



PROFF

Protection against flash floods

Aplicar la metodología STEAM y el uso de la RA para combatir el cambio climático

Guía para el profesorado de FP



Autores:

Brezgytė Eglė, Evelpidou Niki, Hany Farhat Abd-Elhamid Attia, Harabinová Slávka, Kučinskas Gintaras, Kučinskienė Jurga, Kuklienė Lina, Kuklys Indrius, Lizaso Amaia, Panulinová Eva, Psycharis Sarantos, Spyrou Evangelos, Yuste Naiara, Zeleňáková Martina

Editores: Evangelos Spyrou, Niki Evelpidou, Sarantos Psycharis

Revisores:

Abdelazim Negm, Zagazig University, Egipto

Gheorge Serban, Babes Bolay University, Rumanía

Elaborado como parte del proyecto Erasmus+ PROFF – Protección contra inundaciones repentinas / KA220 VET - Asociaciones de cooperación en educación y formación profesional

Proyecto N°: 2022-1-SK01-KA220- VET-000086741

Publicado por la Universidad Técnica de Košice, 2024

ISBN - 978-80-553-4665-6

Queda prohibida la copia, reproducción o modificación total o parcial de este documento para cualquier fin sin la autorización por escrito del Consorcio PROFF. Además, deberá mencionarse claramente el nombre de los autores del documento y todas las partes aplicables de la nota de derechos de autor.



**TECHNICAL UNIVERSITY
OF KOŠICE**



idec

ENTRE



**KLAIPĖDOS
VALSTYBINĖ
KOLEGIJA**



**POLITEKNIKA
TXORIERRI**



HELLENIC REPUBLIC
**National and Kapodistrian
University of Athens**
EST. 1837

Índice

Sobre la guía	5
1. Introducción.....	6
1.1. ¿Qué es STEAM?	6
1.2. ¿Cuáles son los beneficios de STEAM?.....	6
1.3. ¿Qué diferencia hay entre STEM y STEAM?	8
1.4. ¿Cómo poner en práctica la metodología STEAM en el aula?	8
1.5. ¿Puedo enseñar con STEAM?.....	10
1.6. ¿Necesito un equipo especial para enseñar con STEAM?.....	10
1.7. ¿En qué cursos debería elegir el enfoque STEAM?.....	11
2. Herramientas de STEAM.....	12
2.1. Herramientas no conectadas de STEAM que no necesitan conexión/enchufe	12
2.2. Herramientas conectadas que necesitan conexión/enchufe.....	16
3. Aprender sobre el cambio climático.....	25
3.1. Un recorrido a través del cambio climático: orígenes, consecuencias y soluciones para un futuro sostenible	25
3.2. De los residuos a la sabiduría: exploración de los residuos humanos y la contaminación	27
3.3. Estallido de la furia de la naturaleza: Exploración de fenómenos meteorológicos extremos (olas de calor, incendios forestales y vendavales)	29
3.4. Peligros geológicos	32
3.5. ¿Conservaremos las costas en el futuro?.....	35
3.6. Riesgos hidrológicos (inundaciones - sequías)	38
3.7. Tipos de inundaciones.....	40
3.8. ¿A qué se deben las inundaciones repentinas?.....	42
3.9. Evaluación del riesgo de inundaciones: daños y pérdidas.....	45
3.10. Inundaciones STEAM: Predecir, modelar, cartografiar	47
3.11. Riesgos de inundaciones	50
3.12. Medidas de protección contra inundaciones.....	52
4. Lecturas adicionales recomendadas.....	54

Sobre la guía

Esta es una guía sobre cómo aplicar la metodología STEAM en el aula. Fue creado en el marco del proyecto "Protección contra inundaciones repentinas (PROFF)", un programa Erasmus+ cuyo objetivo es abordar el cambio climático y los peligros naturales relacionados, centrándose en las inundaciones repentinas.

El proyecto está dirigido a las aulas de Educación y Formación Profesional (FP), tanto de estudiantes como de profesores, y pretende incorporar la metodología STEAM en las aulas como método educativo para enseñar acerca del cambio climático y temas relacionados.

En esta guía, delinearemos algunos aspectos de la metodología STEAM para proponer una definición concreta y concisa del enfoque STEAM. Los propósitos de la guía son:

- (i) definir el término "STEAM" y abordar sus principales características;
- (ii) señalar los beneficios de la metodología STEAM frente a los métodos de enseñanza convencionales;
- (iii) Indicar ejemplos de cómo aplicar la metodología STEAM en el aula para abordar varios temas relacionados con el cambio climático;
- (iv) elaborar una guía para profesores de FP, para que puedan comprender la metodología STEAM y cómo introducirla en el aula. De esta manera, se puede incorporar STEAM al sistema educativo no solo para enseñar acerca del cambio climático, sino también sobre otros aspectos.

Esta guía se divide en tres partes distintas. En la sección Introducción se presenta brevemente la metodología STEAM. Más concretamente, definimos el término y analizamos sus componentes. También hablamos sobre las ventajas y beneficios de aplicar esta metodología en el aula. En el segundo apartado (herramientas STEAM), mencionamos las categorías generales de las herramientas STEAM disponibles, abordando también algunos ejemplos. Realizamos una descripción separada de la Realidad Aumentada y Virtual como herramientas didácticas. Finalmente, en la tercera sección (Aprender sobre el cambio climático), describimos brevemente doce talleres que se desarrollaron en el marco del proyecto y están relacionados con el cambio climático, enfocándose en inundaciones repentinas. En este apartado describimos las herramientas a utilizar, las actividades en sí y al final de cada taller describimos cómo se han abordado los componentes de STEAM.

1. Introducción

1.1. ¿Qué es STEAM?

STEAM es un enfoque educativo, derivado de los siguientes términos: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (*Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics*, de sus siglas en inglés). El enfoque STEAM se utiliza para enseñar y aprender de una manera interactiva y atractiva, fomentando el pensamiento crítico. Fue desarrollado con el fin de sustituir el método de enseñanza tradicional, debido a sus beneficios, los cuales se comentarán en esta sección.

Mediante STEAM, los estudiantes se convierten en investigadores apasionados, motivados para buscar las raíces de un problema, identificar sus causas y encontrar soluciones efectivas, sostenibles e innovadoras. STEAM ofrece a los estudiantes habilidades y conocimientos valiosos, parte de los cuales no se pueden otorgar mediante los métodos de enseñanza convencionales. Además, ayuda a desarrollar el pensamiento crítico, así como las habilidades digitales necesarias para el futuro desarrollo académico y/o profesional.

En pocas palabras, STEAM es una metodología de enseñanza que incorpora estos cinco aspectos (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) en el proceso de enseñanza, con el objetivo de asegurar que los estudiantes obtengan los conocimientos, habilidades y experiencia necesarios y, más importante aún, que lo conservarán incluso después de terminar sus estudios y comience su desarrollo académico y/o profesional.

1.2. ¿Cuáles son los beneficios de STEAM?

STEAM tiene múltiples beneficios frente a los métodos de enseñanza convencionales. Los más importantes incluyen:

Competencia en ciencias, ingeniería y matemáticas. Por defecto, el método STEAM utiliza se basa en estos tres campos. De esta forma, los estudiantes obtienen conocimientos, habilidades y experiencia en estos campos que pueden resultar necesarios en su futura carrera académica o profesional.

Competencias digitales. Mediante el uso de la tecnología, los estudiantes obtienen habilidades tecnológicas adicionales. De esta forma, aprenden a utilizar la tecnología primero en el aula y, por ende, de forma profesional.

Creatividad. No se pide a los estudiantes que realicen actividades y tareas específicas siguiendo pasos específicos. En cambio, se les pide que presenten sus propias ideas (que podrían ser problemas potenciales causados por una situación, soluciones a estos problemas, etc.). De esta manera, se vuelven más creativo, lo que puede motivarles a pensar en soluciones que un docente tal vez no.

Mayor curiosidad. Dado que se pide a los estudiantes que presenten sus propias ideas y participen activamente en las discusiones, se dan cuenta de que también pueden ser miembros activos de la sociedad, independientemente del tema que se aborde. Esto trae como resultado que se vuelvan más curiosos y ansiosos por resolver aún más problemas, ya sea que estén relacionados o no con los cursos.

Compañerismo y colaboración. Los estudiantes no ven a sus compañeros como competidores y no luchan por encontrar la mejor solución para lograr la nota más alta. Por el contrario, todos los estudiantes son tratados como parte de un solo grupo con necesidades, problemas y objetivos comunes. De este modo, los estudiantes aprenden a cooperar entre sí con compañerismo.

Intercambio de ideas. Mediante esta colaboración, los estudiantes aprenden a expresarse, ya sea oralmente o por escrito o a través de las artes, y comparten sus pensamientos, ideas y recomendaciones con sus compañeros de equipo y sus tutores.

Mayor autoestima. Los estudiantes adquieren más confianza a medida que se vuelven creativos y están en condiciones de pensar y proponer sus propias ideas.

Habilidades sociales. Como resultado de lo anterior, los estudiantes aprenden a comunicarse entre ellos y con sus superiores (en la clase: su profesor, que corresponde a su futuro empleador o supervisor) y así se vuelven más sociales y adaptables socialmente, lo que facilitará su desarrollo futuro como profesionales.

Conservar los conocimientos. El enfoque interactivo, inclusivo, creativo y colaborativo de la metodología STEAM puede tener el resultado sin el cual todo lo anterior no sería posible: conservar los conocimientos y habilidades obtenidos. Los estudiantes no solo adquirirán más conocimientos y experiencia en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, sino que los mantendrán incluso después de haber completado su educación. De esta forma, podrán aplicarlos en la vida real como profesionales.

Pensamiento crítico. Los estudiantes no son receptores pasivos de conocimientos. No solo se les presenta un problema y sus soluciones, sino que se convierten en verdaderos promotores de soluciones, ya que se les exige que presenten sus propias ideas. De esta manera, se incrementa su pensamiento crítico, no solo para el curso donde se utiliza la metodología STEAM, sino también para otros aspectos de la vida.

Vínculo entre profesor-alumno. Mediante STEAM, los estudiantes no ven las clases como una obligación, sino como un lugar de debates fructíferos y experiencias únicas. Del mismo modo, el docente no ve la enseñanza como una obligación, sino como una forma de transferir sus conocimientos y experiencias a sus alumnos, así como de aprender de ellos. Por tanto, se mejoran las relaciones entre profesor-alumno.

Resolución de problemas reales. STEAM no se aplica simplemente para enseñar un tema. STEAM se aplica a problemas reales de la sociedad (no necesariamente científicos, de ingeniería o tecnológicos). Por lo tanto, se convoca a los estudiantes a identificar los problemas de la sociedad, sus causas y sus soluciones.

Perpetuación del enfoque STEAM. Los niños tienden a imitar a sus mayores. Al igual que sus padres, sus profesores suelen actuar como modelos para ellos. Esto significa que, si el profesor aplica habitualmente la metodología STEAM en el aula, los alumnos también se sentirán motivados a utilizarla cuando ellos mismos necesiten ser profesores. Y ser docente no requiere una ocupación profesional en la escuela, ya que cada consejo que puedan dar como colegas, investigadores, profesores, padres, empleadores, etc., es de hecho un proceso de enseñanza.

1.3. ¿Qué diferencia hay entre STEM y STEAM?

La diferencia entre estos dos enfoques es la inclusión de "Artes". El objetivo de STEM es proporcionar a los estudiantes habilidades y experiencia en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, para que puedan aplicar estas habilidades en problemas de la vida real.

La inclusión de A en STEM es un enfoque relativamente reciente. Esto ha llevado al avance de la metodología STEM de las siguientes maneras:

- **Diseño.** Los estudiantes pueden utilizar las artes para visualizar y presentar sus pensamientos, ideas, propuestas, etc., las cuales podrían ser soluciones a un problema potencial. Pueden crear, por ejemplo, bocetos, diagramas, etc.
- **Comunicación.** Las artes pueden ser de gran ayuda en la comunicación. Muchos estudiantes prefieren expresarse, y por tanto sus ideas y propuestas, a través de las artes. Dado que a través de las artes pueden visualizar sus pensamientos, les resulta más fácil a los demás estudiantes y a los profesores comprender mejor sus pensamientos e ideas.
- **Planificación creativa.** En general, los estudiantes prefieren un proceso de enseñanza interactivo y lúdico que los métodos convencionales. Por lo tanto, al incorporar las artes en el proceso educativo, pueden volverse más productivos y generar ideas innovadoras, el cual es uno de los objetivos de STE(A)M.

En cualquier caso, los objetivos de STE(A)M permanecen sin cambios: abordar problemas científicos y/o de ingeniería reales a los estudiantes y motivarlos a encontrar soluciones utilizando habilidades y conocimientos de tecnología, matemáticas y, en el caso de STEAM, artes.

1.4. ¿Cómo poner en práctica la metodología STEAM en el aula?

Aunque cada curso o tema requerirá un enfoque diferente para cumplir con los criterios STEAM, hay varios pasos que se deben seguir para que el profesorado aplique el método en el aula. Estos pasos incluyen:

- **Un enfoque claro.** STEAM no debe utilizarse como método de enseñanza general, sino que debe estar orientado a objetivos. Esto significa que antes de intentar aplicar esta metodología, los profesores deben tener un tema específico que abordar. Por ejemplo, en lo que respecta al cambio climático en general, los

profesores tendrán que definir primero el enfoque, que podría ser, por ejemplo, las causas, los efectos del cambio climático, las intervenciones humanas, las posibles soluciones, etc. Estas cuestiones deben abordarse por separado y usando diferentes herramientas STEAM.

- **Detalles y antecedentes.** Independientemente del tema a abordar mediante el enfoque STEAM, es de vital importancia que se presente adecuadamente a los estudiantes la base teórica necesaria. Esto no debería ser antes de poner en marcha STEAM, sino ser parte de ella. Los estudiantes deben familiarizarse con la información necesaria sobre un tema antes de poder comprenderlo y participar en cualquier actividad.
- **Participación activa.** Este es uno de los aspectos más importantes de STEAM. Cualquier método de enseñanza no participativo, incluidos los más impresionantes o innovadores, rara vez puede inducir todos los resultados del aprendizaje. Los estudiantes deben participar activamente en varias acciones para que la clase sea lo más interactiva posible.
- **Usos prácticos.** La clase no debe limitarse a la parte teórica. Los estudiantes necesitan pensar (o buscar) y encontrar soluciones reales a los problemas abordados.
- **Compartir resultados.** Como los estudiantes han participado activamente en el enfoque general, también necesitan compartir los resultados entre los compañeros y con el profesor. Si el profesor les ha pedido que busquen información sobre un tema específico, necesitan comentar sus propios pensamientos, opiniones o incluso resultados de búsqueda.
- **Vinculación con otras cuestiones.** Cada curso o tema abordado debe estar vinculado también a otros temas similares. Por ejemplo, un curso relacionado con las causas de la crisis climática debe estar vinculado a sus impactos, a sus posibles soluciones, etc.
- **Creatividad.** Los profesores no deberían dar a sus alumnos resultados fijos (por ejemplo, soluciones, causas, efectos del cambio climático, etc.), sino pedirles que propongan los suyos propios. Los estudiantes deben tener la oportunidad de expresarse (a través de palabras, actividades, arte, etc.). Esto tendrá un doble resultado: por un lado, se conseguirán mejor los resultados docentes deseados (adquisición de conocimientos y habilidades, desarrollo del pensamiento crítico, etc.). Por otro lado, los estudiantes tienen una perspectiva y experiencias diferentes a las de los profesores, lo que significa que, potencialmente, los estudiantes pueden plantear cuestiones que los profesores no podrían haber pensado. De este modo, se facilita el aprendizaje para los estudiantes, pero también para los profesores.

