

UNA REVOLUCIÓN ROCOSA: ¿PUEDEN LOS MODELOS VIRTUALES EN 3D TRANSFORMAR LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA?

El trabajo de campo ha sido durante mucho tiempo un pilar fundamental en la enseñanza de la geología. No obstante, no es del agrado de todos, ya que muchos estudiantes no quieren o no pueden participar en él: a algunos no les gusta tener que estar al aire libre cuando hace mal tiempo o demasiado calor y otros no pueden participar debido a capacidades diferentes, dificultades financieras o falta de oportunidades. Los **profesores Terry Pavlis** y **Laura Serpa**, de la **Universidad de Texas** en El Paso (EE.UU.), están creando modelos virtuales en 3D para que los beneficios del trabajo de campo en el ámbito de la geología sean accesibles para todos.



**PROFESOR
TERRY PAVLIS**

Universidad de Texas en El Paso, Estados Unidos

Campo de investigación
Geología estructural



**PROFESORA
LAURA SERPA**

Universidad de Texas en El Paso, Estados Unidos

Campo de investigación
Geofísica

Proyecto de investigación
Creación de modelos virtuales en 3D de elementos geológicos para revolucionar la enseñanza de la geología

Financiador
Fundación Nacional de la Ciencia de los Estados Unidos (US National Science Foundation - NSF)

HABLE COMO UN ... GEÓLOGO

Contorno: línea en un mapa que une puntos de igual elevación

Trabajo de campo: proceso de observación y recopilación de datos sobre el terreno (es decir, no en un aula)

Rasgos geológicos: características físicas de la Tierra (por ejemplo, acantilados, valles, fallas) formadas por los movimientos de las rocas y otros procesos geológicos

Fotogrametría: creación de modelos digitales en 3D a partir de fotos en 2D

Modelo virtual 3D: representación tridimensional de un elemento que puede explorarse en un ordenador

Imagínese lo siguiente: está en el exterior de pie y está lloviendo muchísimo. Lleva un chubasquero que en realidad no es tan impermeable, y sus dedos ya entumecidos del frío se esfuerzan por dibujar el acantilado rocoso que señala su profesor. Le cuesta concentrarse porque su amigo no deja de hablar de la rata muerta que vio al bajar del autobús. Está a punto de etiquetar una capa de arenisca cuando una ráfaga de viento le tira el cuaderno que tenía en la mano a un charco. ¡Parece ser que este viaje no está siendo como esperaba!

Dicho esto, ¡no todos los viajes de geología son tan desafiantes! El trabajo de campo puede ser una experiencia emocionante y agradable. Pasar tiempo al aire libre, explorando bonitos paisajes e investigando complejas formaciones rocosas es lo que suele atraer a la gente al ámbito de la geología.

No obstante, el trabajo de campo no es para todos. Además, llevar a los alumnos a entornos exteriores desconocidos no siempre es una forma productiva de enseñar. El ejercicio físico y las numerosas distracciones suelen hacer que los alumnos desconecten de la clase. Pueden estar más interesados

en charlar con sus amigos o preocuparse por otras cuestiones, como “¿Dónde está el baño?”, “¿Dónde puedo cargar el móvil?” o “¿Cuándo vamos a comer?”.

En la Universidad de Texas en El Paso, el profesor Terry Pavlis y la profesora Laura Serpa han ideado una nueva técnica de enseñanza de la geología que puede resultar más eficaz: están creando modelos virtuales en 3D de lugares geológicos que los estudiantes pueden explorar desde la comodidad de sus aulas.

Creación de modelos 3D

Si se toman suficientes fotos 2D superpuestas de un objeto y se introducen en un paquete de software de fotogrametría, puede crearse un modelo virtual en 3D de cualquier cosa, desde una pared de un acantilado rocoso hasta su propia mano. “El software mueve las fotografías, como si se tratara de un espejo para ver diferentes lados de la cara, y las almacena en su posición 3D”, explica Laura. A continuación, el software une estas imágenes 2D orientadas para generar un modelo 3D del objeto.



Un modelo virtual en 3D de Nobel Hills en el sureste de California, creado por Terry y Laura

Laura y Terry fotografían los rasgos geológicos que quieren modelar, normalmente sobrevolando el paisaje con un dron. Las fotos deben ser de alta resolución y deben superponerse para que el software pueda combinarlas. “Si algo no está claro en las fotografías, no aparecerá en el modelo”, afirma Terry. Una vez combinadas, se puede ver y manipular el modelo 3D, lo que permite a cualquier persona con acceso a un ordenador explorar la geología del paisaje.

¿Qué ventajas ofrecen los modelos 3D respecto a los recursos didácticos 2D?

