



VII



STEAM BUILDERS

$$a^2 + b^2$$



Buenas prácticas



Contenidos

| | |
|---|----|
| 1: Introducción a las "mejores prácticas" de STEAM Builders | 2 |
| 2: Breve introducción a STEAM Builders..... | 4 |
| 3: Métodos utilizados en el proyecto | 6 |
| 4: La escuela en el museo y el museo en la escuela | 8 |
| 5: ¿Cómo puedo empezar con la impresión 3D? | 13 |
| 6: Casos seleccionados del proyecto | 20 |
| 7: Recomendaciones | 41 |
| 8: Perspectivas..... | 49 |
| 9: Literatura de inspiración..... | 52 |



Figura 1: Foto del 5th High School of Agrinio, Grecia mostrando un "Kilonion"



1: Introducción a las "mejores prácticas" de STEAM Builders

La expresión "buenas prácticas" es un conjunto de comportamientos, reflexiones y métodos considerados indispensables por la mayoría de los profesionales del sector. Suelen figurar en las guías de "buenas prácticas", en un enfoque de calidad, por razones éticas, de higiene o de seguridad.

A finales de la década de 1990, la expresión "mejores/buenas prácticas" aumentó en libros y documentos de investigación. La frecuencia de aparición de este término aumentó hasta mediados de la década de 2000, y luego se estabilizó. Desde entonces, las empresas, las organizaciones públicas y las asociaciones han adoptado el concepto de "mejores prácticas" con el objetivo de mejorar su rendimiento.

Son muchos los ámbitos en los que se aplican las "Mejores Prácticas": sanidad, educación, ayuda al desarrollo, seguridad alimentaria, protección del medio ambiente, etc. Las organizaciones utilizan el método de las "Mejores Prácticas" como herramienta de trabajo en los ámbitos de la gestión del conocimiento, la gestión de la calidad total y la evaluación comparativa interna o externa. A nivel interno, las organizaciones ponen en marcha medidas para movilizar, codificar y transmitir los conocimientos y, a continuación, desarrollan estrategias para la transmisión de conocimientos entre departamentos.

Algunas de estas acciones implican una retroalimentación individual destinada a codificar las prácticas y transformarlas en procedimientos. Otras organizaciones ponen en marcha acciones destinadas a explicitar los conocimientos que no están formulados para ir más allá de la simple retroacción formateada.

Los responsables de la toma de decisiones suelen solicitar una guía de buenas prácticas en materia de educación. Éstos deben rendir cuentas de los recursos



utilizados para prestar los servicios educativos más eficaces. En efecto, es lógico que comprueben si los recursos puestos a disposición se utilizan de la manera más eficaz. Establecer "buenas prácticas" en el ámbito de la educación puede ser un reto, ya que este campo es menos rígido. En efecto, si en sectores como la física, la química o la biología se puede atribuir un carácter científico (incluso inmutable, erróneamente), el campo de la educación se considera menos normativo.

Mejores prácticas: recomendaciones

¿Cuál es la mejor manera de enseñar a los alumnos a contar? ¿Cuál es la mejor distribución en un aula? ¿Cómo se pueden integrar las tabletas o los ordenadores en una clase de ciencias? Estos son un ejemplo de preguntas a las que las "Mejores Prácticas" tratan de dar respuesta. Sin embargo, si estas "Mejores Prácticas" tienen como objetivo maximizar el aprendizaje de los alumnos y facilitar la labor de los educadores, es cuestionable que puedan aplicarse a todos y a todas las situaciones. De hecho, el concepto de "Mejores Prácticas" en educación plantea cuestiones sobre la visión y la conceptualización de la educación. Después de haber elevado los estándares en los resultados con exámenes y diplomas, se establece otro estándar: el método de enseñanza.

La dificultad para establecer las "mejores prácticas" radica en que hay que tener en cuenta los diferentes contextos, ya sean socioeconómicos, culturales o territoriales. También está el hecho de que cada alumno es único. El objetivo mientras se trabaja en las "Mejores Prácticas" en educación es establecer principios básicos y métodos sólidos para ser lo más inclusivo posible.



Dado que el concepto de mejores prácticas es realmente complejo y está sujeto a interpretación, este consorcio ha querido aclarar estos términos en el contexto de este proyecto. Este cuaderno de buenas prácticas no pretende ser un compendio de instrucciones literales sobre cómo utilizar los recursos, sino más bien una visión de los consejos y sugerencias recogidos de los profesionales de la educación que aplicaron las herramientas y sacaron conclusiones de ellas.

Por supuesto, la puesta en práctica de las herramientas puede conducir a resultados diversos en función de las necesidades y niveles individuales de los usuarios finales, como ocurriría con cualquier material pedagógico. Por lo tanto, aconsejamos al lector que lea el cuaderno de buenas prácticas con una mente abierta a las sugerencias, pero consciente de su propia situación, necesidades y especificidades.

2: Breve introducción a STEAM Builders

Antecedentes del proyecto - definir las necesidades de STEAM Builders

Los estudios PISA de 2018 han demostrado que 1 de cada 5 jóvenes en Europa tiene un rendimiento inferior en STEM (1 de cada 4 en todos los países de la OCDE) y, por tanto, no está dotado de las competencias básicas necesarias para desempeñar trabajos que requieren habilidades avanzadas, lo que indica la necesidad de tener soluciones alternativas y sistemas de apoyo en la educación. Las investigaciones han revelado que el aumento del bajo rendimiento en STEM se produce generalmente en los centros de enseñanza secundaria cuando se pasa de unas matemáticas contextualizadas a unas matemáticas abstractas. La falta de contextualización de la teoría es, pues, un factor importante. Los alumnos parecen incapaces de relacionar lo que aprenden en las clases con una situación concreta de la vida.

Génesis del proyecto - ¿Cómo empezó todo?

