

Realidad aumentada para el aprendizaje y la divulgación de la geología y la topografía
(AR SandBox)

ID2022/241

MIEMBROS DEL EQUIPO

- Yolanda Sánchez Sánchez (IP)
- Javier Elez Villar
- Pablo G. Silva Barroso
- Juan Gómez Barreiro
- Mariano Yenes Ortega
- Antonio M. Martínez Graña
- Santos Barrios Sánchez
- Inmaculada Palomeras Torres

MEMORIA DEL PROYECTO (ID2022/241)

1 RESUMEN

Se ha construido e implementado un proyecto tipo AR Sandbox enfocado al estudio de las ciencias de la Tierra para distintos grados y masters de la USAL. Este tipo de proyectos permite caracterizar en tiempo real las interrelaciones entre topografía y la geología y geomorfología del terreno, algo siempre complejo de hacer visualizar en tres dimensiones a los alumnos. Esta metodología de trabajo fue desarrollada hace unos años por la colaboración de varios centros de investigación norteamericanos, <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/> y ahora se utiliza en gran parte de los museos de ciencia modernos y en muchas universidades a lo largo de todo el planeta. El proyecto es complejo desde el punto de vista de implementación de software y hardware, en concreto esto último ha ralentizado el desarrollo desde el calendario de ejecución inicial.

Tanto alumnado como profesorado ha participado activamente en el proyecto con un grado alto de satisfacción y en general el profesorado involucrado está muy predispuesto a su uso y desarrollo futuro mediante nuevas metodologías bajo AR SandBox. Es la primera vez que la realidad aumentada se ha usado como herramienta didáctica e interactiva en las aulas de geología de la USAL y a día de hoy se perfila su uso futuro en asignaturas a lo largo de todo el grado de Geología e Ingeniería Geológica y de gran parte de las asignaturas de primeros cursos de Ciencias Ambientales, Ingenierías (Civil, Agrícolas), etc.

2 INTRODUCCIÓN

En la docencia de Ciencias de la Tierra siempre ha resultado difícil poder observar y estudiar *in situ* todas las características topográficas, geológicas y geomorfológicas del terreno y sus dinámicas, algo que llevado al plano de la docencia también es complejo para los alumnos que se inician en esta disciplina. Por esto y aprovechando las capacidades del mundo de las TIC, surge por la necesidad y la oportunidad de facilitarle a los alumnos a través de realidad aumentada todos estos distintos aspectos de las Ciencias de la Tierra.

El proyecto de la AR Sandbox es un elemento novedoso desde el punto de vista de la didáctica, con el se ha pretendido eliminar las serias dificultades del alumnado a la hora de interpretar en tres dimensiones las relaciones entre la topografía y la geología y geomorfología del terreno. El proyecto se estructura de forma básica en una capa de información cartográfica digital que se representa sobre una capa de arena de aproximadamente 15 cm de espesor. El sensor Kinect a partir de la emisión de una luz infrarroja, escanea la superficie de la arena. La luz es reflejada sobre la arena y registrada por la cámara, que también posee el sensor Kinect sensible en esa longitud de onda, la intensidad con la que se registra ese reflejo da la información de distancia y profundidad a la que se encuentra la capa de arena. Mediante el PC con software Linux se procesan estos datos y generan un Modelo Digital del Terreno (MDT) en tiempo real y se le atribuye una gama de colores dependiendo de la elevación de la arena. Estos rangos de colores a través del proyector son representados instantáneamente sobre la arena, lo que permite una interacción virtual con el terreno. Además de detectar el relieve y sus modificaciones, también detecta los objetos a una distancia menor que la capa de arena (por ejemplo una mano) y esto lo interpreta como si existiera una nube que causa precipitaciones, por lo que modeliza la lluvia, simulando sobre la arena avenidas e inundaciones, esta es una herramienta muy adecuada para explicar las redes de drenaje, niveles de base, erosión y sedimentación, haciendo de esta herramienta una ayuda notable para explicar los riesgos de inundación.