1.5. ¿Puedo enseñar con STEAM?

Con base en lo anterior, se podría pensar que el enfoque STEAM requiere conocimientos específicos e integrados sobre temas científicos y/o de ingeniería, familiaridad con la tecnología, vena artística o dominio de las matemáticas.

Sin embargo, el uso de la metodología STEAM en el aula no requiere ninguno de estos. Todo profesor puede enseñar STEAM. No es necesario, por ejemplo, ser profesor de ciencias o arte, ni siquiera tener la formación correspondiente. La clave para aplicar STEAM en el aula es tener en cuenta que sus cinco aspectos no son individuales, sino que deben estar fuertemente interconectados.

De fundamental importancia es el afán del docente por aplicar el enfoque STEAM en su aula. Para comenzar con la aplicación de esta metodología, el docente debe estar exento de la –común, lamentablemente– actitud de profesión, pero ceñirse a la actitud de vocación. La diferencia entre ambos es simple: el docente profesional solo ve la educación como un trabajo, como un medio de pago. El docente profesional ve la educación no solo como un placer, sino que también considera su papel de gran importancia.

Por lo tanto, siempre que el docente tenga la intención de brindar a sus alumnos los conocimientos necesarios y – ¿por qué no? – aún más conocimientos además del plan de estudios, pueden convertirse fácilmente en profesores STEAM.

Por otro lado, aplicar STEAM en el aula no es una tarea sencilla. Todo docente necesita tener un desarrollo profesional especial antes de poder ponerlo en práctica con éxito. Pueden asistir a seminarios o seminarios web, pueden leer sobre STEAM, pueden consultar a expertos en STEAM, etc. Este es exactamente el propósito del proyecto PROFF y de esta guía: proporcionar a los profesores las habilidades y conocimientos necesarios para ayudarles a incorporar STEAM en su proceso de enseñanza, primero en lo que respecta al cambio climático y los desastres naturales, y por extensión a todos y cada uno de los cursos y aulas.

1.6. ¿Necesito un equipo especial para enseñar con STEAM?

Igual que en la investigación científica y en muchos otros aspectos de nuestra vida, la forma en que podemos poner en práctica STEAM es según los materiales que tenemos a nuestra disposición. Si tenemos la capacidad (y la experiencia) de utilizar equipos, dispositivos, etc. tecnológicos complejos, entonces pueden tener una contribución significativa para nuestra clase.

Sin embargo, no es necesario poseer un laboratorio científico o un súperdispositivo para enseñar STEAM. STEAM se puede aplicar incluso utilizando materiales simples que están disponibles en la mayoría de las clases, como papeles y lápices. De forma más simple, STEAM se puede llevar a cabo incluso llevando a los estudiantes a la naturaleza o incluso al patio de la escuela.

Lo importante es tener la voluntad de aplicar esta metodología. Una vez garantizado esto, los profesores deben tener la formación teórica necesaria sobre el tema que están abordando. En cuanto al cambio climático y los desastres naturales, en particular las inundaciones, los resultados del proyecto PROFF pretenden complementar los conocimientos de los profesores, para que puedan aplicar la metodología STEAM en sus aulas.

Pero si puedes utilizar fotografías, vídeos, presentaciones o realizar actividades (por ejemplo, experimentos) que requieran materiales específicos, debes intentar incorporar algunos de ellos en el proceso de enseñanza.

1.7. ¿En qué cursos debería elegir el enfoque STEAM?

La respuesta a esta pregunta es bastante simple. A pesar de estar compuesta por cinco componentes específicos, ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, la metodología STEAM no fue diseñada solo para cursos relacionados con estos. Idealmente, puede (o mejor, debería) usarse para todos y cada uno de los cursos, independientemente del tema.

Una pregunta similar sería: ¿En qué cursos necesitamos una pizarra? Para cursos como matemáticas o historia, la pizarra es necesaria. Para la gimnasia, por ejemplo, se podría decir que no es necesaria, pero la gimnasia también tiene una parte teórica, además de los ejercicios, por lo que en la práctica la pizarra puede facilitar cada curso.

Por ejemplo, STEAM encaja perfectamente con un curso lingüístico, que a primera vista no coincide con ninguno de estos cinco aspectos. Si se examina el curso en detalle y se reflexiona sobre lo que los estudiantes necesitan aprender y cómo pueden aprenderlo, nos damos cuenta de que incluso este curso se puede enseñar a través de STEAM.

También es importante tener en cuenta que en algunos cursos no se pueden aplicar simultáneamente los cinco aspectos de STEAM. Por ejemplo, para un curso específico, el profesor puede utilizar solo ciencia, tecnología y artes. Esta limitación no se debe a la naturaleza de ningún curso, ya que los cinco componentes se pueden aplicar a todos los temas y en todos los casos. Cuál de los aspectos se utilizará depende únicamente del tiempo disponible y de la experiencia, conocimientos y habilidades del profesor.

En conclusión, el enfoque STEAM se puede utilizar en todos los cursos. De hecho, considerando sus múltiples beneficios, conviene utilizarlo en lugar del método de enseñanza tradicional y convencional en todos los casos posibles.

2. Herramientas de STEAM

STEAM utiliza muchas herramientas, muchas de las cuales pueden utilizarse en casi cualquier aula. Las herramientas STEAM se agrupan en dos grandes categorías, las herramientas no conectadas (no necesitan conexión/enchufe) y las conectadas (necesitan conexión/enchufe). En esta sección, haremos una breve descripción de ambas categorías y añadiremos ejemplos de herramientas que pueden utilizarse para enseñar las catástrofes naturales relacionadas con el cambio climático, centrándonos en las inundaciones repentinas.

2.1. Herramientas no conectadas de STEAM que no necesitan conexión/enchufe

Las herramientas no conectadas incluyen herramientas que pueden crearse y/o utilizarse sin alimentación eléctrica. Las hay desde muy sencillas hasta más complejas. Su principal ventaja es que, por lo general, pueden utilizarse en cualquier aula sin ninguna necesidad especial, salvo el equipo necesario. Entre las herramientas no conectadas más comunes para enseñar acerca del cambio climático y las inundaciones repentinas se encuentran las siguientes:

1. **Papel y artículos de papelería.** Es la herramienta STEAM más sencilla que puede utilizar un profesor. Al mismo tiempo, es uno de los métodos de enseñanza más eficaces para empezar a utilizar STEAM como método de enseñanza. Lo más sencillo sería pedir a los alumnos que hagan una lista de los posibles efectos, causas o soluciones de las inundaciones. Para algo más complejo, se puede pedir a los alumnos que dibujen una cuenca de drenaje imaginaria, una ciudad, una industria, una zona agrícola, etc., y que evalúen los efectos de una inundación repentina.
2. **Artículos de papelería complejos/avanzados.** Un material más complejo sería rotuladores, cartulinas, acuarelas, tijeras, cuerdas, pinceles, pegamento, reglas, papel de arroz, etc. Los alumnos pueden, por ejemplo, crear un sistema de drenaje más complejo y visualizar mejor los efectos de una inundación repentina u otra catástrofe (por ejemplo, una avalancha, la erosión del suelo, la erosión costera, etc.) o las medidas de protección contra ella.
3. **Plastilina.** La plastilina puede utilizarse de forma similar como los artículos de papelería complejos, pero es más fácil de adquirir, utilizar y visualizar las catástrofes naturales relacionadas con el cambio climático.
4. **Bloques de construcción, Playmobil, etc.** Aunque estas herramientas son principalmente para alumnos más jóvenes, pueden simular actividades humanas reales (por ejemplo, un asentamiento con carreteras, puentes, etc.). Así, los alumnos pueden visualizar una ciudad real y examinar las repercusiones de varias catástrofes naturales.

5. **Bocetos, diagramas y fotos.** En lugar de limitarse a explicar a los alumnos qué es una inundación, sería mejor para ellos, independientemente de su edad, que pudieran verla realmente. La visualización desempeña un papel fundamental en la educación. Hoy en día, estas herramientas de visualización suelen encontrarse online, pero siempre pueden presentarse en papel si el profesor lo considera mejor o si hay problemas tecnológicos.
6. **Materiales naturales.** Los profesores siempre pueden utilizar materiales naturales para simular una inundación, una avalancha, la erosión del suelo, una inundación costera, etc. Estos materiales son muy fáciles de encontrar y utilizar, pero normalmente requieren un espacio abierto. Pueden ser adoquines, tierra, arena, hojas, madera, etc.
7. **Excursiones.** Son una de las herramientas más importantes para educar a las personas (independientemente de su edad, tipo de educación o formación) en cuanto a la naturaleza. Pueden contribuir al máximo en comparación con la mayoría de las demás técnicas educativas. Con las excursiones, los alumnos pueden observar la naturaleza y comprender los procesos naturales que siempre han estado presentes y han afectado durante mucho tiempo a las actividades humanas, así como verse afectados por ellas. Pueden comprender la relación/interacción entre distintos procesos naturales, formas del terreno u otras características entre la naturaleza y el ser humano. También, gracias a las excursiones, los alumnos se vuelven más cercanos entre sí y con sus educadores, creando vínculos duraderos. Además, el carácter altamente interactivo y vivencial de las excursiones las convierte en un medio educativo perfecto, capaz de ofrecer conocimientos a todos los alumnos.

2.1.1. Simulador de corrientes

Además de las anteriores, también existen herramientas no conectadas que son más complejas de adquirir o crear. El simulador de corrientes es una de ellas. El simulador de corrientes es un componente necesario de varios talleres descritos en esta guía. Por ello, en esta sección, haremos una breve descripción de cómo crearla y utilizarla en el aula.

Con el simulador de corrientes se abordan varios aspectos de STEAM. Los alumnos pueden comprender la parte científica de las inundaciones repentinas (por ejemplo, las causas y los factores que las causan), y también la eficacia de las medidas de protección (ingeniería). Las artes se aplican de una manera, dado que los alumnos crean su propio relieve y ciudad según su imaginación y, por supuesto, algunos hechos que deben tenerse en cuenta y que se describen en las secciones siguientes. Las matemáticas podrían aplicarse, a un nivel avanzado, si se quisiera hacer una estimación cuantitativa aproximada de los daños de las inundaciones (por ejemplo, los costes de los daños).

Para la creación del simulador de corrientes, se necesitará:

1. Un simulador de corrientes;

2. sedimentos;
3. simulaciones de personas, coches, edificios, carreteras, árboles, etc. (como Playmobil o Lego); y
4. una fuente de agua;
5. (Opcional) Google Earth.

Simulador de corrientes

El simulador de corrientes es una cubeta que permite simular el comportamiento del agua que fluye en una cuenca de drenaje. Simula una cuenca de drenaje cuyo régimen de crecidas queremos estudiar (Figura 2.1.1). Aunque se puede comprar un juego completo para un simulador de corrientes, cualquier bañera sirve para el taller. Lo ideal es que las dimensiones de la bañera sean de 1,2 m x 35 cm. Hay que tener en cuenta que las bañeras más grandes requerirán una mayor cantidad de sedimentos.



Figura 2.1.1: Preparación de un simulador de corrientes.

Sedimentos

Los sedimentos que se pueden utilizar para el taller incluyen piedras, arena y arcilla. Puedes utilizar cualquiera de estos tres, o incluso cualquier combinación. Estos sedimentos simulan el régimen geológico de la cuenca de drenaje. Puedes elegir el material o materiales que mejor se adapten al caso que quieras estudiar, teniendo en cuenta que:

- Las piedras son muy porosas, lo que significa que el agua que fluye se infiltrará más fácilmente y, por tanto, menos agua se convertirá finalmente en escorrentía superficial; la cantidad de agua de inundación por lo tanto se reduce; la arena tiene una porosidad intermedia y la arcilla (suelo) aún menos. Por lo tanto, el agua de inundación será más alta.

- Si se mezclan dos tipos de materiales, por ejemplo, piedras y arcilla, las partículas de arcilla taparán los poros entre las piedras, impidiendo la infiltración del agua.
- Si se utilizan dos o tres tipos de materiales (en tramos separados dentro de la capa freática), se crean zonas de diferente porosidad de diferentes litologías a lo largo de la cuenca de drenaje (lo que ocurre en casi todas las cuencas...).

Una vez recogido el material que vayamos a utilizar, lo ponemos en la cubeta. Habrá que crear la morfología de la cuenca utilizando este material. Para simular una cuenca real, se necesita una zona de "alto" relieve en uno de los bordes del simulador de corrientes, cuya inclinación se irá reduciendo (o, en algunos tramos, se mantendrá estable) a medida que nos desplazemos hacia el otro borde (en las cuencas reales, la parte de alto relieve son las montañas y la parte de bajo relieve son las desembocaduras del río; la inclinación entre estos dos tramos se reduce, de forma homogénea o escalonada).

Se puede crear un desfiladero profundo y estrecho, una cascada, una llanura, etc. y también un río mayor recto, serpenteante, etc. También se pueden crear más arroyos menores en la parte "alta" de la cuenca.

Figuras Lego/Playmobil

Los utilizaremos para simular las intervenciones humanas dentro de la cuenca de drenaje. Se pueden colocar carreteras, edificios, puentes, parques, árboles, coches o incluso personas, así como medidas de protección contra las inundaciones. De esta manera, simularemos el factor de ocupación del suelo que afecta a las inundaciones.

Fuente de agua

Como fuente de agua, podemos utilizar una manguera o un cubo grande lleno de agua y así simular la lluvia. Para empezar el experimento, basta con abrir el grifo o empezar a echar el agua.

Si la descarga de agua es pequeña, la lluvia será de baja intensidad. Si es grande, una tormenta. También podemos cambiar la intensidad de forma constante, escalonada o gradual. Además, podemos desplazar la fuente de agua de las desembocaduras a la parte montañosa o viceversa para simular que la tormenta tome una dirección diferente en relación con la cuenca (lo que provocaría distintos tipos de inundaciones).

Google Earth

De manera opcional, podemos utilizar Google Earth para visualizar nuestra región. Observaremos la cuenca hidrográfica en la que se encuentra y registraremos su morfología, sus litologías (si es posible) y su red de drenaje (torrentes, arroyos y ríos).

A continuación, intentaremos crear esta cuenca utilizando el simulador de corrientes. Simularemos también las intervenciones humanas tal y como existen en nuestra zona (por ejemplo, ciudades, carreteras, parques, etc.).

A continuación, realizaremos los experimentos propuestos en esta guía (o cualquier otro experimento que se nos ocurra) y comprobaremos qué partes de la zona son más propensas a sufrir inundaciones repentinas. Comentaremos con los alumnos a qué se debe.