Teniendo en cuenta lo anterior, nos esforzamos por encontrar una manera de arraigar la teoría abstracta de STEM en situaciones de la vida concreta y así es como llegamos a diseñar STEAM Builders. La idea es introducir a los alumnos las asignaturas de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) a través de la recreación de técnicas históricas y con la ayuda de la tecnología de los makerspaces para los materiales. El enfoque es práctico, inclusivo y tiene el beneficio de promover la Historia y el Patrimonio Cultural, a la vez que aumenta el interés de los alumnos en los materiales escolares actuales.

Objetivos - Los objetivos de STEAM Builders

El objetivo es proporcionar a los profesores, educadores y profesionales de la educación las herramientas, la pedagogía y la teoría necesarias para poner en práctica este enfoque innovador y transversal de STEAM, con el fin de aumentar los niveles de rendimiento e interés por la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM) de los alumnos de 10 a 15 años.

Salidas - Un enfoque en las herramientas y el método que hemos creado

Al final del proyecto, los profesores y profesionales de la educación tendrán pleno acceso a:

- Una guía pedagógica sobre STEAM a través de la Historia
- Un folleto sobre los enfoques formales y no formales de STEAM
- 35 manipulaciones y sus planos (blueprints)



- Las secuencias pedagógicas correspondientes
- Un folleto de buenas prácticas y su aplicación

Socios - Un esfuerzo colectivo, los creadores de STEAM Builders

7 organizaciones europeas de 7 países: Francia, Chipre, España, Bélgica, Dinamarca, Eslovenia y Grecia han colaborado durante dos años para desarrollar el proyecto STEAM Builders.

3: Métodos utilizados en el proyecto

Antes de introducir un nuevo plan de estudios o método de enseñanza, lo mejor es realizar múltiples actividades que te permitan evaluar los distintos aspectos de tu proyecto con antelación. Las pruebas piloto te ayudan a mejorar la estructura de tu contenido educativo y a descubrir las mejores formas de alcanzar tus objetivos de aprendizaje.

Antes de implantar un nuevo plan de estudios, una investigación educativa a pequeña escala puede determinar lo que piensan los principales interesados. Organizar una prueba piloto en un entorno de clase, probar técnicas innovadoras e incluso realizar una evaluación para recibir comentarios específicos de educadores y alumnos puede mejorar la estructura del contenido educativo y desplegar las mejores formas de alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Por esta razón, los experimentos piloto de STEAM Builders incluyeron tres áreas clave: simulación de proyectos, observación y análisis. En primer lugar, los socios de 7 países europeos recrearon los planos en sus aulas, lo que permitió un enfoque más práctico de STEAM. Más de 600 estudiantes en total experimentaron y jugaron con

técnicas y patrimonio histórico, mostrándoles cómo STEAM está presente en todos los aspectos de la vida, y lo ha estado desde los albores de la civilización. Durante las pruebas piloto, los educadores y los alumnos identificaron y perfeccionaron el vínculo entre STEM y el patrimonio cultural, recreando monumentos históricos de su país.

Los estudios piloto de STEAM Builders tenían como objetivo transferir conocimientos sobre la aplicación de la iniciativa y obtener la opinión de estudiantes y educadores sobre la aceptabilidad de los materiales, los contenidos y los objetivos educativos del proyecto.

Tras el análisis de los comentarios recibidos, parece que las respuestas de los estudiantes han puesto de manifiesto la importancia de las actividades prácticas a través de la manipulación de planos (blueprints), subrayando lo independientes que se sentían al ser llamados a descubrir la conexión entre el patrimonio cultural y los temas STEAM por su cuenta. Además, valoraron cómo los profesores se implicaron en su trabajo no solo intelectualmente, sino también social y emocionalmente, ayudándoles y apoyándoles durante todo el proceso.

Una sugerencia importante, comentada principalmente por los educadores, fue la de añadir una breve sesión introductoria a los monumentos culturales que los alumnos explotarían posteriormente, con el fin de familiarizarse con el tema antes de proceder al enfoque práctico. Los educadores mostraron un especial interés por los enfoques tecnológicos de los monumentos históricos, como la modelización en 3D, mencionando que se trata de un enfoque innovador y apasionante de temas tradicionalmente teóricos e históricos. Sin embargo, en algunos casos (como el plano "Choirokoitia"), el plazo de un solo periodo escolar proporcionaba un tiempo muy reducido, y los estudiantes que no habían utilizado antes el software de modelado 3D no tenían el tiempo suficiente para resolver los posibles problemas que surgieron.

4: La escuela en el museo y el museo en la escuela

La enseñanza de STEAM en el Museo - desde el punto de vista del profesor

Como educador, puede ser muy beneficioso trabajar para trasladar partes de la lección fuera del aula y a un museo. Esto se llama "Udeskole" en danés. Cuando la enseñanza dirigida por objetivos se traslada fuera del aula, es en este cambio donde se produce una pequeña interrupción de las malas rutinas y patrones diarios de una clase. Los alumnos, y a veces los profesores, se sitúan en el exterior (están "fuera de casa", por así decirlo) y a menudo esto ocurre en un entorno que puede ser arquitectónicamente diferente al que se está acostumbrado. Puede tratarse de entornos históricos como reconstrucciones, museos al aire libre o museos que tienen una arquitectura particular que desafía a los alumnos con una estética especial que los motiva. Cabe destacar que la educación al aire libre se clasifica como la que se lleva a cabo en "espacios de aprendizaje externos", que además de los espacios anteriormente mencionados pueden ser zoológicos, clubes deportivos, etc.