Esta metodología de divulgación fue desarrollada hace unos años por la colaboración de varios centros de investigación norteamericanos, ellos fueron los pioneros en el desarrollo del software (<https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>). Posteriormente diferentes universidades (uniovi, UAB) y centros de investigación (IGN)(Figura 1) de nuestro país han ido implementando este equipamiento en sus docencias.

A través de la convocatoria de Proyectos de Innovación Docente 2022/2023, de la Universidad de Salamanca, se vio la oportunidad de implementar este recurso docente en la impartición en las clases prácticas de los másteres de Ciencias de la tierra, Ciencias ambientales y en los grados de Geología e Ingeniería geológica, Ciencias Ambientales y Biología de la universidad de Salamanca así como su implementación en representaciones importantes para explicar procesos en investigación actualmente y fomentar la divulgación de las Ciencias de la Tierra en los ciclos educativos preuniversitarios a través de profesores y alumnos de Bachillerato y primaria.

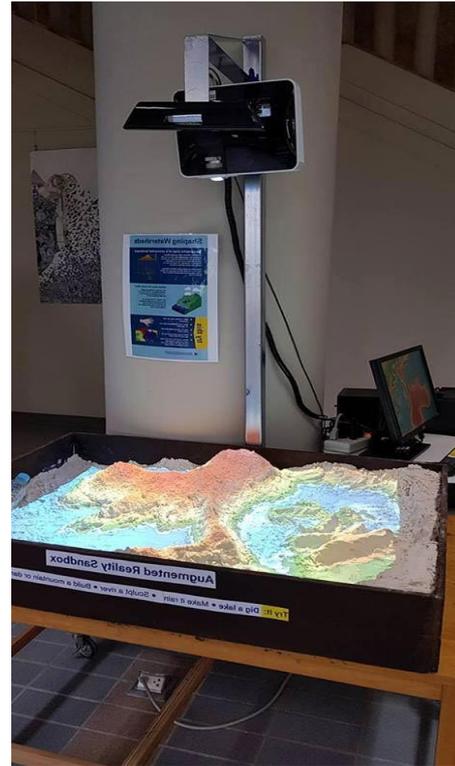
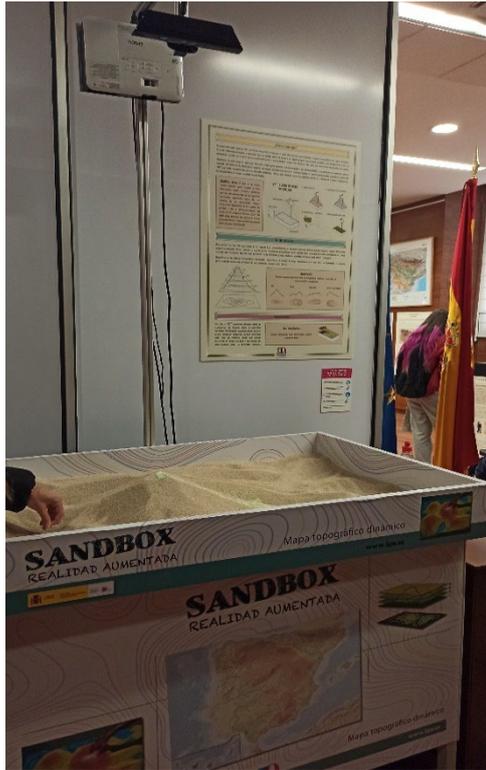


Figura 1: Ejemplos de mesas de realidad aumentada: Instituto Geográfico Nacional (Madrid), izq.; KIS internacional School (Tailandia), dcha.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS PROPUESTOS

Este PID pretende ayudar a solventar las dificultades viso-espaciales que poseen los alumnos de las Ciencias de la Tierra en el estudio de la Geología de campo. Para ello pretendemos aplicar la Realidad Aumentada mediante el objeto interactivo denominado Sandbox como herramienta para la ilustración y proyección de formas geológicas, cartografías y procesos complejos sobre una topografía analógica y modificable en la que la dinámica de procesos se simula interactivamente, de forma fácil y directa y en tiempo real.

