos ambientes de aprendizaje. El m-learning facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas y el desarrollo de destrezas y habilidades diversas (Brazuelo y Gallego, 2011). Algunas ventajas singulares que comporta el aprendizaje móvil son las siguientes (UNESCO, 2013): a) posibilidad de acceso en cualquier momento y lugar (aprendizaje ubicuo); b) proporciona a los estudiantes mayor flexibilidad para avanzar a su propio ritmo (aprendizaje autónomo o personalizado); y c) fomenta la motivación del alumnado.

En las últimas décadas se ha elaborado abundante material en soporte digital y se han desarrollado plataformas y aplicaciones informáticas, en idioma español, enfocadas al aprendizaje de la Geología en distintos ámbitos educativos (e.g. Pinto *et al.*, 1998; Jiménez-Millán y Velilla, 2004; Mayoral *et al.*, 2009; Fernández-Caliani *et al.*, 2012; Abad *et al.*, 2012), o bien a la difusión de colecciones científicas o diseminación de información sobre exposiciones y actividades educativas (e.g. Fernández-Caliani, 2012; Galán *et al.*, 2012). Sin embargo, el desarrollo de aplicaciones específicas para dispositivos móviles (apps) aún no está extendido en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias Geológicas, a pesar de las oportunidades de aprendizaje que pueden ofrecer tanto en el laboratorio como en el campo (Fernández-Lozano y Gutiérrez-Alonso, 2016). La mayoría de las apps disponibles tratan de enseñar elementos de nuestro patrimonio geológico mediante geo-itinerarios o rutas urbanas (e.g. Martínez-Rius y Tudela, 2015; Aulinas *et al.*, 2016). Por su ubicuidad, los dispositivos móviles pueden ser un gran aliado para incrementar el rendimiento de las prácticas de campo.

OBJETIVOS

En este trabajo se presenta una nueva app desarrollada en el marco de la XIX Convocatoria de Ayudas a la Innovación Docente y a la Investigación Educativa para la Mejora de la Docencia en la Universidad de Huelva, con el objetivo de integrar el m-learning en la labor docente del profesorado y proporcionar a los estudiantes y otros usuarios interesados (naturalistas, coleccionistas, aficionados, etc.) una herramienta que ayude al reconocimiento visual y la identificación de minerales y fósiles, mediante el uso de claves dicotómicas en un entorno virtual. Ahora bien, esta herramienta tecnológica no pretende suplantar el contacto físico de los estudiantes con los fósiles y minerales. Se trata, pues, de un recurso complementario que pretende incentivar el trabajo en las sesiones de prácticas, ya sea en el laboratorio o en el campo, incluso en contextos de aprendizaje no reglado.

PLAN METODOLÓGICO

Selección de muestras y elaboración de esquemas y guías didácticas

Las muestras de minerales y fósiles seleccionadas para esta aplicación, con el objetivo de llegar a

su identificación, proceden de las colecciones que se utilizan habitualmente en las sesiones de prácticas, junto con otras piezas expuestas en los museos virtuales de Mineralogía (www.uhu.es/museovirtualdemineralogia) y de Paleontología (www.uhu.es/museovirtualpaleontologia) de la Universidad de Huelva. De este modo, la app también se concibe como una opción ideal para poner en valor y proyectar el patrimonio geológico universitario.

Si bien es posible migrar a la tecnología móvil los materiales docentes tradicionales que se usan en las prácticas de reconocimiento de minerales y fósiles, incluidos los digitales, en este caso hubo que simplificar la presentación y los contenidos digitales para adaptarlos a estos dispositivos con pantallas pequeñas y opciones limitadas de incorporación de datos. Por esta razón, se generaron tablas y esquemas útiles para el usuario, así como menús contextuales de fácil manejo con datos básicos pero relevantes. Al objeto de simplificar las tablas, se ha diseñado un sistema de pasos donde el usuario tiene la información anterior y siguiente que necesita. Esta tarea fue reelaborada en varias ocasiones hasta encontrar la forma más didáctica e intuitiva de mostrar la información al usuario.