Figura 2. Estudiantes del Colegio Ranum Efterskole haciendo experimentos con un "lithosphone"- el audio en las piedras. Foto: Centro de la Edad de Piedra, Dinamarca

¿Qué aporta la enseñanza por objetivos a los alumnos fuera del aula diaria? En la publicación anterior "Educación no formal en STEAM- Folleto" describimos los

beneficios de sacar la enseñanza del aula e incluir la enseñanza relacionada con STEAM con los siguientes argumentos:

- Argumentos de salud física
- La relación entre la actividad física y el aprendizaje
- Aprendizaje en su contexto
- Temas sociales
- Aprendizaje versátil
- Neuroeducación

En este entorno, la jerarquía diaria de la clase queda en suspenso durante un tiempo, ya que los alumnos participan en una enseñanza que difiere de los tipos más conocidos de enseñanza en el aula, que a menudo tienen el carácter de ejercicios de dominio, es decir, los alumnos aprenden a dominar pequeños oficios mediante juegos de rol u otras actividades.

En otras palabras, la historia, el patrimonio y el arte se hacen muy concretos y vivos, ¡cobran vida! Esto ayuda a vincular el aprendizaje de los alumnos a través de las emociones, y se produce un reconocimiento y una retención más profundo de la información.

¿Cómo empezar?

Existen diferencias significativas en la forma en que se lleva a cabo la educación en los museos en toda Europa. Algunos museos no ofrecen cursos escolares en absoluto, o la enseñanza es llevada a cabo por personal sin formación docente. Otros museos

cuentan con departamentos de educación especial con personal educativo que desarrolla, imparte y aplica cursos dedicados, programas y materiales educativos para programas de educación infantil, colegios y escuelas de educación secundaria.

Existe, pues, una enorme variedad de posibilidades, pero también limitaciones. Esto no debe impedirte, como educador, ponerte en contacto con los museos para explorar las posibilidades de colaboración. Puede parecer utópico colaborar con los museos en materia de enseñanza, pero ya está ocurriendo en varios museos de Europa. Recuerda que los niños en edad escolar son los que más visitan los museos.

Recomendaciones para iniciar la cooperación

- Tienes que estar motivado para trasladar tu enseñanza fuera del aula: te esperan grandes experiencias y conocimientos para tus alumnos y para ti.
- Puede ser una buena idea empezar a nivel local. ¿Hay algún museo cerca de tu colegio?
- Consulta la página web del museo para ver si ofrecen clases.
- Ponte en contacto con el educador del museo por correo electrónico o por teléfono y explora la posibilidad de un encuentro físico: la colaboración es mucho más fácil cuando os conocéis.
- Es importante que estés bien preparado ANTES de ponerte en contacto con los museos, especialmente si vais a desarrollar nuevas clases o temas educativos.
- Prepara toda la logística con suficiente antelación: reservas del autobús, hojas de autorización de los padres para la excursión al museo, etc.
- Puedes plantearte la posibilidad de coordinar la excursión con otras clases, si es que van al museo el mismo día, para bajar los costes.
- ¿Qué deseas? ¿Cuáles son los objetivos de aprendizaje que necesitas alcanzar?
¿Cuáles son los límites financieros y los recursos disponibles? ¿Cuánto dinero

costará la excursión? Ayuda mucho clarificar las expectativas de cada uno antes de planear la colaboración.

El museo como profesor - recomendaciones al personal educativo de los museos

Muchos museos tienen una larga tradición de ofrecer programas para la educación infantil, clases de primaria y estudiantes de secundaria. A menudo están vinculados a las exposiciones permanentes o temporales del museo. A veces los museos se utilizan para hacer eventos sociales, de entretenimiento, etc. Sin embargo, los museos pueden desempeñar un papel mucho más proactivo en la educación, teniendo claro lo que pueden ofrecer y siendo innovadores para complementar lo que se enseña en las instituciones de educación formal.

Cuestiones estratégicas:

- ¿Apoyará o puede apoyar el municipio la cooperación entre los museos y las escuelas para que los programas educativos sean gratuitos?
- ¿A quién hay que dirigirse en las escuelas para conseguir la participación de los profesores? No siempre es buena idea dirigirte primero a los profesores. A la inversa, también puede ser difícil llegar a los líderes de la escuela.
- ¿Puedes conseguir tiempo para hablar en una reunión de líderes o de profesores para presentar tu oferta de enseñanza? Incluso puede ser muy importante reunirlos físicamente.
- Adapta tu oferta de enseñanza para que se ajuste al plan de estudios nacional; si no los conoces, pide ayuda a los profesores.
- Comunica claramente sobre lo que ofrecen tus ofertas de enseñanza en términos del plan de estudios nacional. Ten en cuenta los objetivos, el contenido, el tiempo y el precio.

Nota: Los prejuicios, las expectativas y el desconocimiento de los mundos de los demás a veces pueden frenar el uso del museo como aula. Por lo tanto, puede ser una buena idea hacer visible todo lo que se puede hacer, especialmente lo que va más allá de lo que se espera. Por ejemplo, ¿se puede aprender matemáticas o ciencias de la alimentación en un museo de arte?

Contenido:

Recuerda que tu museo no debe ser una escuela, sino que ¡debe ofrecer todo aquello que a los profesores/ las escuelas les cuesta o no pueden enseñar dentro del aula!

Date cuenta de los fines y objetivos de las distintas asignaturas para poder adaptar sus objetivos. De este modo, contribuirás a resolver un problema de los profesores.

Concéntrate en lo que puedes ofrecer en términos de conocimiento local para ayudar a cumplir los objetivos nacionales, por ejemplo:

i) Conocer la ciencia aplicada, como los términos de la asignatura, el carbono 13 y 14, la vida media, el ADN, etc.

ii) Concretar algo abstracto...

iii) Conocer a los científicos vivos: Historiadores, arqueólogos, conservadores, etc.



Figura 3. Construcción del trebuchet medieval en 4º curso. Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands, Dinamarca



- iv) Acercarse a objetos reales, artefactos, etc.
- v) Aprendizaje a través de experiencias compartidas.
- vi) Utilizar activamente la historia/el arte.
- vii) En el caso de los museos al aire libre, hay que tener en cuenta los procesos de aprendizaje transformador.
- viii) Los museos suelen ofrecer espacios de aprendizaje especiales para niños con necesidades especiales.