El objeto AR Sandbox consiste en proyectar formas geológicas sobre una topografía construida en una caja con arena de forma que la modificación de la topografía, la arena, conlleva una reestructuración de la proyección geológica a las nuevas condiciones topográficas.

Como objetivos secundarios se pretende el:

- Desarrollo e implementación de los códigos de software necesarios en AR Sandbox
- Desarrollo de un manual de usuario del equipo para su calibración y uso, con el objeto de poder utilizarlo en otras asignaturas y titulaciones.
- Obtención de modelos geológicos 3D específicos en campo mediante el uso de cartografías basadas en drones para la proyección en la Sandbox.
- Implementación de esta didáctica en las aulas, mostrando el contenido en las diferentes asignaturas en la AR SandBox al alumnado.

3.2 OBJETIVOS ALCANZADOS

Todavía es pronto para hacer una evaluación definitiva ya que se ha probado con un número limitado de alumnos (la técnica AR SandBox y sus métodos son más propios de uso al inicio del cuatrimestre y por tanto temario según la dinámica de las asignaturas en las que se ha testado), pero a través de la implementación en las aulas se han podido alcanzar de manera muy satisfactoria la totalidad de los objetivos planteados al comenzar el proyecto.

Con esta forma de representar la geomorfología, cartografías y procesos complejos de la dinámica de las ciencias de la tierra, los alumnos han podido entender, analizar y visualizar de una manera más sencilla los procesos más complejos.

Además, también ha servido para explicar el funcionamiento de la teledetección en 2 y 3 dimensiones con los elementos de captación de información terrestre (sensores, aquí representados con la Kinect) y elementos de representación (cartografías virtuales, aquí representado con la proyección del terreno).

A lo largo del desarrollo del proyecto se ha desarrollado un manual de usuario básico que se ha compartido con los demás profesores interesados para que estos en un futuro implementen esta herramienta en sus clases de manera dinámica.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 MATERIALES UTILIZADOS

4.1.1 Materiales adquiridos:

Para construir la caja de arena (sandbox), en la solicitud se especificó los siguientes equipamientos:

- Se ha realizado la construcción de una caja de madera para almacenar la arena, con unas dimensiones de superficie 1x0.75x0.2m.
- Adquisición de un carro metálico que fuera capaz de soportar y transportar cómodamente 300 kg (pero aproximado de la sandbox).
- Se han fabricado 200 kg de kinetic sand (arena cinética especial) a partir de arena de sílice y aceite de silicona.
- Adquisición de un sensor de profundidad Microsoft Kinect 3D de primera generación y su cableado para adaptarlo al pc.
- No ha sido preciso, en principio, ningún recurso extra que no estuviera especificado en la memoria inicial del proyecto.

4.1.2 Recursos materiales disponibles y adecuación al proyecto

En el momento de la realización del proyecto, se ha necesitado los recursos de equipamiento docente y equipos informáticos y audiovisuales que no eran financiados en los proyectos de innovación docente modalidad B. Por lo que se han reutilizado un equipo informático en desuso:

- Un PC para la instalación del sistema Operativo Linux y el software específico para el tratamiento de los datos recogidos por el sensor de profundidad.
- Un proyector de video resolución WXGA de proyección a distancia corta.

La adaptación de estos equipos ha sido lo más costoso en tiempo puesto que no eran completamente compatibles con las necesidades del proyecto.

4.2 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y CALENDARIO DE EJECUCIÓN

La organización y planificación del trabajo inicial era:

1. Durante el mes de octubre el equipo de trabajo se adquirirían los componentes necesarios para fabricar los soportes y el contenedor de arena cinética (Yolanda Sánchez Sánchez, Javier Elez y Juan Gómez).
2. En noviembre y diciembre se realizaría la adquisición de varios modelos 3D que servirán para proyectarlos y analizarlos en la Sandbox (Yolanda Sánchez Sánchez y Santos Barrios Sánchez).
3. Durante los meses de enero a mayo, se realizarían las diferentes prácticas con los alumnos (Todos los participantes).
4. En mayo y junio se les evaluarían los conocimientos adquiridos y se podría comparar con los resultados obtenidos en años anteriores (Todos los participantes).