Las secciones de tablas dicotómicas se implementaron de forma parametrizada, de modo que cada tabla dicotómica se alimenta con una estructura de datos definida. Esto permite crear unas tablas rápidamente y poder añadir o quitar opciones sin implementar nuevo código o crear nuevas pantallas, sólo modificando la fuente de datos.

Digitalización y optimización de imágenes

Los ejemplares de minerales y fósiles seleccionados se digitalizaron con un tamaño de archivo adecuado para su almacenamiento en la app, y se editaron de una forma conveniente para ofrecer una imagen atractiva y un acceso ágil en los dispositivos móviles. Las reducidas dimensiones de las pantallas de los dispositivos móviles y los peculiares métodos de introducir información suelen considerarse una desventaja para su empleo en la docencia. Para evitar este inconveniente la funcionalidad de visualización de imágenes a pantalla completa fue rediseñada varias veces hasta encontrar la solución actual, que consideramos más versátil y adecuada. Así, todas las imágenes presentadas en las secciones de la app pueden visualizarse a pantalla completa. En este modo de visualización el usuario puede centrarse en la imagen y utilizar la funcionalidad de zoom para acercarse o alejar detalles.

Otro punto importante fue la optimización de las imágenes con el objetivo de ajustar los parámetros de visualización a su tamaño mínimo, sin alterar la calidad de las mismas. Este tratamiento digital se ha llevado a cabo con la idea principal de disminuir el peso de la app y ocupar la menor memoria posible en los dispositivos portátiles. Este proceso ha radicado en una disminución del peso de las imágenes (todas en formato jpg) entre un 70-75% en la mayoría de los casos.

Desarrollo informático

El desarrollo informático se ha basado en el uso de la plataforma Ionic (<http://ionicframework.com>),

dado que la app está enfocada principalmente a la presentación de textos e imágenes. Ionic es una herramienta, gratuita y en código abierto (*open source*), para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas basadas en tecnologías web como HTML5, CSS y JS. Se apoya en AngularJS (<https://angularjs.org>), un framework de JavaScript mantenido por Google para desarrollo de páginas web, y se ejecuta por encima de Apache Cordova (<https://cordova.apache.org>) y PhoneGap (<https://phonegap.com>), entornos tecnológicos de desarrollo de aplicaciones móviles híbridas.

El desarrollo híbrido permite contar con algunas ventajas de las aplicaciones nativas y con la agilidad de las tecnologías del desarrollo web, así como abarcar otras plataformas reutilizando la mayoría del código implementado de una forma mucho más sencilla. Las necesidades y características de Geobrary® encajaban con las funcionalidades y recursos que ofrece este conjunto de tecnologías, caracterizadas por su estabilidad, popularidad y por tener detrás grandes compañías (Google, Adobe) y comunidades de usuarios y desarrolladores muy activas.

ESTRUCTURACIÓN DE LOS CONTENIDOS DIGITALES Y FUNCIONAMIENTO

Los contenidos digitales de la app se han organizado mediante una estructura hipertextual que permite reunir y consultar textos e imágenes con un alto grado de interactividad. El contenido y la estructura de la aplicación (secciones, menús, etc.) se definen en un archivo de texto plano. A la hora de configurar la información, se ha apostado por la sencillez, procurando un acceso intuitivo, organizado y sistemático a los contenidos digitales, con la inclusión de imágenes y textos hipervinculados a bases de datos multimedia. Se ha estudiado y desarrollado el diseño de su interfaz, la ordenación de los menús contextuales y la facilidad para controlar ciertas funciones del móvil mediante gestos sencillos de nuestras manos o dedos con la idea de elaborar una aplicación en la que su uso se realice de la manera más fácil, rápida e intuitiva.

Se han diseñado claves dicotómicas que facilitan la identificación de unas 70 especies y variedades de minerales relativamente comunes (Fig. 1), así como el reconocimiento de los principales grupos de invertebrados (11 grandes grupos o clases), vertebrados (15 filos) y plantas fósiles (6 grandes grupos).