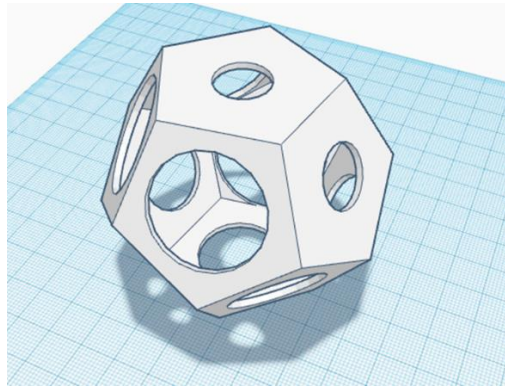
Por lo tanto, existe un gran potencial pedagógico, metodológico y didáctico para que las escuelas y los museos trabajen juntos en áreas relacionadas con STEAM

5: ¿Cómo puedo empezar con la impresión 3D?

Introducción

El concepto de "impresión 3D" es en sí mismo una idea muy general. Los medios de comunicación, especialmente el marketing convencional, presentan la impresión 3D como una tecnología mágica del futuro, capaz de replicar objetos complejos con rapidez. Pero eso hace que sea difícil determinar qué es, exactamente, la impresión 3D. En realidad, hay muchas tecnologías de impresión 3D diferentes, pero el modelado por deposición fundida (FDM), en el que se centra esta sección, es el más común.

El FDM imprime piezas utilizando filamento termoplástico, que es básicamente un cordón de material que puede fundirse, depositarse selectivamente en capas y enfriarse. Las piezas se construyen añadiendo capas unas sobre otras con coordenadas específicas que provienen de un modelo digital.



Esta tecnología se creó porque la gente quería una forma de crear prototipos de piezas rápidamente, sin tener que esperar al mecanizado industrial. Hoy en día, la creación rápida de prototipos es una de las ventajas más significativas del FDM y la impresión 3D. La impresión 3D se está convirtiendo poco a poco en una potente solución de fabricación.

Hace falta destacar que la impresión 3D es un proceso que puede tardar bastante tiempo en llevarse a cabo. El proceso no sólo consiste en saber utilizar la máquina de forma mecánica, sino que también comienza con la ideación y el dibujo en 2D y luego pasa al ordenador, utilizando un software de diseño asistido por ordenador en 3D (software CAD). Todavía no hemos llegado a la máquina de impresión 3D propiamente dicha. Una vez que tenemos el diseño 3D, descargamos el archivo para pasarlo a un nuevo software (software CAM) para poder interpretar la pieza que creará la impresora 3D. Este software genera un archivo *.gcode que se pasa a la impresora para que ésta pueda reproducir el objeto.

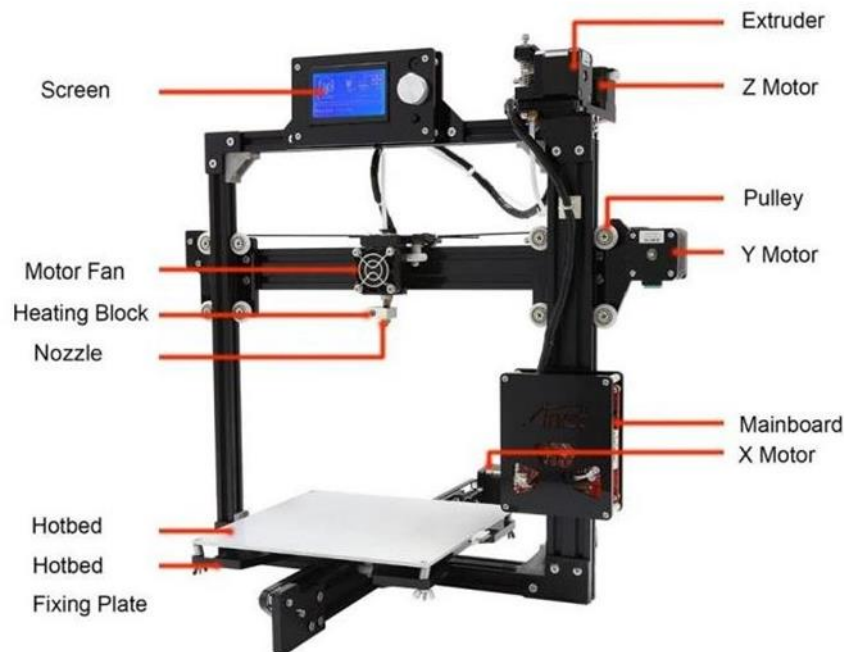
El proceso de impresión 3D se compone, pues, de dos partes: el hardware y el software.

Hardware

La forma más fácil de entender cómo funciona la impresión 3D es comprender primero las partes físicas que componen la máquina. Cabe mencionar que la mayoría

de las impresoras 3D utilizan tres ejes: X, Y e Z. Los ejes X e Y son responsables del movimiento hacia la izquierda, la derecha, el avance y el retroceso, mientras que el eje Z es responsable del movimiento vertical.

Las partes más importantes de una impresora 3D:



Plataforma de construcción: La plataforma de construcción (también llamada cama de impresión) es esencialmente la superficie sobre la que se fabrican las piezas. Puede ser caliente o fría para acomodar diferentes materiales.

Extrusor: El extrusor es el componente responsable de tirar y empujar el filamento a través del cabezal de impresión. Dependiendo de la configuración del extrusor (directo o Bowden), el extrusor y el cabezal de impresión se consideran a veces la misma cosa.