2.1.2. Experimentos con suelo

Los experimentos con el suelo siguen la misma filosofía que el simulador de corrientes, pero son más sencillos de construir y llevar a cabo. Necesitaremos los siguientes materiales:

1. un recipiente de plástico o vidrio transparente;
2. agua;
3. tierra y/o arena.

Arena (o grava) - absorbe el agua y se desliza lentamente - se produce la erosión superficial. En caso de suelo arcilloso, el agua fluye por la superficie y la erosión se produce gradualmente.

Teniendo esto en cuenta, podemos elegir el material que a utilizar. Lo pondremos en el recipiente y lo inclinaremos (Figura 2.1.2a). A continuación, verteremos el agua gradual y lentamente para observar el movimiento de la tierra o la arena (Figura 2.1.2b). De este modo, podremos simular tanto la erosión del suelo como las avalanchas. También podremos examinar los efectos del cambio climático en estos fenómenos, aumentando la descarga con la que echamos el agua. Esto reflejará, como en el simulador de corrientes, un aumento de la duración y/o intensidad de las precipitaciones como consecuencia del cambio climático.



(a)



(b)

Figura 2.1.2: (a) Experimento con el suelo; (b) Ejecución del experimento

2.2. Herramientas conectadas que necesitan conexión/enchufe

Las herramientas conectadas son las que requieren alimentación eléctrica. Por lo general, estas herramientas son más complejas que las de la categoría anterior y tienen

más limitaciones en cuanto a cuándo, dónde y cómo pueden utilizarse, así como quién puede utilizarlas correctamente. Por otro lado, pueden ofrecer a los estudiantes experiencias más visuales, sonoras o incluso basadas en la Realidad Aumentada, y también familiarizarlos con el uso de tales métodos, no solo para la educación, sino también para su futuro trabajo, ya que estas herramientas se utilizan ampliamente para otras actividades además de la educación. Algunas de ellas son:

1. **Plataformas web.** Internet se utiliza cada vez más, entre otras cosas, en la educación. Se puede pedir a los alumnos que busquen en internet información sobre el cambio climático, sus causas, sus efectos; sobre peligros naturales relacionados, como las inundaciones, así como que piensen ideas para posibles soluciones a problemas de la vida real. En la sección 3 de esta guía se incluyen ejemplos más concretos sobre cómo utilizar plataformas web para enseñar acerca del cambio climático y las inundaciones repentinas.
2. **Imágenes satélite.** Son una herramienta muy potente en muchos aspectos de la educación, así como en el trabajo. Se pueden obtener muchos tipos de información, como mediciones de superficie, longitud y altitud, cartografía o identificación de zonas de interés (como la geomorfología, la estratigrafía, etc., o, más simple, identificar la mejor ruta para llegar a un punto concreto). Además, se puede observar la evolución reciente de una zona dinámica (como una llanura deltaica, una playa, un campo de dunas, etc.) a lo largo de los años y examinar los factores que han provocado posibles diferenciaciones. Además, los estudiantes pueden ver panorámicamente cualquier zona, observar su relieve y sus características morfológicas, su ocupación del suelo, etc., así como observarla desde cualquier aspecto óptico. En cuanto a los peligros naturales, como las inundaciones repentinas, la erosión del suelo, las avalanchas, etc., los alumnos pueden observar una zona (preferiblemente, su propia zona de residencia) y estimar su vulnerabilidad, basándose en los principales factores y causas de estos peligros.
3. **Excursiones virtuales.** Son una forma muy experiencial de estudiar un área. Con este tipo de excursiones se pueden conseguir resultados de aprendizaje combinados con el uso de las dos herramientas anteriores. Varios estudios han demostrado que, al menos en lo que respecta al aprendizaje y la enseñanza, las excursiones virtuales no pueden sustituir a las excursiones reales, pero siguen estando entre las mejores herramientas educativas, ya que pueden ofrecer a los estudiantes muchas formas de aprender. Las excursiones virtuales pueden realizarse a través de diversas plataformas (por ejemplo, Google Earth, ArcGIS Story Map, Realidad Virtual, Realidad Aumentada). Las excursiones virtuales pueden abordar cualquier tema relacionado con el cambio climático, tanto causas e impactos como soluciones.
4. **Sensores.** A través de sensores, podemos examinar cuestiones relevantes para el cambio climático. Los sensores pueden utilizarse en otras plataformas como Arduino, etc. Algunos ejemplos concretos de cómo pueden usarse los sensores

en el estudio del cambio climático son: (a) el impacto del CO₂ en la temperatura global; (b) la observación de la vegetación tras un incendio utilizando el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI); los estudiantes pueden participar en el proceso de toma de medidas y datos desde satélite que les hará actuar como científicos; y (c) el estudio de la erosión del suelo. Sin embargo, el uso de sensores es muy complejo, ya que requiere personal especializado y experiencia. Por ello, en esta guía no hemos propuesto ninguna actividad basada en sensores.

5. **Herramientas de Realidad Virtual (RV).** La RV es una simulación de un mundo tridimensional (virtual) que da a los usuarios la sensación de estar situados en ese mundo. Se aíslan del mundo real y se sumergen en el virtual. La RV puede utilizarse para estudiar las inundaciones, ya que se puede simular el fenómeno como si estuviéramos realmente en el lugar donde se produjo. Por otra parte, estas herramientas son muy complejas y, por lo tanto, no las hemos aplicado en este proyecto.

2.2.1. Realidad Aumentada (RA)

La realidad aumentada (RA) es una experiencia interactiva de simulación que combina el mundo real y el virtual. Los usuarios son testigos del mundo real, pero también de imágenes generadas por ordenador, animaciones, etc. La RA combina interacciones 3D en tiempo real con visualizaciones virtuales y es perfecta para simular inundaciones y otros fenómenos naturales. A diferencia de la RV, la RA es relativamente sencilla de desarrollar y utilizar. A través del proyecto PROFF, hemos desarrollado una aplicación de RA que puede utilizarse para simular inundaciones dentro de una habitación (por ejemplo, un aula).

Se puede acceder a la aplicación desde aquí. Se trata de un archivo .apk que puede descargarse en el teléfono móvil. Para descargarla e instalarla, profesores y alumnos pueden seguir estos pasos:

1. Descarga el archivo PROFF.apk en el ordenador o en el teléfono móvil Android. Si lo has descargado en el móvil, entonces mira el paso 6.
2. Conecta el teléfono al ordenador con un cable USB.
3. Configura el teléfono en "USB para transferencia de archivos". Verás el teléfono conectado a otras unidades de tu ordenador.
4. En el ordenador, copia el archivo PROFF.apk en la memoria interna del teléfono o en la tarjeta SD.
5. Utiliza el explorador de archivos del teléfono (normalmente "Archivos") para encontrar el archivo PROFF.apk que has descargado o copiado.
6. Ejecuta el archivo.
7. Si en el teléfono aparece un mensaje sobre no permitir la instalación desde fuentes no verificadas, busca "permitir la instalación desde fuentes no

verificadas" (o similar - dependiendo del modelo, fabricante y versión Android) en los ajustes del teléfono y actívalo. Repite los pasos 5-6.

8. Inicia la aplicación, confirma el permiso para utilizar la cámara, apunta la cámara dentro de la habitación.

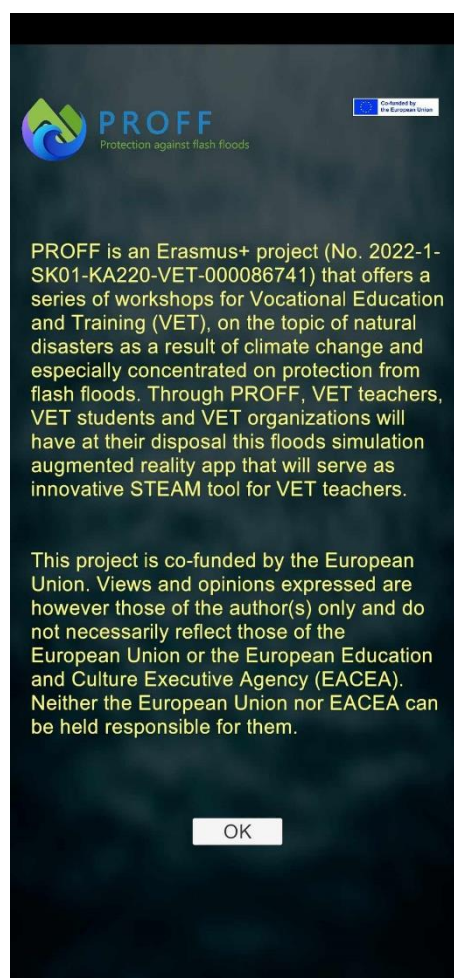
El botón de "Configuración" permite seleccionar el idioma de la interfaz. Se puede elegir entre cinco idiomas: inglés, griego, lituano, eslovaco y español. (Figura 2.2.1a). El botón "Acerca de" muestra una breve descripción del proyecto (Figura 2.2.1b) y el botón "Salir" permite salir de la aplicación.

Después de seguir estos pasos opcionales, veremos el espacio de trabajo principal de la aplicación AR (Figura 2.2.2). En la parte superior, veremos tres parámetros que afectan a las características de la inundación:

1. **Cantidad de precipitaciones por área.** Este parámetro se refiere a la cantidad de precipitaciones. Cuanta más agua de lluvia cae sobre una zona, más propensa es a sufrir inundaciones.
2. **Cantidad de precipitaciones por tiempo.** Este parámetro se refiere a la intensidad de las precipitaciones. Cuanto menor sea el tiempo en que caiga una determinada cantidad de agua de lluvia, más posibilidades habrá de que se produzca una inundación, y más intensa será la inundación.
3. **Capacidad de infiltración de las rocas.** Este parámetro se refiere a la capacidad de las formaciones rocosas (o del suelo) de la parte montañosa de la cuenca para almacenar parte del agua de lluvia, impidiendo que fluya superficialmente.



(a)



(b)

Figura 2.2.1: (a) Selección de idioma; (b) La sección "Acerca de".

Cada uno de estos parámetros tiene una barra, la cual el usuario puede arrastrar para modificarlos. Cada barra tiene tres opciones: izquierda (bajo), centro (medio) y derecha (alto). Situar los dos primeros parámetros en "alto" y/o el tercero en "bajo" conlleva un aumento de la velocidad del agua y, por tanto, del tiempo disponible antes de que el aula quede totalmente "inundado".

Coloque la barra de cada parámetro en la posición deseada y observe los resultados. Verá que la habitación se inunda gradualmente. A continuación, puede ver la velocidad del flujo de agua (en metros por segundo) y el nivel de agua dentro del lugar (en metros) (Figura 2.2.2).

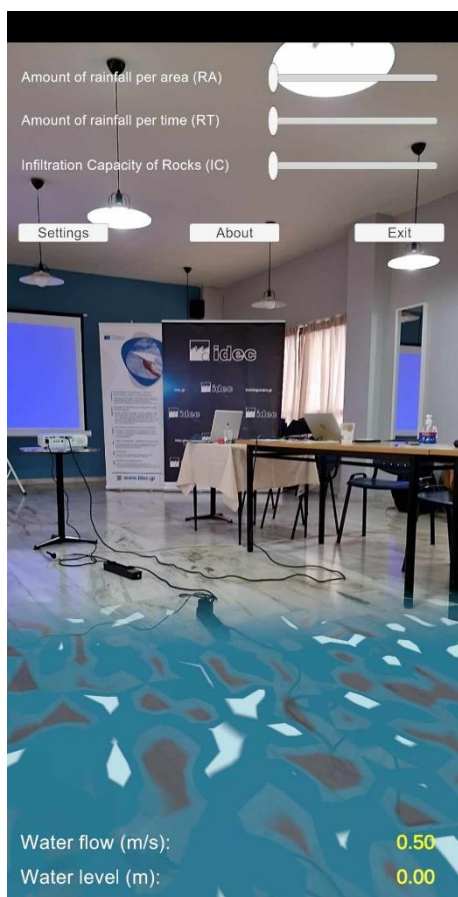


Figura 2.2.2: Simulación de una inundación utilizando la aplicación AR.

Caja de arena de Realidad Aumentada

La caja de arena de Realidad Aumentada es una valiosa herramienta para enseñar a los estudiantes el relieve y los principios de la geografía física y la geomorfología, antes de profundizar en detalles más teóricos y/o aplicaciones prácticas.

La caja de arena de Realidad Aumentada es una mesa que utiliza la realidad aumentada para visualizar el relieve en un modelo tridimensional y que los usuarios pueden ver sin el uso directo de un dispositivo tecnológico (como un teléfono móvil o unas gafas) (Figura 2.2.3). Hay que señalar que esta visualización es dinámica, es decir, que el relieve puede cambiar con el tiempo.

La caja de arena de Realidad Aumentada es muy fácil de manejar. Al igual que el simulador de corrientes, se necesita arena y se coloca dentro de un pequeño cubo o bañera. El tutor tiene que construir un relieve (por ejemplo, una cordillera, una llanura, tal vez un río que fluya por su interior, un desfiladero, etc.).

La propia caja de arena contiene una cámara 3D con un sensor de profundidad, por el cual se puede percibir la topografía creada por la arena. A continuación, se conecta a un sistema informático que procesa los datos y genera contornos codificados por colores, como los creados a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Mediante un proyector de luz, estos contornos se proyectan sobre el relieve de arena.



Figura 2.2.3: Una caja de arena de Realidad Aumentada (Fuente: <https://www.topobox.co/order>).

Normalmente, la caja de arena de Realidad Aumentada genera colores que son fáciles de percibir según el relieve. Por ejemplo, las llanuras suelen mostrarse con color verde, los ríos con azul, las montañas con marrón y los picos montañosos con blanco (Figura 2.2.4). También, el agua puede aparecer fluyendo de aguas arriba a aguas abajo, como su curso natural. Además, si se produce un cambio en el relieve (por ejemplo, debido a un cambio manual o a una avalancha o fenómeno similar), las curvas de nivel y los colores se ajustarán automáticamente al nuevo relieve.