En el caso de los minerales, la construcción de la clave se ha basado en los siguientes principios: 1) descripción detallada de cada ejemplar; 2) elección de un criterio de clasificación, es decir de una propiedad física o química que sea útil, precisa y permanente; y 3) expresión de los resultados mediante una ordenación di- o tri-cotómica sencilla, que permite llegar fácilmente a la identificación del mineral. Finalmente se muestra una imagen representativa del mineral resultante de la búsqueda guiada, correspondiente a una de las muestras digitalizadas y vinculada a una base de datos multimedia (www.webmineral.com). Para

BRILLO METÁLICO O SUBMETÁLICO		Pardos		
	Huella parda	Pentamita		
	Huella negra	Goethita		
	Huella negra	Piroclita		
Negros	Huella negra	Hábito fibroso o acicular	Pirolusita	
		Muy pesado	Wolframita	
		Magnético	Magnetita	
		Tacto suave Tizna el papel	Grafito	
	Huella parda	Granular	Cromita	
	Huella blanca	Elevado peso específico	Castierita	
Grisés	Huella negra o gris oscura	Se raya con la uña	Cristales laminares	Molibdenita
		Se raya con una navaja	Cristales cúbicos	Galena
			Cristales tetraédricos	Tetraedrita
			Cristales tabulares	Calcosina
		No se raya	Caras prismáticos estríados	Arsenopirita
			Cristales pseudocúbicos	Cobaltina
	Huella gris	Cristales prismáticos alargados	Antimonita	
	Huella roja	Cristales tabulares	Hematites	
Amarillos o dorados	Huella amarilla	Muy pesado	Oro	
	Huella negra verdosa	Se raya con una navaja	Calcopirita	
		No se raya	Cristales cúbicos	Pirita
		Cristales tabulares	Marcasita	
Castaños o anaranjados	Huella roja	Cobre (F)		
	Huella pardo-rojiza	Rutilo		
Azules	Huella gris o	Covelina		

Fig. 1. Tabla dicotómica elaborada para la identificación de los minerales (vista parcial).



Fig. 2. Pantalla de inicio de la aplicación móvil Geobrary.



Fig. 3. (Arriba) Aspecto parcial de la guía de propiedades determinativas que se usan para el reconocimiento visual de los minerales y de un esquema didáctico ilustrativo del proceso de fosilización.

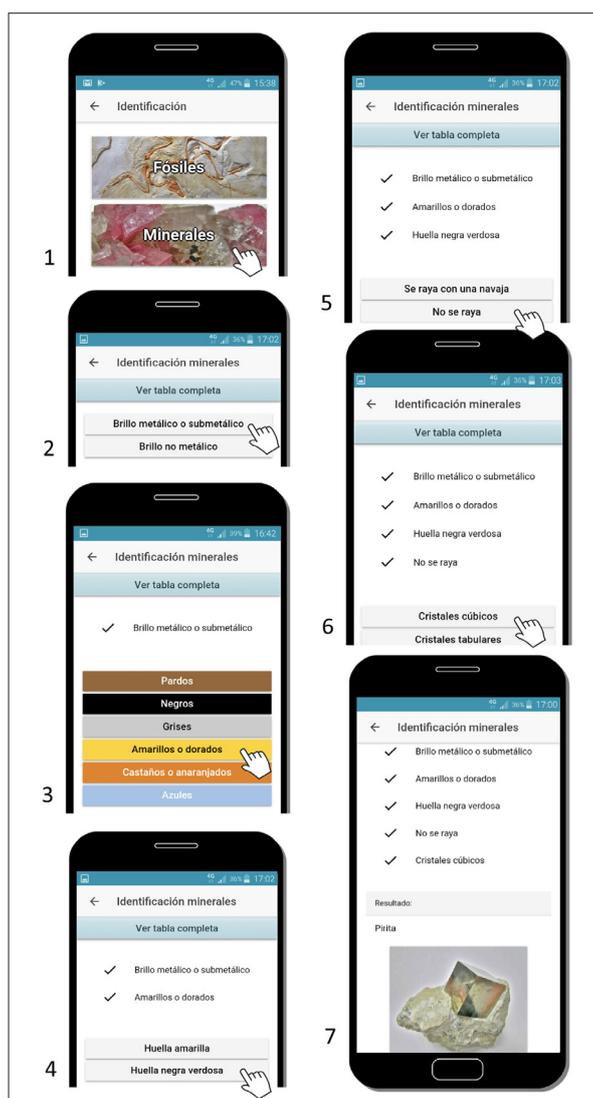


Fig. 4. (Derecha) Secuencia de pasos a seguir para identificar un mineral, en este caso la pirita.