4.3 A lo largo del periodo del proyecto se realizarán de videos de divulgación en RRSS (<https://geolodiaavila.com/> y canal de youtube (Javier Elez y Santos Barrios respectivamente).

4.4 PLANIFICACIÓN FINAL DEL PROYECTO

1. Revisión de antecedentes: durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, se ha realizado una revisión de todos los antecedentes de distintas fabricaciones de sandbox.
2. Instalación del sistema operativo Linux y el software específico para el tratamiento de los datos de profundidad y proyección, esta fase se desarrolló durante los meses enero, febrero y marzo (Figura 2). En este paso fue el momento de mayor complejidad puesto que los equipos de los que disponíamos inicialmente no cumplían los requisitos específicos del proyecto. Esto nos obligó a buscar nuevos equipos y decidimos adelantar la fabricación de la caja de arena para asegurarnos del que el equipo sería capaz de trabajar, procesar y proyectar la información.

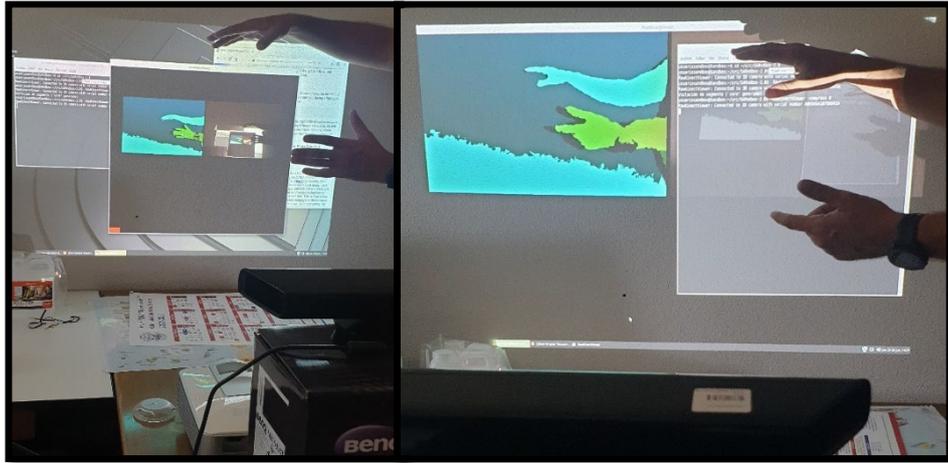


Figura 2: Instalación del software específico y calibración de la kinect.

3. Fabricación de la arena cinética, durante los meses de abril se desarrolló la elaboración de la arena cinética. Las primeras pruebas se realizaron con 25 kg de muestra de arena de sílice y aceite de silicona específico para encontrar el equilibrio óptimo entre los dos elementos y encontrar la textura adecuada (Figura 3).



Figura 3: Prueba de la relación correcta entre arena de sílice y aceite de silicona para fabricar arena cinética

4. Fabricación de la caja de madera, en los meses de abril y mayo finalmente se construyó la caja de madera con las medidas 1x0.75x0.2m, las recomendadas para la sandbox y la relación entre el kinet 3D y el proyector (Figura 4).



Figura 4: Construcción de la caja de madera

5. A finales de abril y principios de mayo se montó y calibró el conjunto del equipo (Figura 5)



Figura 5: Estructura completa de la Sandbox.

6. Aplicación en la docencia, finalmente en mayo se puso en práctica esta nueva metodología de docencia para las Ciencias de la Tierra con alumnos del master de Ciencias Ambientales y el master de Ciencias de la Tierra, así como con los de doctorado del departamento de Geología para explicar conceptos propios de la investigación, con la obtención de muy buenos resultados (Figura 6).



Figura 6: Estudiantes interactuando con la SandBox durante las clases prácticas.

4.5 JUSTIFICACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN REALIZADA

La planificación y calendario de ejecución desarrollada en la memoria del trabajo ha sufrido ligeras variaciones, puesto que hemos tenido problemas con el hardware y software que había disponible en el departamento para la realización de este Proyecto de Innovación Docente, por lo que al principio del proyecto se han tenido limitaciones hasta la adquisición de software que cumplieran los requisitos necesarios para el desarrollo del proyecto. Por ello, se realizó un cambio en la planificación para asegurarnos de la consecución del proyecto paso a paso.