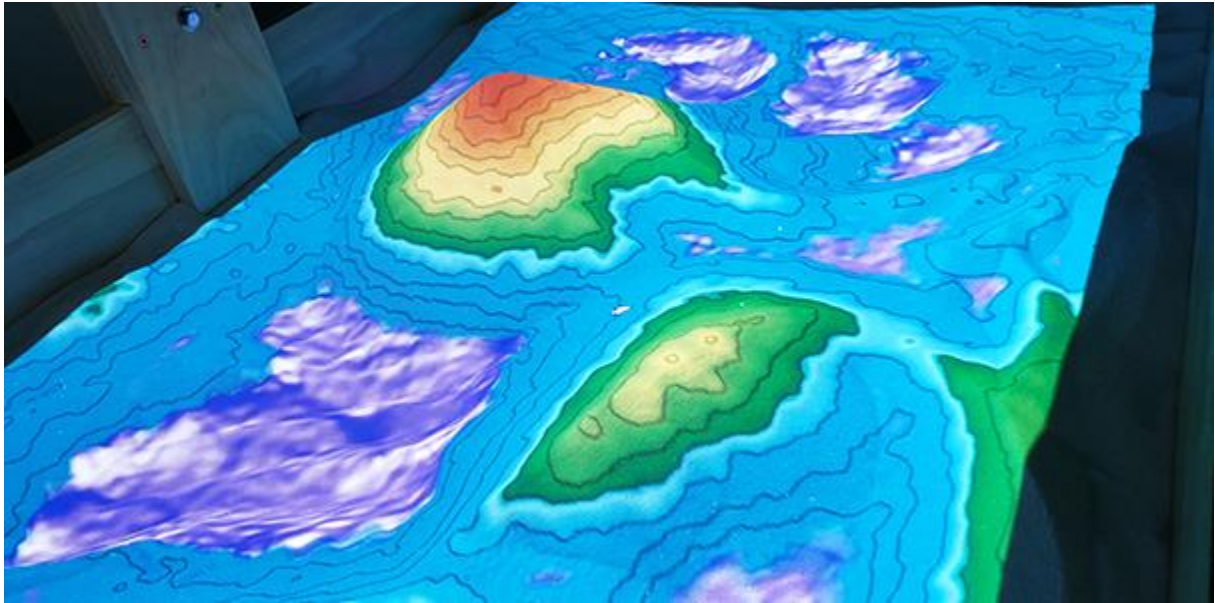
La caja de arena de Realidad Aumentada presenta varios inconvenientes, razón por la cual no se ha aplicado como método didáctico en esta guía y en el proyecto PROFF. En primer lugar, conseguirla es muy costosa. Además, su instalación requiere conocimientos especializados. También requiere expertos que lo manejen. Por lo tanto, no es una herramienta que pueda usarse fácilmente en el aula.

Aun así, es una excelente herramienta para visualizar el relieve y los procesos terrestres asociados a las catástrofes naturales, como las inundaciones, la erosión del suelo y las avalanchas. Los alumnos pueden hacerse una idea del relieve y de los procesos naturales que lo moldean y afectan a su configuración. Pueden comprender la topografía, la fisiografía de las cuencas de drenaje y la evolución del relieve, aunque no tengan ninguna formación científica teórica. Es una herramienta perfecta incluso para los alumnos de los primeros cursos de la enseñanza primaria.

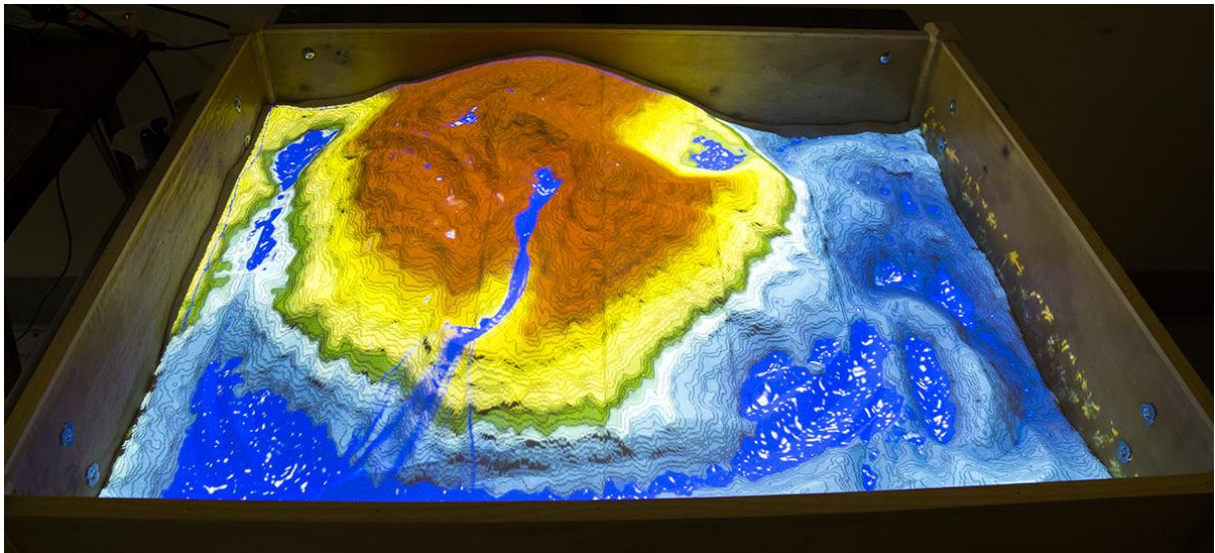
Su imperatividad y su ajuste automático al relieve creado dan a los observadores la impresión de que el relieve está "vivo", como si cambiase dinámicamente con el tiempo. Obviamente esto es cierto, pero como los procesos naturales se producen a lo

largo de la escala temporal geológica, su observación directa es, en muchas ocasiones, imposible, incluso sobre el terreno. Con la caja de arena de Realidad Aumentada, el tiempo de evolución del relieve puede acotarse en un curso presencial, o incluso en menos, permitiendo así a los alumnos observarlo directamente y comprenderlo.

Un ejemplo de la función y las capacidades de la caja de arena de Realidad Aumentada puede verse en este breve vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=bA4uvkAStPc>.



(a)



(b)

Figura 2.2.4: El relieve simulado por una caja de arena de Realidad Aumentada: Fuentes de imágenes: (a) <https://www.unco.edu/news/articles/augmented-reality-sandbox-earth-sciences.aspx>; (b)

<https://sites.allegheny.edu/news/2015/02/23/students-get-their-hands-dirty-with-new-augmented-reality-sandbox/>.

3. Aprender sobre el cambio climático

3.1. Un recorrido a través del cambio climático: orígenes, consecuencias y soluciones para un futuro sostenible

Introducción

Las actividades STEAM pueden ayudar a que los participantes se interesen por la ciencia y la tecnología detrás del cambio climático, al mismo tiempo que incorporan elementos de arte, ingeniería y matemáticas. Al participar en actividades prácticas, los participantes pueden profundizar en su comprensión de las causas y repercusiones del cambio climático y explorar estrategias para mitigar sus efectos y adaptarse a ellos. Proponemos tres actividades como taller de introducción al cambio climático que se basarán en **análisis de datos climáticos**.

Herramientas y métodos

Los alumnos practicarán la recopilación y el análisis de datos en dos etapas:

Como introducción al tema y para observar los efectos del cambio climático en distintas partes del mundo, los alumnos accederán a [este enlace](#).

Proporciona fotos de distintos lugares del planeta en el pasado y en la actualidad. La herramienta ofrece a los usuarios varias opciones: una muy interesante es ver el cambio de los lugares proporcionados en modo time lapse.

1. La [herramienta de la NASA](#) permite observar cómo cambian con el tiempo algunos de los principales indicadores climáticos de la Tierra.

La herramienta [En-ROADS](#) es un simulador online y gratis que ofrece a responsables políticos, educadores, empresas, medios de comunicación y público en general la posibilidad de probar y explorar soluciones climáticas intersectoriales. Está disponible en varios idiomas y podemos modificar varios aspectos que influyen directamente en las emisiones de gases de efecto invernadero. Las modificaciones pueden verse en tiempo real en los gráficos que aparecen en la parte superior de la pantalla, por lo que es relativamente fácil llegar a conclusiones.

Actividades

Para utilizar los simuladores en los talleres, los profesores pueden realizar las siguientes actividades:

1. **NASA Image Gallery**, disponible [aquí](#). Los alumnos deben:
 - 1.1. Buscar una imagen de los siguientes procesos/lugares: Glaciares, Polos, Inundaciones, Tornados y Sequías.
 - 1.2. Sacar capturas de pantalla de estos procesos/lugares.

- 1.3. Observar las imágenes en *time lapse*.
 - 1.4. Seleccionar una y observar cómo ha sido la tendencia a lo largo de los años (por ejemplo, lineal, cambiante, cíclica, etc.)
 - 1.5. Intentar representarla con un gráfico.
 - 1.6. Ir a la sección *Beautiful Photos*, seleccionar una foto y comentar qué les ha llamado la atención y por qué la han elegido.
2. **NASA Image Gallery**, disponible [aquí](#). Los alumnos deben:
- 2.1. Visualizar cómo ha cambiado la temperatura del suelo en los últimos doscientos años. ¿Cuáles eran los lugares más cálidos en 1886 y cuáles son hoy?
 - 2.2. Visualizar la capa relacionada con los bloques de hielo. ¿A qué se refiere cada color: azul, naranja-rojo, negro y gris?
 - 2.3. Comparar las superficies inundadas en las cuatro zonas geográficas. ¿Cuál de ellas se ve más afectada por la subida del nivel del mar?
 - 2.4. Indica qué costas han sido históricamente las más cálidas (señalar el año en el que se aprecie con claridad) y comentar qué océano es el más cálido y el más frío en la actualidad.
3. Utilizar la herramienta En-ROADS, disponible [aquí](#). Es un juego de rol. Estudiantes y profesores se encuentran en una cumbre climática organizada por la ONU. Los alumnos deben:
- 3.1. Organizarse en grupos de 3. Cada grupo será un país y representará los intereses de un lobby relacionado con estos sectores: energía, transporte, construcción, agricultura.
 - 3.2. Analizar la información encontrada en la web.
 - 3.3. Observar cómo influye cada una de las variables en el cambio climático: tanto las que afectan a nuestro sector como las variables clave del resto de sectores.
 - 3.4. Tomar notas y preparar el discurso para la cumbre.
 - 3.5. Organizar un debate en el que cada país defienda sus intereses particulares, pero también tomar una decisión conjunta que permita avanzar como sociedad y hacer frente a la crisis climática.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

Este taller aborda los siguientes aspectos de la educación STEAM:

- **Ciencia:** Se presentará a los estudiantes el concepto general del cambio climático y se familiarizarán con sus efectos principales en diversos entornos y ubicaciones.

- **Tecnología:** Los estudiantes utilizarán varias plataformas online para realizar este taller, el cual contribuirá al aumento de competencias y habilidades digitales.
- **Artes:** Los estudiantes observarán varias imágenes, diagramas, fotografías y bocetos durante este taller. De esta forma, podrían inspirarse a registrar sus pensamientos de una manera artística cuando se les pida que tomen sus propias notas (para prepararse para el debate).

3.2. De los residuos a la sabiduría: exploración de los residuos humanos y la contaminación

Introducción

Este taller brindará a los participantes una comprensión más profunda del impacto ambiental de las actividades humanas y los tipos de desechos y contaminantes generados por diversos sectores como el transporte, la producción y la agricultura. Este conocimiento puede ayudarles a identificar y cuantificar el impacto de sus acciones en el medio ambiente y a tomar medidas para reducir su huella de residuos y contaminación.

Herramientas y métodos

Los estudiantes utilizarán las siguientes herramientas:

1. **Calculadora de carbono.** Una plataforma en la cual los estudiantes se convertirán en participantes activos en la lucha contra el cambio climático. Les motivará a responsabilizarse de su impacto ambiental; les enseñará sostenibilidad, les permitirá tomar decisiones informadas y fomentará la colaboración y la acción colectiva.

Este procedimiento anima a los estudiantes a establecer objetivos para reducir sus emisiones de carbono. Proporciona un punto de referencia para medir el progreso y realizar un seguimiento de las mejoras a lo largo del tiempo. Al establecer objetivos alcanzables y monitorear el progreso, los estudiantes pueden experimentar una sensación de logro y motivación al ser testigos del impacto positivo de sus cambios de comportamiento.

2. **Arte climático.** Una actividad artística que puede utilizarse para transmitir conceptos y datos científicos relacionados con el cambio climático. Los estudiantes pueden crear obras de arte que representen visualmente datos climáticos, como tendencias de temperatura, aumento del nivel del mar o emisiones de carbono. Este ejercicio permite a los estudiantes aplicar el conocimiento científico, comprender la importancia de los datos y comunicar información científica de manera efectiva a una audiencia más amplia.

Mediante este ejercicio artístico, los estudiantes explorarán la intersección del cambio climático y la gestión de residuos mientras fomentan la creatividad, el

pensamiento crítico y la conciencia ambiental. Obtendrán experiencia práctica en la reutilización de desechos y descubrirán cómo el arte puede servir como medio para expresar importantes mensajes ambientales.

Actividades

Se incluirán las siguientes actividades:

1. **Cálculo de la Huella Ecológica**, disponible [aquí](#) y **solo en inglés**. Los estudiantes deben:
 - 1.1. Responder las preguntas para calcular su huella.
 - 1.2. Ver los hechos y cifras y reflexionar sobre el resultado obtenido.
 - 1.3. Indicar cómo se sienten y leer los consejos que ofrece la plataforma.
 - 1.4. Comparar resultados con el resto.
 - 1.5. Echar un vistazo a las soluciones y elegir la que más fácil parezca de conseguir con menos esfuerzo.
2. **Arte climático**. Será una obra de arte de comunicación no verbal, como las que se muestran en la Fig. 3.2.1, donde los estudiantes deberán:
 - 2.1. Recoger residuos propios del profesional para crear.
 - 2.2. Garantizar que la obra transmita que la colaboración y la conexión social no son negociables.
 - 2.3. Expresar una urgencia o un problema a través de la obra.

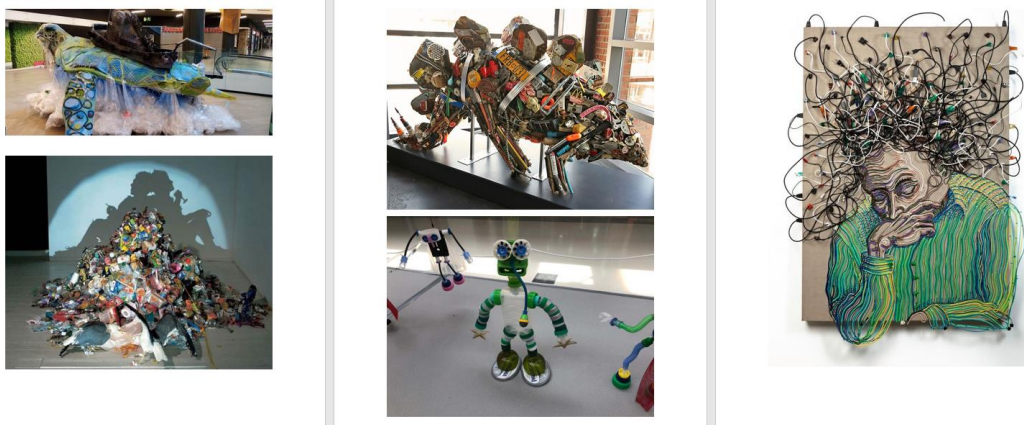


Figura 3.2.1. Ejemplos de obras de arte climático.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

En este taller, el enfoque educativo STEAM se ha llevado a cabo de las siguientes maneras:

- **Ciencia:** Los estudiantes se familiarizarán más con las intervenciones humanas que causan o deterioran la crisis climática, incluidas sus propias actividades

individuales. De esa manera, se les presentarán las principales causas del cambio climático, así como posibles soluciones individuales.