facilitar el uso de las claves de identificación mineralógica se presenta una guía con las propiedades determinativas de los minerales más comunes, con abundantes fotografías y una breve descripción de las propiedades más diagnósticas en muestras de mano.

En el caso de los fósiles, la búsqueda también se realiza de forma guiada mediante el uso de una clave dicotómica basada en criterios morfológicos (tamaño, composición de la concha o esqueleto y simetría) hasta llegar a un campo donde figura una ficha que describe las características generales del Filo, Clase u Orden, con los rasgos morfológicos más notables ilustrados con imágenes o esquemas alusivos a dichas descripciones. También se encuentra un enlace a la galería fotográfica del Museo Virtual de Paleontología de la Universidad.

La app genera pantallas y secciones de forma dinámica según una configuración dada. En la página de inicio o menú principal se muestra un listado de botones que dan acceso a diferentes secciones o apartados (Fig. 2).

La primera sección se denomina ÁREAS TEMÁTICAS, y está subdividida a su vez en MINERALOGÍA y PALEONTOLOGÍA, donde se ofrece una información general sobre los tipos de minerales y de fósiles, así como sus yacimientos y procesos de mineralización y fosilización, entre otros conceptos básicos.

En el segundo apartado, denominado GUÍAS, el usuario puede encontrar la guía o documento orientativo para el reconocimiento visual de minerales a partir de sus propiedades determinativas (Fig. 3). Así mismo se incluye una guía para la elaboración de columnas estratigráficas.

La tercera sección, denominada IDENTIFICACIÓN DE FÓSILES Y MINERALES, permite en clave dicotómica el reconocimiento de los diferentes grupos de fósiles o minerales. El procedimiento es muy sencillo. En el caso de los minerales, una vez dentro de la sección, el usuario debe pulsar el botón MINERALES (Fig. 4) y, en primer lugar, deberá determinar el tipo de brillo. En caso de presentar un brillo metálico o submetálico, deberá fijarse en el color del mineral y en el color de la huella. Con estas propiedades dependientes de la luz es posible determinar algunos minerales metálicos, pero a menudo será necesario seguir determinando más propiedades en pantallas sucesivas. Si se trata de un mineral con brillo no metálico, se determinará el color y seguidamente la morfología o hábito cristalino. La app podría continuar solicitando información sobre otras propiedades hasta ofrecer al resultado final.

Si se pretende identificar un fósil, el usuario deberá pulsar el botón FÓSILES y a continuación elegir entre Invertebrados (de tamaño inferior o superior a 1 cm), Vertebrados o Restos Vegetales. Una vez dentro hay que ir seleccionando dentro de cada botón las opciones que aparezcan en función del tipo de fósil, ya sea por la presencia de estructuras internas, forma de presentación (aislados o coloniales), composición de la concha, articulación o no de partes, forma macroscópica, etc.

En el último apartado, denominado HERRAMIENTAS, se pone a disposición del usuario un glosario de términos, y otros recursos de interés geológico.

DISPONIBILIDAD, MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN

Geobrary® es una app abierta y flexible, que próximamente estará disponible de forma gratuita en los *markets* de aplicaciones móviles de las principales plataformas (Android y Apple iOS), tales como Google Play, App Store, y otros alternativos.

Actualmente la app se encuentra en una fase inicial de desarrollo por lo que está previsto realizar tareas de mantenimiento continuo y de mejora. La idea se proyecta hacia el futuro con la intención de ampliar sus contenidos digitales incluyendo otros materiales geológicos, como las rocas.