Tradicionalmente, los conceptos sobre la geología se enseñan en el aula utilizando mapas y diagramas en 2D, que muchos estudiantes tienen dificultades para poder visualizar en 3D. Por ejemplo, a los estudiantes que no están familiarizados con la lectura de curvas de nivel les puede resultar difícil ver los mapas en 2D como paisajes en 3D. Los modelos virtuales en 3D pueden mejorar la experiencia de aprendizaje en el aula al eliminar este obstáculo y proporcionar a los estudiantes representaciones en 3D de los rasgos geológicos.

Además, las representaciones en 2D, como las fotos de los libros de texto, solo proporcionan información limitada sobre los rasgos geológicos en 3D del elemento, y no pueden utilizarse para realizar determinadas mediciones que son fundamentales para el aprendizaje de la geología. Normalmente, los profesores de geología deben llevar a los alumnos de excursión para enseñarles estas habilidades, pero los modelos 3D de Terry y Laura ofrecen una alternativa en el aula.

¿Qué ventajas ofrecen los modelos 3D respecto al trabajo de campo?

Los modelos virtuales en 3D ofrecen una alternativa al trabajo de campo, donde no habrá que sufrir el mal tiempo ni las distracciones. “Llevamos muchos años enseñando en una universidad en la que es difícil visitar sitios de campo”, afirma Terry. Por ello, los modelos 3D desempeñan un papel crucial en sus clases, en las que los alumnos exploran lugares de campo virtuales en los ordenadores. Al igual que en

un trabajo de campo “real”, los estudiantes pueden medir los elementos geológicos e interpretar sus observaciones para sugerir qué procesos geológicos pueden haberlos formado.

Los modelos virtuales hacen que la geología sea accesible a los estudiantes que no pueden participar en el trabajo de campo (por razones geográficas o financieras, o por problemas de movilidad) o que simplemente no quieren. “Es importante destacar que cualquiera puede convertirse en geólogo, independientemente de su capacidad o de su deseo de caminar al aire libre haga el tiempo que haga”, afirma Laura. “Las personas con discapacidad deben sentirse tan capacitadas para ser geólogos como cualquier otra persona”, concluye.

“Los modelos 3D acercan el campo al individuo”, afirma Terry. “Así, cualquier geocientífico puede estudiar geología de campo, un cambio potencialmente transformador”, prosigue. Terry y Laura esperan que los modelos 3D y los trabajos de campo virtuales abran las geociencias a un mayor número de estudiantes.

Modelos 3D en acción

Laura y Terry están desarrollando clases en las que los estudiantes exploran una variedad de modelos 3D, describen y miden los rasgos que ven, y hacen interpretaciones sobre cómo se formaron dichos rasgos. En caso de que sea posible, también se puede llevar a los alumnos a realizar trabajos de campo. Como ya han desarrollado una comprensión de la geología mediante el examen de modelos 3D en el aula, los estudiantes se beneficiarían aún más de la experiencia del trabajo de campo que si se les llevara a un lugar desconocido.

Los comentarios de los estudiantes sobre estas clases han sido muy positivos hasta el momento, y además afirman que les ha encantado la experiencia. Esta técnica es especialmente eficaz en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales, ya que crea un entorno de aprendizaje en el aula mucho más valioso. “Creemos que el desarrollo de modelos 3D acabará transformando el trabajo de campo en un

híbrido de experiencias de trabajo de campo reales y virtuales”, afirma Laura.

Estos modelos 3D revolucionarán el trabajo de campo tanto para los geólogos experimentados como para los estudiantes. Por ejemplo, los acantilados son el sueño y la pesadilla de los geólogos. Mientras que los paisajes con vegetación ocultan la geología subyacente, los acantilados dejan al descubierto las rocas. Sin embargo, los acantilados suelen ser inaccesibles y, como elementos verticales, son prácticamente invisibles en los mapas 2D (un acantilado se representa con una línea). Por eso, aunque los acantilados contienen una gran cantidad de datos geológicos, puede ser difícil acceder a ellos y registrarlos. “Los modelos 3D cambian todo eso”, afirman Terry. Los drones pueden captar imágenes de acantilados inaccesibles y, a continuación, los geólogos pueden medir y cartografiar sus características directamente en el modelo 3D.

La geología es para todos

“Hoy en día hay muy pocos estudiantes de geología”, lamenta Laura, “y demasiadas personas que no son geólogas y que ni siquiera piensan en la geología como ciencia”. De hecho, la geología es fundamental para el bienestar global. Apoyada en habilidades científicas como la realización de observaciones y la comprobación de hipótesis, la geología es la ciencia de la comprensión del mundo que nos rodea.