- **Tecnología:** Los estudiantes utilizarán varias plataformas y no como simples observadores. En cambio, se les pedirá que rellenen una serie de campos y observen los resultados. De esta manera, se familiarizarán más con el uso de la tecnología y su uso en la educación, la investigación y/o la profesión.
- **Ingeniería:** Los estudiantes construirán sus propios objetos utilizando residuos, lo que les servirá como introducción a algunos principios de la ingeniería.
- **Artes:** Las artes son una actividad única de este taller. Los estudiantes construirán sus propios objetos, según sus propios gustos, intereses, talentos, etc.

3.3. Estallido de la furia de la naturaleza: Exploración de fenómenos meteorológicos extremos (olas de calor, incendios forestales y vendavales)

Introducción

Este taller brindará a los participantes una comprensión más profunda del impacto ambiental de las actividades humanas y los tipos de desechos y contaminantes generados por diversos sectores como el transporte, la producción y la agricultura. Este conocimiento puede ayudarles a identificar y cuantificar el impacto de sus acciones en el medio ambiente y a tomar medidas para reducir su huella de residuos y contaminación.

Al realizar esta actividad, los estudiantes pueden obtener una comprensión práctica de cómo el viento puede dañar los edificios y la importancia de diseñar estructuras para soportar diferentes velocidades del viento. Les permite visualizar y experimentar los efectos del viento de primera mano, promoviendo el compromiso y una comprensión más profunda de los conceptos arquitectónicos y de ingeniería relacionados con el diseño de edificios resistentes al viento.

Herramientas y métodos

Se utilizarán las siguientes herramientas:

1. **Global Forest Watch.** Es una plataforma online que promueve el compromiso, el pensamiento crítico, la alfabetización en datos, la conciencia ambiental, la colaboración y la exploración profesional. En última instancia, capacita a los estudiantes para que sean ciudadanos informados y conscientes del medio ambiente para que puedan contribuir a la prevención y gestión de incendios forestales.

Es una herramienta muy completa y con mucho potencial educativo, por lo que puede ser recomendable invertir algo de tiempo en entender su

funcionamiento. En este apartado se explica paso a paso el uso de la plataforma. Después de aclarar las funciones y posibilidades de la plataforma, se pueden plantear diferentes situaciones en las que los alumnos puedan jugar e investigar.

2. **Actividad constructiva.** Es una actividad experimental para simular los efectos del viento. Esta actividad es adecuada para estudiar las condiciones climáticas extremas, pues proporciona un enfoque práctico para comprender el impacto de las condiciones climáticas severas en las estructuras. Fomenta el aprendizaje experiencial, el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas. Para crear el espacio de trabajo para esta actividad, los profesores necesitarán lo siguiente:
 - Pequeñas cajas de cartón (para representar edificios)
 - Pajitas o abanicos pequeños
 - Objetos ligeros (como clips o pequeños trozos de papel)
 - Cinta métrica o regla
 - Cuerda o cinta (para fijar las cajas)
 - *(Opcional)* Secador de pelo o ventilador de mano (para conseguir efectos de viento más fuertes)

Actividades

Se incluirán las siguientes actividades:

1. **Global Forest Watch**, disponible [aquí](#). Los estudiantes deben observar el mapa y realizar lo siguiente:
 - 1.1. Capa de CUBIERTA TERRESTRE: Cargar la capa de altura de la cubierta arbórea; especificar la altura deseada y encontrar qué país de Europa tiene la mayor altura de cubierta arbórea.
 - 1.2. Capa de COBERTURA VEGETAL: Cargar la capa de paisaje forestal intacto y verificar en el mapa qué países mantienen la mayor superficie de paisaje intacto.
 - 1.3. Capa de CLIMA: Encontrar qué país tiene el mayor potencial de secuestro de carbono.
 - 1.4. Capa de BIODIVERSIDAD: Identificar los países donde la conservación de la biodiversidad es más urgente.
 - 1.5. Capa de CAMBIO FORESTAL: Seleccionar fechas específicas para ver dónde han ocurrido los incendios más importantes.
 - 1.6. Elegir "Pérdida de cobertura arbórea debida a incendios" y comparar países que han experimentado periodos de incendios severos para observar la evolución. Quizás sea necesario hacer una búsqueda rápida en Internet para recordar los incidentes más graves de los últimos años (Grecia, Australia, Italia, etc.).

2. Actividad constructiva para simular los efectos del viento. Los estudiantes, junto con los profesores, deben realizar lo siguiente:
 - 2.1. Establecer un área para la actividad, preferiblemente en un lugar espacioso, interior o exterior, con pocos obstáculos.
 - 2.2. Dividirse en grupos pequeños, cada uno tendrá una caja de cartón, una pajita o abanico pequeño, objetos ligeros, cinta métrica o regla e hilo o cinta.
 - 2.3. Cada grupo debe construir un pequeño modelo de un edificio utilizando la caja de cartón. Se pueden recortar ventanas u otras características arquitectónicas si así se desea. Hay que asegurarse de que las cajas estén selladas de forma segura con hilo o cinta adhesiva para representar una estructura estable.
 - 2.4. Colocar los edificios en un punto de partida designado, asegurándose de que estén espaciados uniformemente.
 - 2.5. Observar cómo el viento puede dañar los edificios soplando suavemente sobre uno de los edificios con una pajita o un ventilador pequeño. Observar cómo responde el edificio al viento.
 - 2.6. Colocarse a diferentes distancias de los edificios, representando diferentes velocidades del viento. Se puede usar la cinta métrica o la regla para medir las distancias con precisión.
 - 2.7. Soplar hacia los edificios usando pajitas o pequeños ventiladores. Se puede experimentar con diferentes velocidades del viento ajustando la intensidad del soplo.
 - 2.8. Observar el balanceo, la inclinación o el movimiento de los edificios. Analizar cómo las diferentes velocidades del viento afectan a la estabilidad y a la integridad estructural de los edificios.
 - 2.9. (Opcional) Para simular efectos de viento más fuertes, se puede utilizar un secador de pelo o un ventilador de mano a temperatura baja. Experimentar con el aumento de la velocidad del viento y observar el impacto amplificado en los edificios.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

En este taller, el enfoque educativo STEAM se ha llevado a cabo de las siguientes maneras:

- **Ciencia:** Los estudiantes se familiarizarán con algunas condiciones climáticas extremas, sus consecuencias e impactos, aumentando así el pensamiento crítico al considerar cuestiones científicas relacionadas con el clima. Al comprender el clima extremo, los estudiantes obtendrán una comprensión general de varios principios de climatología y meteorología.
- **Tecnología:** La "tecnología" se logrará mediante el uso de una plataforma web, la cual los estudiantes utilizarán activamente, cambiando entre las opciones de la plataforma, para observar resultados diferentes.
- **Ingeniería:** Al estudiar los efectos del viento en los edificios, los estudiantes se familiarizarán con los principios de la ingeniería civil y la arquitectura, ya que comprenderán que siempre existen varias normas a la hora de construir un edificio para protegerlo contra diversos fenómenos (como el viento, pero también es aplicable a terremotos, etc.).
- **Artes:** Los estudiantes construirán su propia ciudad a su gusto. Tendrán la oportunidad de expresarse de forma artística, si así lo desean.

3.4. Peligros geológicos

Introducción

Este taller describe al detalle la aparición de peligros geológicos como consecuencia y motor del cambio climático. El contenido del taller está diseñado para proporcionar a los participantes información sobre los peligros geológicos que se ven influenciados por el cambio climático, pero también sobre aquellos que influyen en el clima en sí. El conocimiento adquirido les ayudará a afrontar las consecuencias de los peligros geológicos y las sugerencias de medidas de mitigación.

Mediante una presentación introductoria del tema por parte del profesor y actividades recomendadas para realizar en grupo, los participantes obtendrán una introducción al tema y aprenderán los principios del trabajo en equipo.

Herramientas y métodos

Los estudiantes utilizarán las siguientes herramientas:

1. Plataformas web para buscar información. No existen plataformas web específicas, pero aquí se citan algunas que se pueden utilizar.
2. Un experimento de la erosión del suelo y avalanchas. El espacio de trabajo para realizar este experimento requiere lo siguiente:
 - Recipiente de vidrio/plástico de 1 o 2 piezas: dimensiones (LxWxH)=cca(30x20x15) cm

- unos 4 kg de suelo (arena y arcilla))
 - 500 a 1000 ml de agua
 - una pequeña jarra de agua o un vaso de plástico
3. Un experimento diferente de la erosión del suelo y avalanchas. El espacio de trabajo para realizar este experimento requiere lo siguiente:
- 1 tabla con una superficie lisa, de aproximadamente 30x20x2 cm
 - 1 tabla con una superficie ligeramente rugosa (por ejemplo, con papel de lija fino o con pequeños agujeros), de aproximadamente 30x20x2 cm
 - 1 tabla con una superficie rugosa (por ejemplo, con papel de lija más grueso o con agujeros más grandes), de aproximadamente 30x20x2 cm
 - recipiente con 500 ml de agua
 - 2 vasos de plástico
 - 1 tapete debajo de la tabla (para lograr una pendiente con las tablas)
 - paño
 - pegamento o chinchetas (para fijar la lija a la tabla)

Estos sencillos experimentos pueden ayudar a los participantes a utilizar el agua para crear erosión y avalanchas utilizando diferentes tipos de paisajes. Al mismo tiempo, les ayudará a aumentar su conciencia sobre el impacto del agua en la superficie terrestre, la cual está formada por diferentes tipos de tierra y rocas.

Actividades

Se proponen las siguientes actividades:

1. Información sobre el volcán Katla, en Islandia. Los estudiantes deben:
 - 1.1. Buscar en Internet utilizando sitios webs disponibles como este o este. Hay que descubrir por qué es peligroso.
 - 1.2. Realizar una presentación de 5 minutos con la información obtenida en Internet.
2. Un experimento sencillo para demostrar el comportamiento de los suelos bajo el agua, es decir, la aparición de erosión superficial y avalanchas. Una vez reunido el material necesario, los estudiantes deben:
 - 2.1. Colocar la tierra en el recipiente de manera que quede inclinada (Figura 3.3.1) y verter agua gradualmente.
 - 2.2. Repetir el experimento para que el recipiente tenga arena.
 - 2.3. Repetir el experimento colocando la tierra en capas e ir alternándolas (arena, arcilla, arena, arcilla, arena). Se necesita hacer un hoyo en el lugar más bajo y echar agua (para representar el flujo de agua).
 - 2.4. Evaluar los resultados. Los estudiantes deben observar/tener en cuenta lo siguiente:

- 2.4.1. Si la arena absorbe agua y comienza a deslizarse lentamente → se produce erosión superficial.
 - 2.4.2. Si el suelo es arcilloso, el agua fluye sobre la superficie y la erosión se produce gradualmente.
 - 2.4.3. La arena absorbe agua gradualmente mientras que la arcilla permanece seca. Después de que la arena se sature con agua y el constante vertido de agua (lluvia), la arena comienza a deslizarse lentamente → avalancha.
3. Un experimento sencillo para demostrar la influencia del agua y las diferentes fuerzas de la resistencia del suelo cuando ocurren avalanchas. Los estudiantes necesitan:
- 3.1. Colocar los tableros de diferentes superficies sobre la mesa.
 - 3.2. Colocar el tapete entre el tablero y la mesa para que el tablero quede inclinado. (Figura 3.3.2).
 - 3.3. Preparar dos vasos, echar agua en uno y hacer un pequeño agujero en el fondo del otro.
 - 3.4. Colocar un vaso de agua en el tablero y observar lo que sucede.
 - 3.5. Después, colocar el vaso con el agujero en el fondo sobre el tablero, sostenerlo con la mano y echarle agua.
 - 3.6. Dejar caer el vaso lentamente y observar lo que sucede (si el vaso se acerca al final del tablero, es necesario agarrarlo, de lo contrario el agua se derramará sobre la mesa).
 - 3.7. Repetir el procedimiento con los 3 tableros y observar las diferencias.
- Comentar los resultados del experimento.

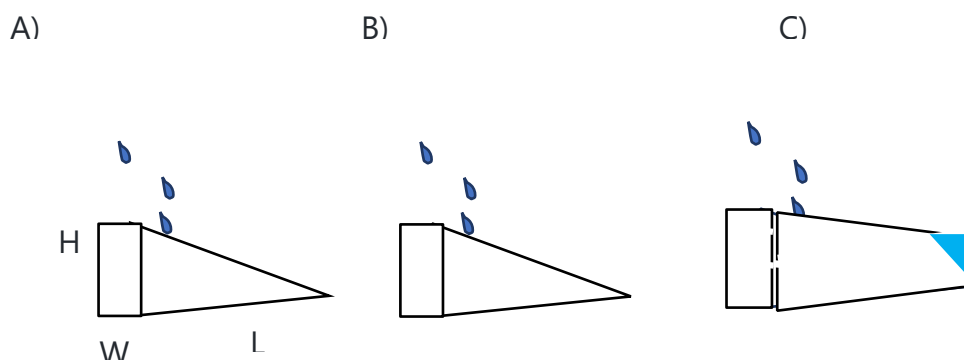


Figura 3.3.1. Primer experimento de la erosión del suelo.



Figura 3.3.2. Segundo experimento de la erosión del suelo.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

La esencia del método STEAM es la participación en actividades prácticas que ayudarán a los participantes a comprender mejor las causas y consecuencias de los peligros geológicos. Se utilizará STEAM como herramienta para aplicar conocimientos teóricos y modelar una situación real simulando una avalancha. Más específicamente:

- **Ciencia:** Se presentará a los estudiantes algunos de los peligros geológicos más comunes y, mediante los experimentos propuestos, obtendrán información sobre su naturaleza, causas y efectos.
- **Tecnología:** Los estudiantes se familiarizarán no solo con la tecnología, sino también con la búsqueda de información, ya que se les pedirá que seleccionen entre varias plataformas web para recopilar información y presentarla.
- **Ingeniería:** Los estudiantes se familiarizarán con las causas principales y los resultados de las avalanchas, lo que puede motivarles a pensar en posibles soluciones o estrategias de mitigación basadas en la ingeniería.
- **Artes:** Se abordarán indirectamente las "Artes", ya que los alumnos construirán un talud de suelo a su gusto, siempre según las instrucciones del profesor.

3.5. ¿Conservaremos las costas en el futuro?

Introducción

La erosión costera y las inundaciones son un aspecto importante que pueden cubrirse con herramientas STEAM. Probablemente muchos estudiantes hayan experimentado las olas, pero solo unos pocos se pueden imaginar que las playas no son estables. Los profesores pueden fomentar el aprendizaje interdisciplinario, el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en los alumnos al incluir la erosión costera y las inundaciones en el plan de estudios.

Herramientas y métodos

1. Experimento de inundaciones costeras. Ayudará a los estudiantes a visualizar los impactos de las marejadas ciclónicas en las comunidades costeras y la eficiencia de las medidas de protección más comunes.
2. Experimento de erosión costera. Ayudará a los estudiantes a visualizar los efectos y causas de la erosión costera y la eficiencia de las medidas de protección más comunes.

Ambos experimentos se realizan mediante un experimento con un tanque de olas. El tanque de olas se utiliza para simular el comportamiento del agua del mar frente a las olas (Figura 3.5.1).



Figura 3.5.1. Un tanque de olas profesional, disponible [aquí](#).