Finalmente, durante el desarrollo del proyecto todas las distribuciones de tareas han sido realizadas por los participantes encargados de cada una de ellas, la única tarea que no ha podido ser ejecutada es la divulgación en redes que se ha postpuesto para el próximo curso.

4.6 INDICADORES Y MODO DE EVALUACIÓN

Se han planteado diferentes indicadores para evaluar el desarrollo y resultados del proyecto:

1. Participación del alumnado: Número de alumnos participantes en el proyecto y su test.
2. Interés por la realización de las practicas: Interés del alumnado por la interacción con la caja de arena y su involucración en la modelización y análisis del terreno.
3. Conocimiento adquirido: Después de la sesión de explicación del profesor de la práctica se le ha dado a los alumnos un supuesto y han tenido que modelizarlo y analizar si su respuesta esperada era finalmente lo que se ha proyectado.

5 RESUMEN DE LA EXPERIENCIA

5.1 EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES

Una vez realizada las practicas con el alumnado, a partir de los diferentes indicadores se ha calificado el proyecto como excelente, todos los alumnos que a los que se les dio la posibilidad de interactuar con la arena mostró un interés y positivismo hacia ella. Varios alumnos de doctorado se han involucrado en el desarrollo del proyecto, con la participación en la instalación del software, así como en la calibración del modelo.

Además, todo el alumnado convocado en las practicas ha tenido una interacción positiva con el proyecto, al querer modelizar tanto el relieve (creación de volcanes, desarrollo de la red de drenaje), geomorfología (dinámicas erosión-sedimentación), geología (cortes geológicos, regla de las Vs), riesgos geológicos (inundaciones y avenidas) (Figura 7). No solo se notaba una participación en el modelizado si no también en la capacidad de análisis del terreno y sus cambios en el tiempo, les era más fácil interpretar por qué ocurrían dichos cambios y cuando.

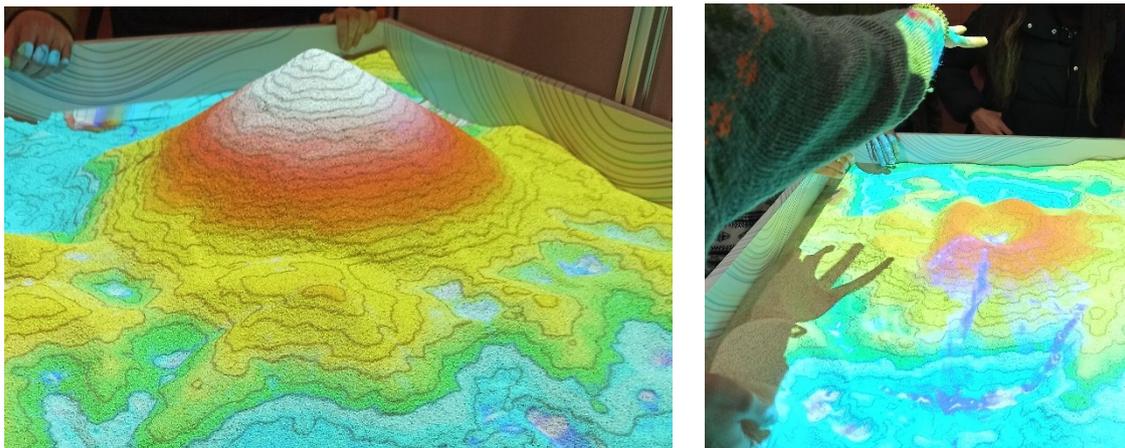


Figura 7: Interacciones entre el alumnado y la sandbox. En la primera imagen se ve el relieve de un volcán y en la segunda la acción de llover y su red de drenaje.

Una vez desarrollada la práctica, se les mostró un supuesto practico, por ejemplo, la rotura de una presa, una lluvia en el alto de un cráter, el análisis geológico de estratos horizontales (Figura 8), y los alumnos por sí solos eran capaz de mostrar la fase inicial, la fase final del evento y porqué ocurrían dichos cambios.