Desde esta perspectiva, la extrusora consta de dos subcomponentes:



- **El extremo frío** es la parte mecánica que consta de un motor, engranajes de transmisión y otros pequeños componentes que empujan y tiran del filamento.
- **El extremo caliente** contiene un calentador y una boquilla, donde el primero calienta el filamento para que pueda ser extruido por el segundo.

Cabezal(es) de impresión: Puede haber uno o más cabezales de impresión en una impresora, aunque la mayoría de las impresoras sólo tienen uno.

Interfaz de control: Algunas impresoras 3D modernas tienen una pantalla táctil que se utiliza para controlar la impresora 3D. En las impresoras más antiguas, puede haber una simple pantalla LCD con una rueda física de desplazamiento y clic en lugar de una interfaz táctil. Dependiendo del modelo, también puede haber una ranura para tarjetas SD y un puerto USB.

Para empezar con el hardware, necesitamos:

- Una impresora 3D (hay un universo de impresoras, elegir una depende siempre de tus conocimientos tecnológicos y de tu presupuesto).
- Filamento FDM (otro universo de colores y posibilidades).
- Laca u otro sistema de adhesión para que la pieza impresa no se salga de la plataforma de construcción.
- Herramientas de mantenimiento de impresoras 3D.

Software

Como se ha comentado en la introducción del capítulo, los modelos o piezas en 3D se crean utilizando software de modelado en 3D, como el software CAD (diseño asistido por ordenador). Estos son algunos ejemplos de software de modelado 3D populares:



- Fusion 360 (CAD gratuito para uso no comercial).
- SolidWorks (CAD de pago)
- Blender (modelador libre de superficies y orgánico)

Sin embargo, la mayoría de los principiantes en la impresión 3D no tienen los conocimientos necesarios para utilizar este tipo de software. Si ese es el caso, no te preocupes, porque hay otras soluciones.

Para empezar, hay opciones de software CAD más sencillas, como Tinkercad, un programa de acceso gratuito basado en un navegador web que casi cualquiera puede utilizar sin experiencia previa. Se trata de una aplicación online diseñada por Autodesk, uno de los principales desarrolladores de software CAD del sector.

Una vez que tenemos el modelo terminado en el software de diseño 3D, hay que prepararlo utilizando un tipo de software especial que traduce el modelo en el mapa de instrucciones que la máquina interpretará. Esto se hace mediante un software de corte, el más conocido de los cuales se llama Slicer (muchas impresoras tienen su propio software de generación de código G). Se utiliza para ajustar muchos parámetros, como la velocidad y la temperatura de impresión, el grosor de las paredes, el porcentaje de relleno, la altura de la capa y muchos otros.

El archivo resultante consiste en código G, el "lenguaje" de las impresoras 3D y las máquinas CNC. El código G es esencialmente una larga lista de coordenadas que la impresora 3D seguirá para construir su modelo. En otras palabras, ¡la impresión 3D es imposible sin los archivos G-code!

Como el acceso a las impresoras 3D se ha universalizado para muchas personas en los últimos años, se han creado numerosos sitios como repositorios de modelos 3D. A estos sitios podemos acudir para descargar piezas que ya están diseñadas y que no necesitan ser recreadas. Aquí están algunos de los más populares:



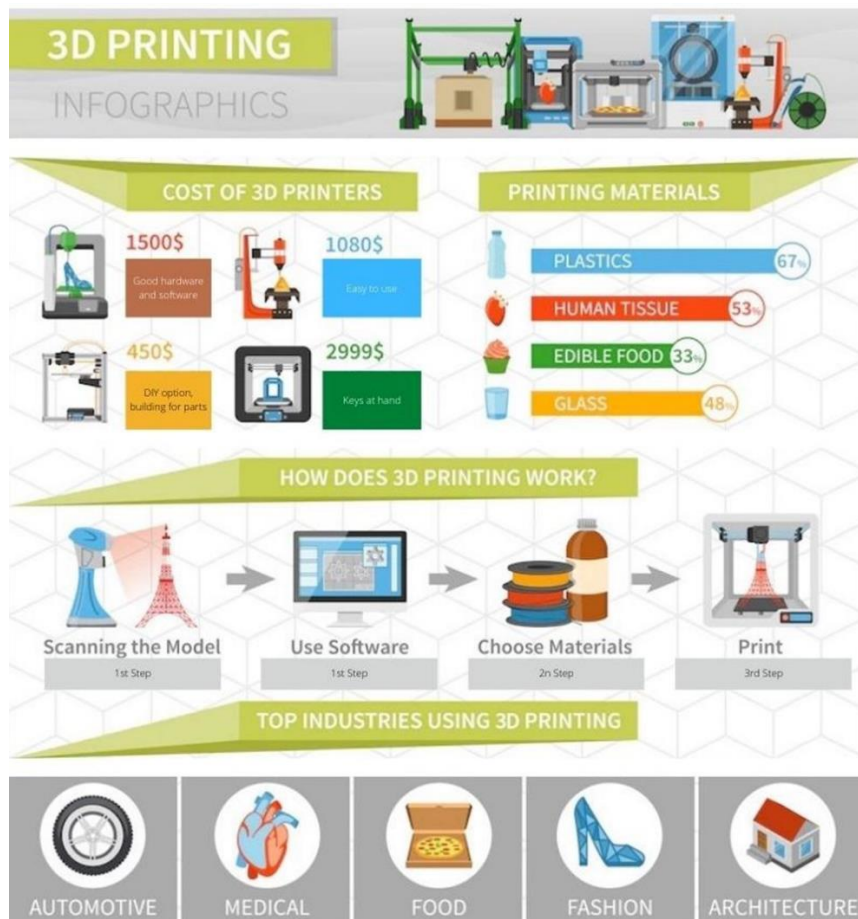
- Thingiverse (todo gratis)
- MyMiniFactory (muchos gratuitos y otros de pago)
- Cults3D (gratis y de pago)
- CGTrader (pocos gratuitos y la mayoría de pago)
- Printables (todos gratuitos)

Recomendaciones o limitaciones pedagógicas

En los contextos de la escuela primaria y secundaria, los educadores están aprovechando las tecnologías y las pedagogías maker para permitir formas de aprendizaje más orientadas a la indagación, prácticas, atractivas y centradas en el estudiante (Freeman, Becker y Cummins, 2017). Estos esfuerzos están en consonancia con el reciente énfasis internacional en el desarrollo de habilidades en las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018; UNESCO et al., 2015), así como en el desarrollo de las llamadas habilidades del siglo XXI, como la colaboración, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Comisión para el Broadband para el Desarrollo Sostenible, 2017; Luna Scott, 2015).