Se puede crear un tanque de olas muy simple usando lo siguiente:

- una pestaña relativamente profunda, preferiblemente transparente (aunque no necesariamente);
- elementos que simulen la costa (por ejemplo, arena o una roca);
- elementos que simulen medidas de protección (por ejemplo, rompeolas, diques, etc.). Para una versión simplificada del tanque de olas, puedes usar rocas para);
- placa de luz para generar ondas (podría ser la tapa de la pestaña).
- agua (para rellenar el tanque)

Actividades

Se realizarán dos experimentos diferentes con el tanque de olas:

1. Experimento de inundaciones costeras. Los estudiantes simularán una zona costera casi plana, que se mantendrá estable, y simularán diferentes casos:

- 1.1. Generar olas relativamente pequeñas y observar cómo se inunda la zona.
- 1.2. Repetir el experimento con una mayor altura de las olas para reflejar un aumento similar en la naturaleza, como resultado del cambio climático.
- 1.3. Repetir el segundo experimento con un malecón para proteger la costa.
- 1.4. Comentar los resultados del experimento.
2. Experimento de erosión costera. Los estudiantes simularán diferentes zonas costeras y escenarios:
 - 2.1. Simular una playa de arena (es decir, una zona costera casi plana que se rellenará de arena); generar olas relativamente pequeñas y luego observar cómo se erosiona esta zona.
 - 2.2. Repetir el experimento con una mayor altura de las olas para reflejar un aumento similar en la naturaleza, como resultado del cambio climático.
 - 2.3. Repetir el segundo experimento con diques para proteger la costa.
 - 2.4. Repetir el segundo experimento con rompeolas sumergidos lejos de la costa para protegerla.
 - 2.5. Repetir el segundo experimento con rompeolas sumergidos lejos de la costa para protegerla.
 - 2.6. Comentar los resultados del experimento.
 - 2.7. Comentar la eficiencia y otros pros y contras de las medidas de protección mencionadas anteriormente.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

El tanque de olas, como parte de la metodología STEAM, puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda de los principios científicos y de ingeniería detrás de los fenómenos de erosión e inundaciones costeras, además de permitirles evaluar críticamente diferentes medidas de mitigación en función de su eficiencia, costo, y otros beneficios e inconvenientes. Más concretamente:

- **Ciencia:** Los estudiantes obtendrán una mejor comprensión de los procesos que dañan la zona costera y cómo estos procesos interactúan con las intervenciones humanas y las causas naturales. Este ejercicio de aprendizaje práctico puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y equiparlos para enfrentar problemas reales de erosión costera e inundaciones.
- **Ingeniería:** Los estudiantes conocerán las medidas de ingeniería más comunes para la protección costera y su funcionamiento, pero también evaluarán su eficiencia frente a otras características (por ejemplo, coste de construcción).
- **Artes:** En este caso también se abordará indirectamente el "arte", ya que los estudiantes construirán su propia costa y medidas de protección a su gusto y según su percepción.

3.6. Riesgos hidrológicos (inundaciones - sequías)

Introducción

Este taller se centra en el riesgo de inundaciones. La actividad principal de este taller se centrará en el uso del simulador de corrientes para simular diferentes tipos de inundaciones, diferentes morfologías de cuencas y diferentes actividades humanas. Los participantes podrán simular diferentes tipos de suelo, llanuras aluviales, montañas, zonas agrícolas, asentamientos, carreteras y puentes, así como algunas medidas de protección contra inundaciones, como alineamientos de ríos, presas, hojas, etc.

Herramientas y métodos

Este taller se basa en un experimento de inundaciones y proporcionará a los estudiantes conocimientos generales sobre el riesgo de inundaciones. Los estudiantes usarán un simulador de corrientes para aprender algunos términos y explorar cómo interactúan las diferentes características y condiciones de las corrientes (Figura 3.6.1).



(a)



(b)

Figura 3.6.1. Componentes del simulador de corrientes.

Actividades

Los estudiantes realizarán tres experimentos de la siguiente manera:

1. Preparar los experimentos. Los estudiantes, junto con los profesores, deben:
 - 1.1. Colocar el simulador de corrientes hacia la parte inferior de la mesa.
 - 1.2. Configurar el suministro de agua y el área de recolección (cubo) para el agua de drenaje.
 - 1.3. Colocar el tipo de suelo (arcilla, arena, etc.) en el simulador de corrientes para modelar el suelo.
 - 1.4. Crear las pendientes del terreno (planas, moderadas o pronunciadas).
 - 1.5. Crear la red de drenaje (arroyos, ríos, etc.).

2. Primer experimento. Los estudiantes, junto con los profesores, deben:
 - 2.1. Utilizar una fuente de agua (como una manguera) en la parte superior de la mesa del arroyo.
 - 2.2. Establecer un tiempo límite para que aparezca el agua, así como la presión a ejercitar.
 - 2.3. Echar agua en la pestaña (por ejemplo, con la manguera) y comenzar el experimento.
 - 2.4. Observar el impacto del flujo de agua en la zona.
 - 2.5. A medida que el agua avanza río abajo, observar las propiedades de la inundación y sus impactos en la cuenca.
 - 2.6. Describir los daños y pérdidas que ocurrieron durante la inundación.
3. Segundo experimento (impacto de las medidas de protección en la cuenca). Una vez se haya drenado el agua del experimento anterior, los estudiantes, junto con los profesores, deben:
 - 3.1. Definir las medidas de protección contra inundaciones de la cuenca (por ejemplo, presas, muros de contención, hojas, desvío o limpieza de canales) y colocarlas en la cuenca.
 - 3.2. Echar agua en la pestaña (por ejemplo, con la manguera) y comenzar el experimento.
 - 3.3. Observar el impacto del flujo de agua en la zona después de las medidas de protección.
 - 3.4. Evaluar el impacto de la medida de protección en la cuenca.
4. Tercer experimento (cambiando los parámetros utilizados y comprobando su efecto en la cuenca). Una vez se haya drenado el agua del experimento anterior, los estudiantes, junto con los profesores, deben cambiar los parámetros del experimento:
 - 4.1. la descarga (cantidad de agua liberada).
 - 4.2. los taludes de la cuenca con bloques (1, 2 y 3).
 - 4.3. el tipo de suelo (grava, arena, arcilla, etc.).
 - 4.4. la red de drenaje (arroyos, veneros y meandros).
 - 4.5. Las ubicaciones y tipos de actividades humanas.
 - 4.6. las ubicaciones y tipos de medidas de protección contra inundaciones.
5. Resultados y debate. Los estudiantes deben comentar con sus profesores los siguientes aspectos:
 - 5.1. ¿Cómo cambian a lo largo del tiempo y del espacio la cuenca y el cauce del arroyo?
 - 5.2. ¿Cómo afectan los cambios en la descarga a la cuenca?
 - 5.3. ¿Cómo afectan los cambios en la pendiente del arroyo a la cuenca?
 - 5.4. ¿Cuál es el efecto del uso de diferentes materiales en la cuenca?

- 5.5. ¿Los cambios en la red de drenaje (arroyos, veneros y meandros) afectan a la cuenca?
- 5.6. ¿Qué efecto tienen las diferentes actividades humanas en la cuenca?
- 5.7. ¿Cómo pueden las diferentes medidas contra inundaciones proteger la cuenca de los riesgos de inundación?

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

En este taller se aplicará la metodología STEAM mediante el uso de un simulador de corrientes para simular riesgos y gestionar las inundaciones en áreas urbanas y rurales, además de otras actividades de pensamiento crítico, compartir datos y debates. Más concretamente:

- **Ciencia:** Los participantes simularán inundaciones y aplicarán diferentes escenarios y diferentes casos. Además, comentarán los resultados que les ayudarán a predecir algunos fenómenos. Esto servirá de ayuda a los participantes para comprender y analizar fenómenos naturales como inundaciones y sequías.
- **Ingeniería:** Los estudiantes se familiarizará con algunas de las medidas de protección más habituales, no solo como términos, sino también con la forma en que se aplican a una cuenca hidrográfica concreta, así como su función.
- **Artes:** Los estudiantes crearán sus propias cuencas de drenaje, con el relieve y configuración a su gusto, siempre según las recomendaciones del profesor.

3.7. Tipos de inundaciones

Introducción

En este taller sobre los tipos de inundaciones se incorporará la metodología STEAM mediante el uso de tecnología de Realidad Aumentada (RA) para mejorar la efectividad y el compromiso del taller.

Los participantes aprenderán las causas, efectos y características de cada tipo mediante debates interactivos, estudios de casos y análisis de datos. La tecnología RA tendrá un papel crucial en el taller. Usando la Realidad Aumentada, los participantes podrán visualizar y simular inundaciones de una manera realista e inmersiva. Pueden explorar entornos virtuales que representan varios tipos de inundaciones, observar patrones de flujo de agua y comprender cómo los diferentes factores contribuyen a las inundaciones. Al integrar la tecnología RA, los participantes podrán visualizar conceptos complejos y sumergirse en experiencias de aprendizaje interactivas. Esta combinación de metodologías STEAM y RA crea un entorno de aprendizaje interesante e integral que fomenta el pensamiento crítico, la colaboración y una comprensión más profunda de los tipos de inundaciones y sus implicaciones.

Herramientas y métodos

Se utilizarán las siguientes herramientas durante este taller:

1. Prueba de Kahoot sobre los tipos de inundaciones. Más concretamente, es un cuestionario para examinar los conocimientos de los estudiantes sobre los tipos de inundaciones, las causas de las inundaciones, etc. Proponemos las siguientes preguntas (la respuesta correcta se muestra en negrita):
 - ¿Cuál es la causa de una inundación? a) Lluvias prolongadas b) Tormenta c) Terremoto **d) Todas las anteriores.**
 - ¿Cuáles son los tipos de inundaciones? a) Inundaciones repentinas b) Inundaciones costeras c) Inundaciones fluviales **d) Todas las anteriores.**
 - ¿Cuál es una característica de una inundación repentina? **a) Rápida subida y bajada del agua** b) Agua estancada en el suelo c) Pequeñas olas de inundación d) Aumento del agua debido a una tormenta prolongada.
 - ¿Cuál es una característica de una inundación costera? a) Rápida subida y bajada del agua b) Agua estancada en el suelo c) Pequeñas olas de inundación **d) Subida de agua por ciclón o huracán.**
 - ¿Cuál es la característica de la inundación de un río? a) Rápida subida y bajada del agua **b) Agua estancada en el suelo** c) Pequeñas olas de inundación d) Aumento del agua debido a la fase lunar y fuerzas astronómicas.
 - ¿Qué factores pueden influir en la intensidad de una inundación? a) Viento b) Corrientes fluviales c) Corrientes atlánticas **d) Todas las anteriores.**
 - ¿Cómo podemos protegernos contra las inundaciones? a) Construir barreras contra inundaciones b) Seguir las advertencias de inundaciones y órdenes de evacuación c) Mejorar los sistemas de drenaje de la ciudad **d) Todas las anteriores.**
2. Trabajo en grupo con RA. Los estudiantes podrán utilizar la aplicación RA desarrollada en el marco del proyecto PROFF. Esta aplicación RA está disponible de forma gratuita [aquí](#) y se puede utilizar en cualquier dispositivo móvil (por ejemplo, smartphone o iPhone).

Actividades

Durante este taller se realizarán dos actividades relacionadas con los tipos de inundaciones:

1. **Prueba de Kahoot sobre los tipos de inundaciones.** Puede ser en forma de cuestionario impreso u online. Los estudiantes tendrán algo de tiempo para completar las preguntas. Cuando terminen, comentarán con el profesor las respuestas correctas (serán proporcionadas).

2. **Trabajo en grupo con RA.** Los estudiantes se dividirán en grupos y cada grupo utilizará la aplicación ARE para simular una inundación en el aula. Pueden cambiar tres parámetros, como la cantidad de lluvia por área, cantidad de lluvia por tiempo y capacidad de infiltración de las rocas, y ver cómo cada uno de estos parámetros afecta al tiempo disponible para evacuar el aula en caso de inundación.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

En este taller se incorporará la metodología STEAM mediante el uso de tecnología de Realidad Aumentada (RA) para mejorar la efectividad y el compromiso del taller. Más concretamente:

- **Ciencia:** El componente científico del taller se centrará en comprender los principios científicos detrás de los diferentes tipos de inundaciones, como inundaciones repentinas, inundaciones fluviales o inundaciones urbanas. Los participantes aprenderán las causas, efectos y características de cada tipo mediante debates interactivos, estudios de casos y análisis de datos.
- **Tecnología:** La tecnología RA tendrá un papel crucial en el taller. Usando RA, los participantes podrán visualizar y simular escenarios de inundaciones de una manera realista e inmersiva. Pueden explorar entornos virtuales que representan varios tipos de inundaciones, observar patrones de flujo de agua y comprender cómo los diferentes factores contribuyen a las inundaciones.

3.8. ¿A qué se deben las inundaciones repentinas?

Introducción

Las inundaciones repentinas son fenómenos creados por lluvias intensas, pero se ven afectadas por varios parámetros, los cuales se pueden categorizar en estos grupos: factores meteorológicos, factores geológicos, factores morfológicos, factores climáticos y cobertura del suelo. Proponemos una herramienta STEAM no conectada para simular estos cinco factores. Los estudiantes pueden comprender la parte científica de las inundaciones repentinas (por ejemplo, las causas y factores), y también los efectos de las actividades humanas (por ejemplo, los asentamientos) y su vulnerabilidad a las inundaciones.

Herramientas y métodos

Durante el taller, se utilizará un simulador de corrientes (Figura 3.8.1). Para más información y detalles sobre cómo preparar un simulador de corrientes, podemos consultar la sección 3.6. El material necesario se puede encontrar en el apartado 2.

Actividades

Este taller consta de cinco experimentos con el simulador de corrientes para simular diferentes casos de inundación. Se disponen de la siguiente manera:

1. Preparación del espacio de trabajo de los experimentos.
 - 1.1. Tanto profesores como alumnos crearán una cuenca de drenaje utilizando los sedimentos (por ejemplo, arena). Crearán un río y le darán a su cuenca la morfología que quieran. De manera opcional, podrán darle la morfología de la cuenca en la que se encuentre el propio aula.
 - 1.2. Profesores y alumnos deben comentar la fisiografía de las cuencas, el ciclo hidrológico y las causas naturales de las inundaciones repentinas.
 - 1.3. Es importante que el profesor predefina los siguientes parámetros:
 - 1.3.1. Los sedimentos. Las **piedras** son muy porosas, por lo que el agua que fluye se infiltrará con mayor facilidad y, por lo tanto, eventualmente se escurrirá menos agua en la superficie y se reduce la cantidad de agua de inundación; la **arena** tiene porosidad intermedia y la **arcilla** (suelo) tiene incluso menos. Por lo tanto, el agua de la inundación será mayor. Si se **mezclan** dos tipos de materiales, como piedras y arcilla, las partículas de la arcilla cubrirán los poros entre las piedras, evitando la infiltración de agua.



(a)



(b)

Figura 3.8.1. Ejemplo de un simulador de corrientes: (a) cuando se prepara (Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=plhPOyvU5I>); (b) después de realizar el experimento (Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=a02vrgpeOxw>).