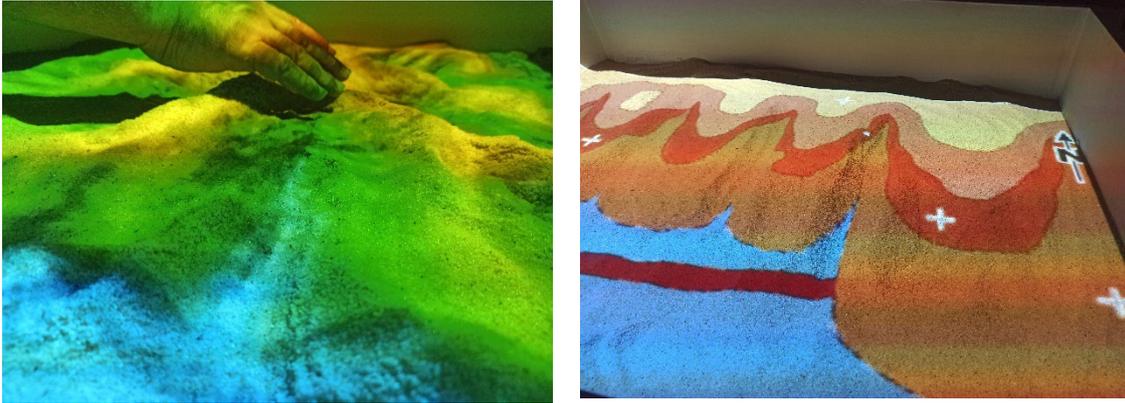


Figura 8: Interacción del alumnado con la sandbox, la primera imagen se ve la creación de una red de drenaje y la segunda el análisis geológico del terreno con estratos horizontales.

Gracias a estos tres parámetros se ha podido afianzar que no solo la caja de arena es un atractivo para la modelización del paisaje si no es una herramienta de un alto poder explicativo para eventos de las ciencias de la tierra que antes era muy difícil de explicar y analizar.

5.2 PROYECCIÓN FUTURA

Es la primera vez que la realidad aumentada se ha usado como herramienta didáctica e interactiva en las aulas de geología de la USAL y con los resultados obtenidos se han desarrollado posibles iniciativas docentes. A partir de las Modelos Digitales del Terrenos generados en la SandBox, crear cartografías secundarias como puede ser mapas de pendientes, mapas de orientaciones, cuencas visuales.

También se pretenden proyectar cartografías generadas por dron, en las que se pueda modelizar los cambios ocurridos en el terreno anteriormente y analizar con más detalle cambios históricos en la dinámica de la tierra.

En general, las líneas de proyección futura de esta técnica son muchas y el profesorado al que se le ha enseñado el resultado está muy predisposto a colaborar.

6 CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto de innovación docente *“Realidad aumenta para el aprendizaje y la divulgación de la geología y la topografía (AR SandBox)”* ha resultado satisfactorios en general por varios aspectos:

- Se ha implantado por primera vez la realidad aumenta en las aulas como recurso educativo para la enseñanza de las ciencias de la tierra.
- Ha tenido una gran acogida por los estudiantes, captando su atención de inmediato y queriendo probarla y usarla de manera muy proactiva.
- Se ha obtenido un gran interés por parte de profesorado para introducirla en sus asignaturas como recursos docentes.
- La sandBox ya se encuentra montada y en uso por lo que se pueden ir adaptando nuevas prestaciones que mejoren la propuesta didáctica.

Todos las conclusiones obtenidas e intereses obtenidos justifican sobradamente haber abordado dicho proyecto y valida la proyección futura del proyecto ya que a esta línea de innovación docente de la realidad aumentada se ha visto un gran potencial para las didáctica de las ciencias de la tierra, por ello se seguirá trabajando en nuevas aplicaciones que mejoren la experiencia formativa, como por ejemplo el procesado del Modelo Digital de Elevaciones que genera la mesa para procesar en base a eso cartografías relacionadas como por ejemplo Mapas de pendientes, de orientaciones,...