La comprensión y la aplicación de las tecnologías y las pedagogías "maker" representan un reto fundamental para los directores de los centros escolares y los profesores de las aulas. Muchos de ellos han tenido una exposición limitada a la enseñanza y el aprendizaje basados en el concepto "maker" a través de oportunidades de aprendizaje profesional para informar su propia práctica en el aula. Además, la falta de investigación sobre las pedagogías que apoyan y limitan el aprendizaje y la enseñanza en los espacios "maker" significa que los profesores tienen poca orientación empírica en la que basar su práctica (Papavlasopoulou et al., 2017).

Uno de los elementos más importantes a la hora de incluir procesos de impresión 3D en el aula es la paciencia. Hay que ser claro en cada paso del proceso de aprendizaje y crear un calendario razonable para el diseño del proyecto.



Referencias:

- Comisión Broadband para el Desarrollo Sostenible. (2017). Grupo de trabajo sobre educación: Habilidades digitales para la vida y el trabajo. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002590/259013e.pdf>
- Freeman, A., Becker, S. A., y Cummins, M. (2017). Informe del horizonte del NMC/CoSN: 2017 K-12.
- Luna Scott, C. (2015). Los futuros del aprendizaje 3: ¿Qué tipo de pedagogías para el siglo XXI? Extraído de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002431/243126e.pdf>
- Organización para el Desarrollo de la Cooperación Económica. (2018). El futuro de la educación y las competencias: Educación 2030. Recuperado de [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Estudios empíricos sobre el Movimiento Maker, un enfoque prometedor para el aprendizaje: Una revisión de la literatura. Entertainment Computing, 18, 57-78. <https://doi:10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- UNESCO et al. (2015). Declaración de Incheon Educación 2030: Hacia una educación de calidad inclusiva y equitativa y un aprendizaje permanente para todos. <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-internationalagenda/education-for-all/education-2030-framework-for-action/>

6: Casos seleccionados del proyecto

Caso 1: Reflexiones sobre los ladrillos creativos: el encuentro de los niños con el arte a través de los juguetes de alta gama.

El multi-artista danés Per Kirkeby ha creado una serie de esculturas de edificios de ladrillo por toda Europa. No las llamó esculturas, sino "máquinas de luz y sombra". Esta frase es la inspiración del proyecto del mismo título, que es un intento de aprender geometría a través del arte de la construcción local mediante construcciones experimentales de Stehle (una puerta de la ciudad basada en una planta cuadrada) en LEGO. Este fue el trasfondo de 14 sesiones de prueba durante 5 días con 344 alumnos participantes de entre 6 y 13 años de Aars, en Vesthimmerland (Dinamarca).



Figura 4. Una Stehle I, una rotonda en Aars, Dinamarca Foto: <https://skulpturblog.org/2020/10/06/aars-2006-byporte/>

Cada curso de 60 minutos consistía en:

- Introducción al Museo, Per Kirkeby y el proyecto STEAM Builders Erasmus+
- Producción del primer modelo con prueba de sombra
- Producción del segundo modelo con prueba de sombra
- Evaluación



En la introducción, se preguntó a los estudiantes "si les gustaría ser una especie de piloto de pruebas" para el proyecto. Todos los alumnos indicaron que estaban interesados, e incluso hubo una gran curiosidad por el proyecto en sí entre los estudiantes.

Per Kirkeby tenía un enfoque muy experimental sobre el uso de los ladrillos, por lo que se eligió LEGO como el material de construcción más cercano para los alumnos, lo que entusiasmó a muchos estudiantes que expresaron espontáneamente "¡Sí!" o "Guay", lo que indica claramente el estatus del juguete entre los alumnos.

Después, varios estudiantes dijeron: "Es genial que te den una tarea específica en LEGO. Es una forma diferente de construir".

Algunos estudiantes disponían de pocos tipos de ladrillos. Al preguntarles si esto era un obstáculo para su construcción, respondieron "No, fue divertido que no tuviéramos tantos tipos para elegir, ¡porque nos obligó a usar nuestra imaginación!".



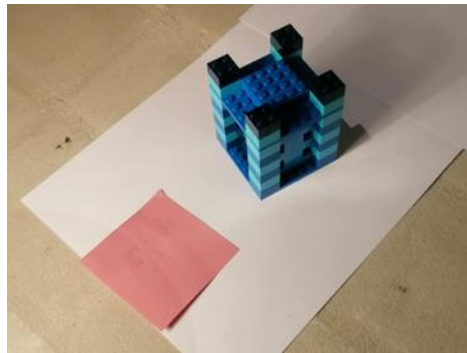
Figura 5. Stehle construido por alumnos de 6 años. Hubo una larga explicación para el montaje en la parte superior en la línea de: "cuando las luces de los coches chocaran, formarían sombras...." Foto: Kim Callesen, Museo de Vesthimmerland



La edad de los alumnos se manifestó sobre todo en las construcciones. Los alumnos más jóvenes se mostraron más fabulosos con la función del Stehle, mientras que los mayores se preocuparon más por la estética.