1.3.2. La descarga de agua. Si el caudal es pequeño, simulará una lluvia de baja intensidad. Si es grande, simulará una tormenta. También se puede cambiar la intensidad de forma constante, escalonada o gradual. Además, se puede mover la fuente de agua de los esteros a la parte montañosa o viceversa, para simular una dirección diferente de la tormenta con respecto a la cuenca (lo que provocaría diferentes tipos de inundaciones).

2. Primer experimento de inundaciones repentinas:
 - 2.1. La descarga (es decir, la lluvia) será baja.
 - 2.2. No habrá intervenciones humanas.
3. Segundo experimento de inundaciones repentinas:
 - 3.1. La descarga (es decir, la lluvia) será más alta.
 - 3.2. Tampoco habrá intervenciones humanas.
4. Tercer experimento de inundaciones repentinas:
 - 4.1. Habrá una amplia llanura aluvial cerca de la desembocadura de la cuenca.
 - 4.2. Tampoco habrá intervenciones humanas.
5. Cuarto experimento de inundaciones repentinas:
 - 5.1. El relieve será relativamente pronunciado.
 - 5.2. Habrá un asentamiento (por ejemplo, casas, puentes, parques, etc.).
6. Quinto experimento de inundaciones repentinas:
 - 6.1. Habrá una amplia llanura aluvial cerca de la desembocadura de la cuenca.
 - 6.2. Habrá un asentamiento (por ejemplo, casas, puentes, parques, etc.).

7. Debate sobre los resultados de los experimentos. Después de cada experimento, profesores y estudiantes deben comentar lo siguiente:
 - 7.1. ¿Cómo afectan las precipitaciones a la escorrentía y, por tanto, al riesgo de inundaciones?
 - 7.2. ¿Cómo afecta el relieve (empinado o llano) a la vulnerabilidad a las inundaciones?
 - 7.3. ¿En qué tipos de relieve los asentamientos humanos son más vulnerables a las inundaciones y por qué?
 - 7.4. ¿En qué tramos de una cuenca los asentamientos humanos son más vulnerables a las inundaciones y por qué?

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

Este taller es un laboratorio interactivo. La participación activa de los estudiantes es fundamental para su implementación. STEAM se aborda de las siguientes maneras:

- **Ciencia:** Los estudiantes participarán en la creación del espacio de trabajo de los experimentos. Comentándolo con el profesor, crearán el relieve de la cuenca de drenaje para cada experimento. Además, determinarán, comentándolo también con el profesor, las características de las precipitaciones, así como los tipos y ubicaciones de posibles actividades humanas. Después de cada experimento, los estudiantes comentarán con el profesor lo observado, por ejemplo, qué factores afectaron las propiedades de la inundación y cómo sus impactos están relacionados (afectan y/o son afectados por) las intervenciones humanas. De esta forma, los estudiantes comprenderán la fisiografía de las inundaciones repentinas, sus causas, así como qué tipos de intervenciones humanas son dañinas.
- **Ingeniería:** Los estudiantes tendrán la libertad de crear su propio asentamiento e infraestructura relacionada (por ejemplo, puentes, etc.). Al mismo tiempo, sin embargo, hablarán con el profesor para colocar casas, puentes, parques, etc. en el lugar "correcto" tal y como sería en un caso real.
- **Artes:** Los estudiantes crearán su propio relieve, junto con el profesor, formando cuencas de diferentes características morfológicas, diferente desarrollo de drenaje y diferentes asentamientos. Participarán activamente en todos los experimentos.

3.9. Evaluación del riesgo de inundaciones: daños y pérdidas

Introducción

En este taller, los participantes explorarán los principios científicos tras la evaluación del riesgo de inundaciones y comprenderán los factores que contribuyen a los daños y pérdidas. El taller equipará a los participantes con los conocimientos, habilidades y

herramientas prácticas necesarias para valorar y evaluar los impactos de las inundaciones en diferentes elementos. Al comprender las complejidades del riesgo de inundaciones y los daños y pérdidas asociados, los participantes estarán mejor preparados para contribuir a estrategias efectivas de gestión del riesgo de inundaciones, mejorar la resiliencia de la comunidad y minimizar los impactos negativos de futuras inundaciones.

Herramientas y métodos

En este taller, se utilizarán las siguientes herramientas:

1. Encuesta previa al taller (test). Se evaluará el conocimiento y la familiaridad de los participantes con la evaluación del riesgo de inundaciones, los daños y las pérdidas. Puede incluir preguntas de opción múltiple, preguntas de verdadero/falso o preguntas de respuesta corta para evaluar su comprensión de conceptos fundamentales.
2. Presentación. Ofrecerá a los estudiantes la base teórica necesaria antes de la implementación del taller. Los profesores pueden utilizar las presentaciones que se han desarrollado a través del proyecto.
3. Análisis de estudios de caso. Los estudiantes encontrarán información sobre los fenómenos de inundaciones reales y sus impactos (por ejemplo, daños, muertes, etc.), para que se familiaricen con la evaluación del riesgo de inundaciones.
4. Aplicación de RA. La aplicación se utilizará de la misma forma que se describe en el apartado 3.7.

Actividades

Durante este taller se realizarán tres actividades distintas:

1. Encuesta previa al taller (test), tal y como se describe anteriormente.
2. Presentación de los fundamentos teóricos (por parte del profesor), tal y como se describe anteriormente.
3. Análisis de estudios de caso. En grupos, los estudiantes buscarán información sobre casos reales de inundaciones, intentando identificar los daños e impactos causados por las mismas. Deben identificar los elementos clave en riesgo, evaluar los impactos y proponer estrategias apropiadas de mitigación de riesgos. Proponemos los siguientes casos:
 - 3.1. Inundación en Houston, Texas (huracán Harvey, 2017)
 - 3.2. Inundación en Mumbai, India (temporada de monzones)
 - 3.3. Inundación del río Mississippi (1993)
 - 3.4. Inundación en Boscastle, Reino Unido (2004)
4. Debate. En consecuencia, comentarán entre ellos y con el profesor los impactos de las inundaciones en la sociedad y los principales aspectos de la evaluación del riesgo de inundaciones.

5. Aplicación de RA. Se utilizará la aplicación AR desarrollada dentro del marco de PROFF. Para más detalles, consultar la sección 3.7.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

En este taller, la metodología STEAM y el uso de Realidad Aumentada (RA) se pueden aplicar de manera efectiva para mejorar la experiencia de aprendizaje y el compromiso de los participantes. Estos elementos se pueden incorporar de la siguiente manera:

- **Ciencia:** Los participantes explorarán los principios científicos tras la evaluación del riesgo de inundaciones y comprenderán los factores que contribuyen a los daños y pérdidas.
- **Tecnología:** La tecnología AR se puede utilizar para proporcionar una experiencia de aprendizaje interactiva e inmersiva. Los participantes pueden utilizar aplicaciones o herramientas de realidad aumentada para visualizar y simular escenarios de inundaciones, evaluar daños en tiempo real y explorar las posibles consecuencias de diferentes inundaciones en el entorno construido y los sistemas naturales.
- **Artes:** El componente artístico se puede incorporar para fomentar la creatividad y el pensamiento innovador. Los participantes pueden participar en actividades artísticas, como crear representaciones visuales o bocetos que representen los impactos de las inundaciones en las comunidades y el medio ambiente. También pueden comunicar sus hallazgos y recomendaciones a un público más amplio.

3.10. Inundaciones STEAM: Predecir, modelar, cartografiar

Introducción

Las inundaciones son uno de los desastres naturales más catastróficos y tienen un impacto devastador en la sociedad, la economía y el medio ambiente. La predicción, la modelización, la medición y el mapeo de inundaciones son métodos críticos para evaluar y controlar los peligros de inundaciones. Este taller presentará a los profesores las ideas y métodos esenciales utilizados en la predicción, modelización, medición y mapeo de inundaciones. Mediante este taller, los estudiantes podrán estimar la vulnerabilidad a inundaciones de varias áreas, incluido su hogar.

Herramientas y métodos

En este taller se utilizarán las siguientes herramientas:

1. Presentación. En este taller es necesaria una breve introducción sobre los principales factores que afectan las características de una inundación.
2. Dibujo y cálculo. Este taller utilizará materiales sencillos, en concreto hojas de papel y colores, para que los estudiantes practiquen el mapeo de cuencas

hidrográficas y la evaluación del peligro de inundaciones de la forma más sencilla posible. Los estudiantes dibujarán una cuenca de drenaje y harán los cálculos (simples) necesarios para identificar el riesgo de inundación.

Actividades

Este taller consta de una única actividad, la cual se desarrollará en varias etapas de la siguiente manera:

1. En primer lugar, el docente presentará los principales factores causantes de las inundaciones. Pueden utilizar la(s) presentación(es) desarrollada(s) dentro del marco del proyecto PROFF.
2. Posteriormente, el profesor dibujará una cuenca de drenaje imaginaria, y la dividirá en segmentos más pequeños (por ejemplo, 3, 4 o 5 segmentos) (Figura 3.10.1).
3. Los estudiantes se dividirán en grupos. Cada grupo volverá a dibujar la cuenca de drenaje tres veces con los segmentos. Existen las siguientes opciones:
 - 3.1. El profesor dibuja en la pizarra y los alumnos intentarán imitar lo que ven.
 - 3.2. Para que el taller sea más efectivo, el profesor puede dibujar la cuenca en un folio en blanco A4 y distribuirlo entre cada grupo. Luego, los estudiantes usarán papel de arroz para hacer tres copias exactas de la cuenca y de los segmentos.

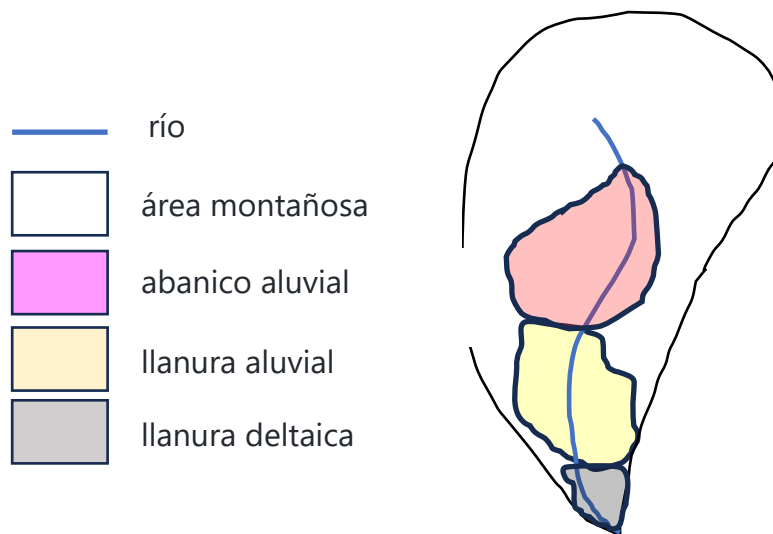


Figura 3.10.1. Una cuenca imaginaria, dividida en cuatro segmentos.

4. El profesor seleccionará al menos tres parámetros que perjudice el peligro de inundación. El número de parámetros será el mismo que el número de grupos de alumnos. A cada grupo se le asignará un parámetro.
5. Para cada parámetro, el profesor dará a todos los segmentos una caracterización simplificada. Por ejemplo, para el parámetro "geología", algunos

segmentos serán “permeables”, otros “impermeables” y otros intermedios. Los profesores pueden elegir parámetros y caracterizaciones de la Tabla 3.10.1.

6. De la tabla, cada grupo le dará a cada segmento de la cuenca un valor para su parámetro correspondiente (1: bajo, 2: medio, 3: alto).
7. Colorearán los segmentos con colores “razonables” (1: verde, 2: amarillo, 3: rojo).
8. Cuando todos los estudiantes hayan terminado, compartirán sus números para que el resto tenga todos los segmentos categorizados.
9. Los estudiantes calcularán la vulnerabilidad a inundaciones para cada segmento, como un promedio de todos los parámetros.
10. Para la segunda copia de la cuenca, dibujarán los segmentos según su puntuación de inundación (0-1: verde; 1-2: amarillo; 2-3: rojo).
11. Los estudiantes y el profesor comentarán los resultados (qué áreas son más propensas a inundaciones y por qué).
12. Los estudiantes calcularán nuevamente la puntuación de inundación para los segmentos, pero esta vez el profesor dará un peso a los parámetros (por ejemplo, 1, 2, 3, etc.). Pueden utilizar el orden de aparición en la Tabla 3.10.1 (de mayor a menor), o pueden usar un orden diferente.

Tabla 3.10.1. Parámetros (en **negrita**) y caracterizaciones según la vulnerabilidad a inundaciones (baja, media, alta).

Baja	Media	Alta
Geomorfología		
Montañas	Llanuras aluviales Llanuras deltaicas	Abanicos aluviales
Geología		
Permeable	Parcialmente permeable	Impermeable
Uso del suelo		
Bosques	Cultivos	Zonas áridas
Pendiente		
Alta	Medio	Baja
Proximidad al río		
El río está lejos	Intermedia	El río está cerca
Inundaciones históricas		
Pocas	Intermedias	Muchas

Construcciones

A prueba de inundaciones	Ninguna	Construcciones cerca de ríos
--------------------------	---------	------------------------------

1. Para calcular la puntuación final de la inundación, los estudiantes encontrarán el producto del valor de la inundación (1-3) y el peso de cada parámetro y los sumarán. Dividirán el resultado por la suma de todos los pesos para encontrar la puntuación final.
2. Profesor y alumnos comentarán las diferencias entre las dos metodologías.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

Este taller utilizará una variedad de enfoques de enseñanza para ofrecer a los participantes una experiencia de aprendizaje completa. Gran parte del programa se basará en el enfoque STEAM. Los aspectos de STEAM se asegurarán de la siguiente manera:

- **Ciencia:** Toda la actividad se basa en la ciencia de las inundaciones. Los estudiantes se familiarizarán con las partes principales de una cuenca de drenaje, los factores principales que generan el peligro de inundación y cómo estos dos interactúan entre sí.
- **Tecnología:** Para simplificar, durante este taller no se utilizarán tecnologías digitales. Sin embargo, la forma en que los estudiantes estimarán el peligro de inundación comparte la misma filosofía que lo haría un investigador, utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) (pero de una manera muy simple). Por lo tanto, los estudiantes podrán realizar el mismo trabajo en un entorno SIG una vez aprendan a utilizarlo.
- **Artes:** Durante algunas fases del taller los estudiantes tendrán que dibujar una cuenca y dividirla en partes, mientras que en otras fases la colorearán. De esta manera, pueden expresarse artísticamente, así como hacer que los resultados sean más interesantes.
- **Matemáticas:** Los estudiantes harán diferentes cálculos para evaluar la vulnerabilidad a inundaciones de su área de estudio. De esta manera, sus resultados finales no serán cuantitativos (es decir, vulnerabilidad "baja" o "alta"), sino cuantitativos (por ejemplo, un segmento puede tener una puntuación de vulnerabilidad a inundaciones de 2,2 sobre 3).