Es importante verificar que realmente esta experiencia m-learning es positiva y aportará ventajas sobre otras modalidades de aprendizaje. Por ello se contempla la posibilidad de que los usuarios de Geobrary® puedan hacer una evaluación de diversos aspectos, tales como acceso y funcionalidad, diseño y contenidos digitales, grado de interactividad, entre otros, mediante la realización de un formulario. Además, se analizarán algunos indicadores que ofrecen las herramientas disponibles en Google Academics, como el número de visitas, la localización geográfica del usuario o el tiempo de consulta de cada visita.

AGRADECIMIENTOS

La aplicación móvil Geobrary® se ha creado en el marco de un proyecto financiado por el Vicerrectorado de Calidad y Planificación Estratégica de la Universidad de Huelva, dentro de la XIX Convocatoria de Ayudas a la Innovación Docente y a la Investigación Educativa para la Mejora de la Docencia (2017/18). Agradecemos a Borja Campina el apoyo técnico prestado en el desarrollo informático de la aplicación, y a Antonio Romero la revisión del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Abad, M.I., Reolid, M. y Molina, J.M. (2012). Guía didáctica en soporte digital (CD) para la identificación de minerales, rocas y fósiles de la provincia de Jaén. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, Universidad de Huelva, 367-374.

Aulinas, M., Cabrera, Ll., Alías, G., Becerra, M., Casadellà, J., Clotet, R., Delclòs, X., Fernández-Turiel, J.L., Geyer, A., Tarragó, M. y Travé, A. (2016). BCN Rocks: aprendiendo

geología urbana a través de una aplicación App interactiva. *GeoTemas*, 16 (1), 717-720.

Brazuelo, F. y Gallego, D.J. (2011) *Mobile learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo*. Editorial MAD, S.L., 189 pp.

Fernández-Caliani, J.C. (2012). Revalorización didáctica y patrimonial de la colección de minerales de la Universidad de Huelva. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, Universidad de Huelva, 289-294.

Fernández-Caliani, J.C., De la Rosa, J.D., Requena, A., Casalvázquez, M.A. y Galán, E. (2012). Potenciación del aprendizaje de la Mineralogía en un entorno didáctico virtual. *Actas del I Congreso Internacional de Innovación Docente Universitaria en Historia Natural*, Universidad de Sevilla, 43-49.

Fernández-Lozano, J. y Gutiérrez-Alonso, G. (2016). Aula 3.0: Una nueva forma de aprender geología. El uso de las apps Trnio® y Skechfab® para construir modelos 3D con el móvil. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24 (2), 163-168.

Galán, E., Lozano, O., Cota, A., Aparicio, P., Romero, A. y Miras, A. (2012). Uso de tecnologías móviles para la difusión y conocimiento de colecciones científicas. Aplicación en el Museo de Geología de la Universidad de Sevilla. *Actas del I Congreso Internacional de Innovación Docente Universitaria en Historia Natural*, Universidad de Sevilla, 392-399.

Jiménez-Millán, J. y Vellilla, N. (2004). "Óptica Mineral": una aplicación informática para la caracterización e identificación de minerales en el microscopio petrográfico. *Macla*, 2, 53-54.

Martínez-Rius, A. y Tudela, M. (2015). Aplicaciones para móviles, un valor añadido a las guías de divulgación de la geología. *Cuadernos del Museo Geominero*, 18, 287-292.

Mayoral, E., Santos, A., Silva, C.M. y Cachao, M. (2009). "Satellite Geology" (Geología por Satélite-GPS): Autonomous field geological and palaeontological learning activities in Huelva (Southern Spain). *Edulearn'09 International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona, 1396-1407.

Pinto, V., Cisteró, X.F. y Ponsatí, A.C. (1998). Utilización de diferentes herramientas software para la enseñanza de la Geología Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6 (3), 264-269.

UNESCO (2013). *UNESCO policy guidelines for mobile learning*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 42 pp.

Zydney, J.M. y Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1-17. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 31 de mayo y aceptado definitivamente para su publicación el 4 de septiembre de 2018