Enseñanza periódica segregada por género y otros tipos de enseñanza segregada

Queda por ver si esto es algo especial en los niños daneses, pero el uso de LEGO como material didáctico tuvo la misma acogida entre ambos sexos. Tal vez fueron las posibilidades de solución abierta de la tarea lo que atrajo a los alumnos, ya que a menudo se considera que LEGO tiene un gran atractivo para los chicos. Las chicas mostraron ciertamente un gran compromiso con los programas.



*Figura 6. Stehle construido por alumnos de 12 años. Obsérvese la coordinación de colores.
Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands*

En dos de las clases, los profesores habían optado dividir el grupo por género, o en grupos de niños y niñas. Fueron dos sesiones muy tranquilas y concentradas, lo que no nos lleva a recomendar esto. Sin embargo, puede haber una perspectiva en ser consciente de la posibilidad para períodos más cortos, ya que LEGO puede tener un atractivo tan fuerte para ciertos grupos que incluso lleva a casi excluir a los alumnos que no están tan acostumbrados a las construcciones con ladrillos, por lo que la división puede basarse en:



- La edad
- Los constructores con o sin experiencia
- El género
- La asignación de bloques específicos a grupos específicos de estudiantes.

Máquinas de Luz y Sombra demostró que es posible crear programas interdisciplinarios, incluso donde el arte local se convirtió en un catalizador de las matemáticas, la ciencia y el interés por la UE. La prueba también mostró un programa con gran compromiso y participación en la fase de idea y construcción, tanto de las niñas como de los niños.

Caso 2: Experiencias con STEAM Builders y niños con TEA

Breve introducción a los TEA - Los TEA en el contexto STEAM

Pequeña presentación de los TEA:

Un Trastorno Específico del Aprendizaje (TEA, o SLD por sus siglas en inglés) es una condición permanente que afecta al proceso de aprendizaje de un individuo. Existen diferentes TEA: Dislexia, Disgrafía, Discalculia, Disfasia y Dispraxia. Tienen una causa neurobiológica que afecta a la forma en que el cerebro procesa la información: cómo recibe, integra, retiene y expresa la información. Pueden afectar al desarrollo cognitivo de una capacidad de aprendizaje, pero no se derivan de una deficiencia física o una discapacidad intelectual. Cada SLD genera su propio conjunto de retos, que repercuten en la vida escolar de los alumnos. Para más información, te aconsejamos que consulta la Guía Pedagógica de este proyecto.

Dificultades relacionadas con el aprendizaje de STEAM

La mayoría de los TEA pueden afectar al aprendizaje de STEAM de forma indirecta debido a la forma en que afectan a las formas cerebrales de procesar la información. Por ejemplo, la dislexia puede traducirse en dificultades en la lectura y en las habilidades de procesamiento del lenguaje. Hace que la decodificación de los problemas matemáticos sea más difícil, ya que puede afectar a la fluidez de la lectura, la decodificación, la comprensión lectora, el recuerdo, la escritura, la ortografía y, a veces, el habla.

La discalculia es el trastorno más evidente cuando se trata de dificultades en STEAM, ya que generalmente se traduce en dificultades para comprender los símbolos matemáticos y contar, memorizar y organizar los números, lo que dificulta al afectado el cálculo o las operaciones matemáticas abstractas.

¹ PISA. (2018). *Inicio*. OECD iLibrary. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/a9b5930a-en/index.html?itemId=/content/component/a9b5930a-en>

Necesidades TEA en STEAM

Los alumnos con TEA se beneficiarán de más secuencias y materiales concretos que les ayuden a visualizar, interactuar y comprender la teoría que están aprendiendo. Necesitan pasos claros y la oportunidad de relacionar las cosas con situaciones concretas para integrar los materiales más fácilmente. Esto se aborda con los planos de manipulaciones (blueprints) en STEAM Builders.

Presentación de los resultados probados: ¿Qué y por qué?

- Los resultados:



El principal producto probado fue el conjunto de los planos de manipulaciones (blueprints) y las secuencias pedagógicas que los acompañan. Todos los socios han probado diferentes planos y secuencias, y los resultados son, en general, muy positivos.

Perspectivas de los alumnos con TEA sobre STEAM Builders: utilidad y desafíos

- Utilidad:

Las manipulaciones creadas en STEAM Builders permiten a los alumnos ser capaces de interactuar con los materiales de la clase, visualizarlos y manipularlos, lo que les ayudará a retener mejor la información, ya que todos sus sentidos están involucrados durante la sesión. También podrán comprender los mecanismos en su totalidad, en lugar de simplemente aprenderlos de memoria y olvidarlos en cuanto termine el examen. Esto también permite a los alumnos participar en el proceso de aprendizaje de forma activa en lugar de pasiva. Por último, crea interés y aumenta el compromiso con la lección, lo que siempre es una fuente de mejores resultados.

- Desafíos

Algunas de estas manipulaciones ayudan a los alumnos a comprender teorías complejas, al mismo tiempo que manipulan elementos. Además, aunque la motricidad fina puede ser un reto para los alumnos con TEA, el trabajo en equipo puede paliar este reto fácilmente. Además, este tipo de actividades son limitadas en cuanto a las posibilidades a largo plazo; por desgracia, un profesor no podrá hacer todo su curso escolar así. Se trata de una herramienta que debe utilizarse puntualmente para potenciar el interés y el compromiso.



Estudio de caso: fase de prueba

- El proceso de las pruebas

La fase de pruebas fue muy desafiante debido a la época del año en que se realizó, sin embargo, las pruebas arrojaron resultados muy positivos para todos los resultados. Una de nuestras alumnas se sintió muy intimidada por el experimento, especialmente con el sistema de poleas, pero una vez que se dio cuenta de que las pautas eran sencillas y claras, pudo hacer la mayoría de los pasos por sí misma. Aunque los materiales le parecieran difíciles de usar al principio, se dio cuenta de que la Física era más concreta de lo que pensaba. También dijo que este método debería aplicarse a todos los conceptos de Física para comprometerse más activamente con el tema que el profesor explica en clase.