El conocimiento de los cambios climáticos en el pasado geológico es fundamental para afrontar la actual crisis climática. La geología es la ciencia fundamental detrás de la minería, necesaria para extraer los recursos requeridos para la transición a la energía limpia. Antes de construir cualquier edificio, un geólogo debe evaluar la roca subyacente para asegurarse de que los cimientos serán estables.

Al hacer que la geología sea accesible para todo el mundo, Laura y Terry esperan demostrar que no es solo una asignatura para los amantes del senderismo. Esperan inspirar a más estudiantes para que vean la geología como una oportunidad para incidir de manera positiva en el mundo.

ACERCA DE LA GEOLOGÍA

La geología es la ciencia de la Tierra. Como tal, es fundamental para entender el pasado, el presente y el futuro de nuestro planeta. Los geólogos también son esenciales para el funcionamiento de la sociedad. Existen muchas ramas de la geología, así que puede especializarse en el campo que más le interese.

Mediante la vigilancia de los volcanes, los vulcanólogos tratan de predecir cuándo se producirá la próxima erupción, avisando así a las comunidades para que puedan evacuar antes de que se produzca el peligro. Los sismólogos colaboran con los ingenieros en el diseño de edificios antisísmicos y estudian los terremotos para investigar la estructura interna de la Tierra. Los paleontólogos examinan los fósiles para descubrir los misterios de la vida y las especies que vagaban por la Tierra antes de que los humanos evolucionaran.

Algunos geólogos sedimentarios utilizan sus conocimientos para localizar yacimientos de combustibles fósiles que satisfagan las necesidades energéticas mundiales, mientras que otros aplican los mismos conocimientos para encontrar rocas que puedan almacenar

dióxido de carbono y, por tanto, mitigar el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los ingenieros geólogos evalúan las características del suelo antes de realizar cualquier obra de construcción, para garantizar así que los edificios y las carreteras no se derrumben. Todos los metales utilizados en dispositivos tecnológicos deben extraerse de la Tierra, y los geólogos se encargan de localizar estos recursos. Los hidrogeólogos investigan el flujo y la calidad de las aguas subterráneas, garantizando que las comunidades tengan acceso a agua potable.

“Nos enfrentamos a un futuro incierto debido al cambio climático, y los geocientíficos están especialmente cualificados para asumir un papel de liderazgo en la planificación de la sostenibilidad a largo plazo y la mitigación de los desastres climáticos”, afirma Terry. Estudiar geología te dotará de las habilidades y los conocimientos necesarios para abordar los numerosos retos a los que se enfrenta la humanidad. “Ahora es un buen momento para pensar en aprender más sobre la Tierra en la que vivimos y los planetas que podremos visitar en un futuro próximo”, afirma Laura.

“NOS ENFRENTAMOS A UN FUTURO INCIERTO DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO, Y LOS GEOCIENTÍFICOS ESTÁN ESPECIALMENTE CUALIFICADOS PARA ASUMIR UN PAPEL DE LIDERAZGO EN LA PLANIFICACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD A LARGO PLAZO Y LA MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES CLIMÁTICOS”.

De la escuela a la geología

- La geología no suele enseñarse como asignatura en la escuela, aunque algunos temas de geología sí que se tratan en las clases de geografía y ciencias.
- Estudiar geografía es ideal para conocer tanto los procesos físicos que ocurren en la Tierra y en su interior como la forma en que estos procesos influyen en los seres humanos y son influenciados por ellos.
- Las habilidades y conocimientos de matemáticas, física, química e informática son muy útiles a la hora de estudiar geología en la universidad.
- Cuando vaya a ir a la universidad, estudie geología o ciencias de la Tierra, o una titulación relacionada, como la geofísica o la geografía física.

Explore las carreras relacionadas con la geología

- El Servicio Geológico de EE.UU. ofrece numerosos recursos para estudiantes y profesores, como, por ejemplo, programas de estudio sobre una gran variedad de temas relacionados con la geología y proyectos de ciencia ciudadana en los que puede participar: www.usgs.gov/youth-and-education-in-science
- El Instituto Americano de Geociencias ofrece información sobre las carreras de geociencia y recursos para los profesores: www.americangeosciences.org/education
- Participe en la Semana de las Ciencias de la Tierra en octubre, o utilice sus recursos educativos en cualquier momento del año: www.earthsciweek.org/educational-resources
- Explore las trayectorias profesionales relacionadas con la geología con esta plataforma interactiva de la Sociedad Geológica: www.geolsoc.org.uk/geologycareerpathways

¿Cómo se convirtió Terry en geólogo estructural?