3.11. Riesgos de inundaciones

Introducción

Este taller se centra en la gestión del riesgo de inundaciones y proporciona conocimientos para las medidas de protección contra inundaciones y la evaluación del riesgo de inundaciones. Se centra en la planificación, organización y gestión de la

protección contra inundaciones y las actividades antes, durante y después de las inundaciones.

Herramientas y métodos

Este taller será un debate fructífero entre profesor y estudiantes, por lo que los estudiantes deben tener conocimientos sobre inundaciones (por ejemplo, completar algunos de los talleres anteriores).

Además, los estudiantes utilizarán varias fuentes de información, principalmente Internet, para encontrar información sobre los temas tratados (ver sección de Actividades).

Actividades

Este taller se implementará de la siguiente manera:

1. Presentación de la gestión del riesgo de inundaciones. El profesor presentará brevemente los antecedentes teóricos, utilizando la(s) presentación(es) desarrollada(s) mediante el proyecto PROFF.
2. El profesor comentará con los estudiantes las actividades que se pueden realizar antes, durante y después de una inundación severa, haciendo énfasis en trabajos de seguridad y rescate.
3. En grupos, los estudiantes buscarán, encontrarán y propondrán una lista de medidas de protección contra inundaciones y comentarán entre ellos las características (eficiencia, coste, impactos ambientales, etc.).
4. El profesor y los estudiantes resumirán los conocimientos y experiencias obtenidos y harán los comentarios finales.
5. Los estudiantes harán sugerencias de medidas que se pueden aplicar en su propia zona de residencia.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

La metodología STEAM se aplicará en este taller de diversas formas:

- **Ciencia:** Los participantes aprenderán cómo se pueden aplicar diferentes medidas antes, durante y después de las inundaciones. Se comentarán las posibles actividades principalmente de trabajos de seguridad y salvamento. Esto ayudará a los participantes a comprender y analizar la gestión de inundaciones.
- **Tecnología:** Los estudiantes se familiarizarán con la adquisición de datos, desarrollando así un pensamiento crítico sobre qué fuentes de datos son confiables y qué información extraída de Internet se debe utilizar.
- **Ingeniería:** Los estudiantes podrán seleccionar antes la actividad adecuada para la protección contra inundaciones: medidas estructurales/no estructurales, durante los trabajos de seguridad y rescate y después de la inundación, renovación del medio ambiente y evaluación de la inundación.

3.12. Medidas de protección contra inundaciones

Introducción

Se espera que los participantes interactúen activamente con el material y participen en todos los aspectos del taller. Durante el taller, los participantes trabajarán en grupos pequeños para aplicar sus conocimientos y habilidades. Los participantes deben estar preparados para colaborar, compartir ideas, aprender unos de otros y participar en la debate.

Herramientas y métodos

Es un taller bastante sencillo, sin requisitos particulares en cuanto a equipamiento o materiales. Se basará en discusiones entre el profesor y los estudiantes, y estará acompañado de las siguientes:

1. Presentación. El profesor realizará una breve introducción a la materia, utilizando la(s) presentación(es) creada(s) mediante el proyecto PROFF.
2. Aplicación de RA. La aplicación se utilizará de la misma forma que se describe en el apartado 3.7.

Actividades

1. Este taller será un debate fructífero profesor y alumnos. Las etapas individuales del taller incluyen:
2. Introducción a los antecedentes teóricos. El profesor presentará las principales medidas de protección contra inundaciones que se utilizan con frecuencia en varios estados.
3. Realidad Aumentada (RA). Los estudiantes se dividirán en grupos y cada grupo trabajará con la aplicación de RA creada por los socios del proyecto. Para obtener más información sobre la aplicación, se puede consultar la sección 3.7.
4. Debate. Los estudiantes comentarán con el profesor sus observaciones.

¿Cómo se aborda STEAM en este taller?

En este taller se incorporará la metodología STEAM de las siguientes maneras:

- **Ciencia:** El componente científico del taller se centrará en comprender los principios científicos tras los diferentes tipos de medidas de protección contra inundaciones (estructurales y no estructurales). Los participantes aprenderán las medidas de mitigación mediante debates interactivos y análisis hidrológicos y de datos.
- **Tecnología:** El aspecto tecnológico lo cubrirá la aplicación RA y requiere el uso de un teléfono móvil.

- **Ingeniería:** Los estudiantes se familiarizarán con las medidas de protección y su funcionamiento, dónde y en qué casos se pueden aplicar, cuándo y por qué se deben evitar, etc. De esta manera, también adquirirán habilidades y conocimientos de ingeniería, combinados con la parte puramente científica.

4. Lecturas adicionales recomendadas

- Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, R., Saputri, D. Y., & Adi, F. P. (2021). The effectiveness of STEAM-based augmented reality media in improving the Quality of natural science learning in elementary school. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 13(2), 821–828. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i2.643>
- Balgopal, M. M. (2020). STEM teacher agency: A case study of initiating and implementing curricular reform. *Science Education*, 104(4), 762–785. <https://doi.org/10.1002/sce.21578>
- Barth, N. C., Stock, G. M., & Atit, K. (2022). From a virtual field trip to geologically reasoned decisions in Yosemite Valley. *Geoscience Communication*, 5(1), 17–28. <https://doi.org/10.5194/gc-5-17-2022>
- Boice, K. L., Jackson, J. R., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S., & Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: A collaborative STEAM teacher training program. *Education Sciences*, 11(3), 105. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>
- Boon Ng, S. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*. UNESCO, Oficina Internacional de Educación. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/6641>
- Bryan, L., & Guzey, S. S. (2020). K-12 STEM Education: An Overview of Perspectives and Considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 5–15. <https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i1.5>
- Çalışkan, O. (2011). Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3239–3243. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.278>
- Carignan, A., & Hussain, M. (2016). Designing an Earthquake-Proof Art Museum: An Arts-and Engineering Integrated Science Lesson. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, 1(1), 2. <http://scholarworks.uni.edu/journal-stem-arts/vol1/iss1/2>
- Chaturvedi, P., Arora, A., & Dutt, V. (2018). Learning in an interactive simulation tool against landslide risks: The role of strength and availability of experiential feedback. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18, 1599–1616. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-1599-2018>
- Cliffe, A. D. (2017). A review of the benefits and drawbacks to virtual field guides in today's Geoscience higher education environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, 28. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0066-x>
- Dailey, D., Bunn, G., & Cotabish, A. (2015). Answering the Call to Improve STEM Education: A STEM Teacher Preparation Program. *Journal of the National Association for Alternative Certification*, 10(2), 3–16. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1083948>

- Davies, R., & Trowsdale, J. (2017). The value of instability: lessons from reviewing how and why creativity and the arts might interact with STEM education. *European Journal of Curriculum Studies*, 4(1), 584–600.
- de Mendonca, M. B., & Valois, A. S. (2017). Disaster education for landslide risk reduction: an experience in a public school in Rio de Janeiro State, Brazil. *Natural Hazards*, 89, 351–365. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2968-2>
- DeJarnette, N. K. (2018). Early childhood STEAM: Reflections from a year of STEAM initiatives implemented in a high-needs primary school. *Education*, 139(2), 96–112.
- Evelpidou, N., Karkani, A., Komi, A., Giannikopoulou, A., Tzouxanioti, M., Saitis, G., Spyrou, E., & Gatou, M. A. (2022). GIS-Based Virtual Field Trip as a Tool for Remote Education. *Geosciences*, 12, 327. <https://doi.org/10.3390/geosciences12090327>
- Evelpidou, N., Karkani, A., Saitis, G., & Spyrou, E. (2021). Virtual field trips as a tool for indirect geomorphological experience: A case study from the southeastern part of the Gulf of Corinth, Greece. *Geoscience Communication*, 4, 351–360. <https://doi.org/10.5194/GC-4-351-2021>
- Evelpidou, N., Spyrou, E., Psycharis, S., & Iatrou, P. (2021). Experimenting with the shape of the Earth's relief through surface runoff tables: A P2P STEM didactic scenario approach for Makerspaces. *Proceedings of the Panhellenic and International Conference "STE(A)M Educators & Education", Regional Center for Educational Planning of Western Greece (PE.K.ES. D.E.), 07-09 May 2021*.
- Fedesco, H. N., Cavin, D., & Henares, R. (2020). Field-based Learning in Higher Education. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 20(1), 65–84. <https://doi.org/10.14434/josotl.v20i1.24877>
- Feig, A. D., Stokes, A., & Gilley, B. (2019). Achieving Inclusive Field-based Education: Results and Recommendations from an Accessible Geoscience Field Trip. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 19(2), 66–87. <https://doi.org/10.14434/josotl.v19i1.23455>
- Gates, A. E. (2017). Benefits of a STEAM collaboration in Newark, New Jersey: Volcano simulation through a glass-making experience. *Journal of Geoscience Education*, 65(1), 4–11. <https://doi.org/10.5408/16-188.1>
- Grier, J. M., & Johnston, C. C. (2009). An inquiry into the development of teacher identities in STEM career changers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 57–75. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9119-2>
- Harknett, J., Whitworth, M., Rust, D., Krokos, M., Kearl, M., Tibaldi, A., Bonali, F. L., Van Wyk de Vries, B., Antoniou, V., Nomikou, P., Reitano, D., Falsaperla, S., Vitello, F., & Becciani, U. (2022). The use of immersive virtual reality for teaching fieldwork skills in complex structural terrains. *Journal of Structural Geology*, 163, 104681. <https://doi.org/10.1016/j.jsjg.2022.104681>
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). STEAM enacted: A case study of a middle school teacher

- implementing STEAM instructional practices. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 35(4), 319–342. <https://www.learntechlib.org/primary/p/174340/>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for STEAM education—A case study. *Education Sciences*, 10(8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>
- Jitmahantakul, S., & Chenrai, P. (2019). Applying virtual reality technology to geoscience classrooms. *Review of International Geographical Education Online*, 9(3), 577–590. <https://doi.org/10.33403/rigeo.592771>
- Jones, G., Dana, T., LaFramenta, J., Adams, T. L., & Arnold, J. D. (2016). STEM TIPS: Supporting the beginning secondary STEM teacher. *TechTrends*, 60, 272–288. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0052-5>
- Juškevičienė, A. (2020). STEAM teacher for a day: a case study of teachers' perspectives on computational thinking. *Informatics in Education—An International Journal*, 19(1), 33–50.
- Kang, N. H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>
- Keebler, J. R., Wiltshire, T. J., Smith, D. C., & Fiore, S. M. (2013). Picking up STEAM: educational implications for teaching with an augmented reality guitar learning system. *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications: 5th International Conference, VAMR 2013, Held as Part of HCI International 2013, 21-26 July 2013*, 170–178. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39420-1_19
- Kim, M. S., & Keyhani, N. (2019). Understanding STEM teacher learning in an informal setting: a case study of a novice STEM teacher. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14, 1–16. <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0103-6>
- Klippel, A., Zhao, J., Jackson, K. Lou, La Femina, P., Stubbs, C., Wetzel, R., Blair, J., Wallgrün, J. O., & Oprean, D. (2019). Transforming Earth Science Education Through Immersive Experiences: Delivering on a Long Held Promise. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1745–1771. <https://doi.org/10.1177/0735633119854025>
- Kundu, S. N., Muhammad, N., & Sattar, F. (2017). Using the augmented reality sandbox for advanced learning in geoscience education. *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 12-14 December 2017*, 13–17. <https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252296>
- Lee, H., Bae, T., & Lee, H. (2016). Development and Application of the Scientific Inquiry-based STEAM Education Program about Earthquakes. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 37(6), 476–488. <https://doi.org/10.5467/jkess.2016.37.7.476>
- Lillquist, K. D., & Kinner, P. W. (2002). Stream tables and watershed geomorphology

- education. *Journal of Geoscience Education*, 50(5), 583–593. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-50.5.583>
- Mamo, M., Kettler, T., & Husmann, D. (2005). Learning Style Responses to an Online Soil Erosion Lesson. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 34, 44–48. <https://doi.org/10.2134/jnrlse.2005.0044>
- Mereli, A., Evelpidou, N., Psycharis, S., Drinia, H., Antonarakou, A., Mereli, M., & Maria, T. (2023). Education of students from Greek schools regarding natural disasters through STEAM. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8), em2314. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13437>
- Mogk, D. W., & Goodwin, C. (2012). Learning in the field: Synthesis of research on thinking and learning in the geosciences. *Special Paper of the Geological Society of America*, 486, 131–163. [https://doi.org/10.1130/2012.2486\(24\)](https://doi.org/10.1130/2012.2486(24))
- Nersesian, E., Spryszynski, A., & Lee, M. J. (2019). Integration of virtual reality in secondary STEM education. *2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 83–90. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8882070>
- Pellas, N., Dengel, A., & Christopoulos, A. (2020). A scoping review of immersive virtual reality in STEM education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 748–761. <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3019405>
- Psycharis, S. (2018). STEAM in education: A literature review on the role of computational thinking, engineering epistemology and computational science. computational steam pedagogy (CSP). *Scientific Culture*, 4(2), 51–72. <https://core.ac.uk/download/pdf/211836954.pdf>
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2019). *An educator's guide to steam: Engaging students using real-world problems*. Teachers College Press.
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1–2), 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- Reed, S. E., Kreylos, O., Hsi, S., Kellogg, L. H., Schladow, G., Yikilmaz, M. B., Segale, H., Silverman, J., Yalowitz, S., & Sato, E. (2014). Shaping Watersheds Exhibit: An Interactive, Augmented Reality Sandbox for Advancing Earth Science Education. *AGU Fall Meeting Abstracts*, ED34A-01. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014AGUFMED34A..01R%2F/abstract>
- Riggs, E. M. (2005). Field-based education and indigenous knowledge: Essential components of geoscience education for Native American communities. *Science Education*, 89, 296–313. <https://doi.org/10.1002/sce.20032>
- Silva-Hormazabal, M., & Alsina, Á. (2023). Exploring the Impact of Integrated STEAM Education in Early Childhood and Primary Education Teachers. *Education Sciences*, 13(8), 842. <https://doi.org/10.3390/educsci13080842>
- Spyropoulou, N., & Kameas, A. (2023). Augmenting the Impact of STEAM Education by

Developing a Competence Framework for STEAM Educators for Effective Teaching and Learning. *Education Sciences*, 14(1), 25.
<https://doi.org/10.3390/educsci14010025>

Stainfield, J., Fisher, P., Ford, B., & Solem, M. (2000). International Virtual Field Trips: A new direction? *Journal of Geography in Higher Education*, 24(2), 255–262.
<https://doi.org/10.1080/713677387>

Vaughan, K. L., Vaughan, R. E., & Seeley, J. M. (2017). Experiential Learning in Soil Science: Use of an Augmented Reality Sandbox. *Natural Sciences Education*, 46, 160031. <https://doi.org/10.4195/nse2016.11.0031>

Woods, T. L., Reed, S., Hsi, S., Woods, J. A., & Woods, M. R. (2016). Pilot study using the augmented reality sandbox to teach topographic maps and surficial processes in introductory geology labs. *Journal of Geoscience Education*, 64(3), 199–214.
<https://doi.org/10.5408/15-135.1>

Zhbanova, K. S. (2017). How the arts standards support STEM concepts: A journey from STEM to STEAM. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, 2(2), 1.