Cuando cursaba mis estudios, disfrutaba muchísimo de mis clases de geología estructural porque tenía un talento natural para la visualización en 3D. El momento en el que me sentí inspirado para convertirme en geólogo estructural fue cuando asistí a una clase de geología de campo y me di cuenta de que podía combinar mi amor por las actividades al aire libre con una actividad académica sobre la estructura y la tectónica. Tuve la suerte de ser estudiante en la época en que el concepto de tectónica de placas era nuevo.

Durante la mayor parte de mi carrera me he centrado en estudios de campo sobre geología estructural y tectónica. Me encanta desentrañar la compleja estructura de las rocas metamórficas (como en las bonitas encimeras de cocina de granito). Estas rocas contienen uno de los archivos más completos de la historia de la Tierra.

Mi otra pasión es la modernización de la geología de campo, que ha dado lugar a la actual investigación en la que trabajamos Laura y yo. Hace veinte años, estaba en un museo cuando tuve una revelación. Había una exposición que mostraba “una brújula de geólogo del siglo XIX”, ¡que era exactamente igual a la brújula que yo utilizaba! Esto impulsó mi pasión por llevar a cabo una rutina de cartografía geológica digital.

“
ESTE ASPECTO
HISTÓRICO DE LA
GEOLOGÍA ES LO QUE
LA HACE ÚNICA ENTRE
LAS CIENCIAS.
”

Me encanta el trabajo de campo, con sus retos físicos y mentales. También me encanta el reto de desentrañar la historia geológica de una zona mediante el estudio de las rocas. Este aspecto histórico de la geología es lo que la hace única entre las ciencias. Además, a los geólogos más novatos les cuesta entender la inmensidad del tiempo geológico.

Podría contar historias durante horas sobre experiencias de trabajo de campo que he vivido. He pasado mucho tiempo en las remotas tierras salvajes de Alaska, donde he tenido innumerables encuentros con animales salvajes. Aunque he visto muchos osos, siempre he tenido suerte y nunca ha sido nada peligroso, a diferencia de algunos de mis compañeros (uno tuvo que matar a un oso y otro pasó una noche viendo cómo un oso destruía su campamento).

Cuando no trabajo, me encanta hacer senderismo, viajar y cultivar plantas en nuestro jardín. También soy carpintero aficionado y pescador ocasional.

¿Cómo se convirtió Laura en geofísica?

De pequeña, siempre intentaba cavar agujeros para llegar a China desde mi casa en Estados Unidos. Siempre me ha interesado la ciencia y sentía curiosidad por lo que había allí abajo.

Fui a la universidad cuando tenía 18 años, pero me echaron. Cuando volví, diez años después, tomé una clase de geología porque me lo recomendó un amigo. Después de eso, me divertí tanto que empecé a ir a todas las clases hasta que terminé mi doctorado y ya tuve que marcharme.

Cuando era estudiante, me gustaba salir al aire libre y escalar montañas, pero elegí la geofísica porque podía ir en coche a la mayoría de los lugares donde tenía que recopilar datos. Me encantaba buscar en mis datos nuevos descubrimientos y me gustaban mucho los ordenadores, que eran relativamente nuevos cuando yo era estudiante.

En general, mi investigación consiste en cartografiar el interior de la Tierra sin cavar agujeros. Utilizo diversos dispositivos para medir los cambios en los campos gravitatorio, magnético, electromagnético, térmico y de velocidad sísmica de la Tierra. Las variaciones de estos campos indican variaciones en la composición o la actividad que se produce en el interior de la Tierra. Construyo modelos informáticos del subsuelo de la Tierra para determinar qué podría causar estas variaciones. Me gusta mucho trabajar con ordenadores y programar nuevos métodos para analizar datos u obtener nueva información a partir de los existentes.

Como geofísica, he tenido grandes experiencias de trabajo de campo. Cuando trabajaba con Terry en Alaska, estaba muy asustada, pero en el buen sentido. Mirando hacia atrás y habiendo sobrevivido a tal experiencia, ahora me parece emocionante. Además, me encantó atravesar el Valle de la Muerte con todo mi equipo, tomando medidas en un lugar tan precioso.



Terry y Laura vuelan un dron para recolectar fotografías aéreas del paisaje, que se utilizarán para crear modelos 3D

Los mejores consejos de Terry y Laura

1. Cultive su capacidad de pensamiento crítico y curiosidad. Tiene que estar abierto a nuevas ideas a medida que avanza la comprensión geológica.
2. Esté preparado para adaptarse a los cambios en la forma de aprender y adquirir información, ya que las nuevas tecnologías impregnarán todos los aspectos de la enseñanza y la investigación en geociencias.