- Impresiones y testimonios

Los profesores que realizaban las pruebas estaban muy satisfechos con la forma en que estaban contruidos los planos, especialmente el de la "brújula", en el que tenían que decir:

"Este fue muy bueno porque realmente ayudó al estudiante a entender cómo funciona la brújula, aunque ya se había explicado antes a través de la secuencia. De hecho, esta parte más concreta en la que tenía que magnetizar su aguja pensando en los lados positivo y negativo del imán le empujó realmente a pensar en el funcionamiento de ambos imanes y, por supuesto, de la brújula. Además, este plano contiene una parte de "creación" más personal con la rosa de los vientos a dibujar, que permite al alumno repasar rápidamente algunas nociones de geometría mientras que las aplica a algo concreto, y también le permite hacer más elecciones estéticas (aunque se trate simplemente de elegir los colores y la forma de sus letras). Esto



permitió al alumno sentir que realmente estaba construyendo su propio objeto y no sólo un objeto para aprender algo.

Desde mi punto de vista, también es la secuencia que más he preferido trabajar entre las tres propuestas porque me permitía trabajar varias nociones al mismo tiempo y producir un resultado muy concreto y visual para el alumno. Además, los materiales utilizados son muy básicos, por lo que la actividad requiere muy poca preparación previa, lo que no es despreciable. También es muy agradable la forma en que las explicaciones se apoyan con fotografías de la evolución de la construcción. Permite a los alumnos tener una cierta autonomía a la vez que aumenta su sensación de construir su propio objeto y ser un actor en su aprendizaje. También, para aquellos que tienen problemas de confianza, tener la impresión de construir estos objetos por sí mismos y no necesitar la ayuda del adulto presente."

Conclusiones

Teniendo en cuenta todos los comentarios, los planos resultaron ser muy interesantes desde el punto de vista del profesor y muy atractivos desde el punto de vista de los alumnos. La explicación paso a paso con imágenes permite a los alumnos ser autónomos y les implica en la creación de un resultado muy concreto que pueden conservar después, al tiempo que sólo requiere materiales básicos y poca preparación previa. Ciertas manipulaciones de motricidad fina en planos específicos pueden ser un reto según el alumno que las realice. Sin embargo, son eficaces en su objetivo: contextualizar las teorías abstractas de STEAM, ayudar a los alumnos a comprender los mecanismos de los conceptos y potenciar los niveles de compromiso y rendimiento en STEAM para todos los alumnos.



Caso 3: STEAM Builders en la escuela secundaria

Un centro de enseñanza secundaria es una institución que imparte educación general e introduce a los alumnos diversos temas. Algunas escuelas secundarias ofrecen tanto el primer ciclo de secundaria (de 11 a 14 años) como el segundo ciclo de secundaria (de 14 a 18 años), es decir, los niveles 2 y 3 de la escala ISCED, pero también pueden impartirse en escuelas separadas. Los jóvenes deben tener excelentes habilidades para interpretar la información, resolver problemas y saber reunir y evaluar pruebas para tomar decisiones informadas (Bourn, 2018). Como futuros líderes, se enfrentarán a problemas cada vez más complejos, por lo que un conocimiento práctico de STEM es fundamental (Digital Skills Gap Index, 2021; Cedefop, 2015).

Los estudiantes de secundaria pueden inscribirse en programas de STEAM sólidos para ampliar su visión del mundo mientras aprenden importantes habilidades para la vida. Algunas de las ventajas de los programas STEAM para los estudiantes de secundaria son:

- Mejora de la capacidad de resolución de problemas
- Mejora de la colaboración y la comunicación
- Confianza para sus futuras carreras y preparación para la universidad
- Una ventaja para el futuro mercado laboral

Pero ¿cómo pueden los profesores introducir STEAM en sus aulas? STEAM Builders ofrece una metodología para introducir las actividades STEAM en los institutos. Utiliza un enfoque de varios niveles para ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades STEAM, permitiendo a los profesores disponer de secuencias pedagógicas inclusivas que pueden utilizar en sus clases. Basado en un consorcio de socios con diversos conocimientos en la educación STEAM y en la educación en general, nuestro



objetivo es desarrollar, evaluar, aplicar en clases reales y mejorar una serie de recursos STEAM.

Según el enfoque de STEAM Builders, los principales pasos para introducir STEAM en los institutos son:

1. La elaboración y evaluación de planos de artefactos históricos por parte de expertos en la materia.
2. La elaboración y evaluación (por parte de especialistas en educación) de secuencias pedagógicas para cada plano.
3. La aplicación y evaluación de las secuencias pedagógicas y los planos en las actividades educativas para estimar el valor añadido de estos recursos.

Un ejemplo

Durante el año escolar 2021-22 la 5th High School of Agrinio utilizaron un plano y una secuencia desarrollados en el proyecto con 42 estudiantes en total. Los estudiantes tenían 16 años y asistían a un instituto griego.



Figura 7. Foto: 5th High School of Agrinio, Grecia

Se utilizaron tres horas de aprendizaje en total, incluyendo la creación del sextante. El plano de manipulación se refería a la creación del sextante, y la secuencia pedagógica incluía la aplicación del sextante para medir la altura de su escuela. Utilizando un enfoque de "aprender haciendo", los alumnos:

- Desarrolló el sextante utilizando el plano,
- Aprendió, con la ayuda del profesor, sobre Tales y su teorema sobre los triángulos semejantes,
- Estudió sobre Xenágoras (siglo II a.C.), quien, basándose en los teoremas de Tales, calculó la altura del pico del monte griego del Olimpo Occidental, llamado Flambouro,
- Y, por último, midieron la altura de su escuela en grupos, haciendo los cálculos necesarios.

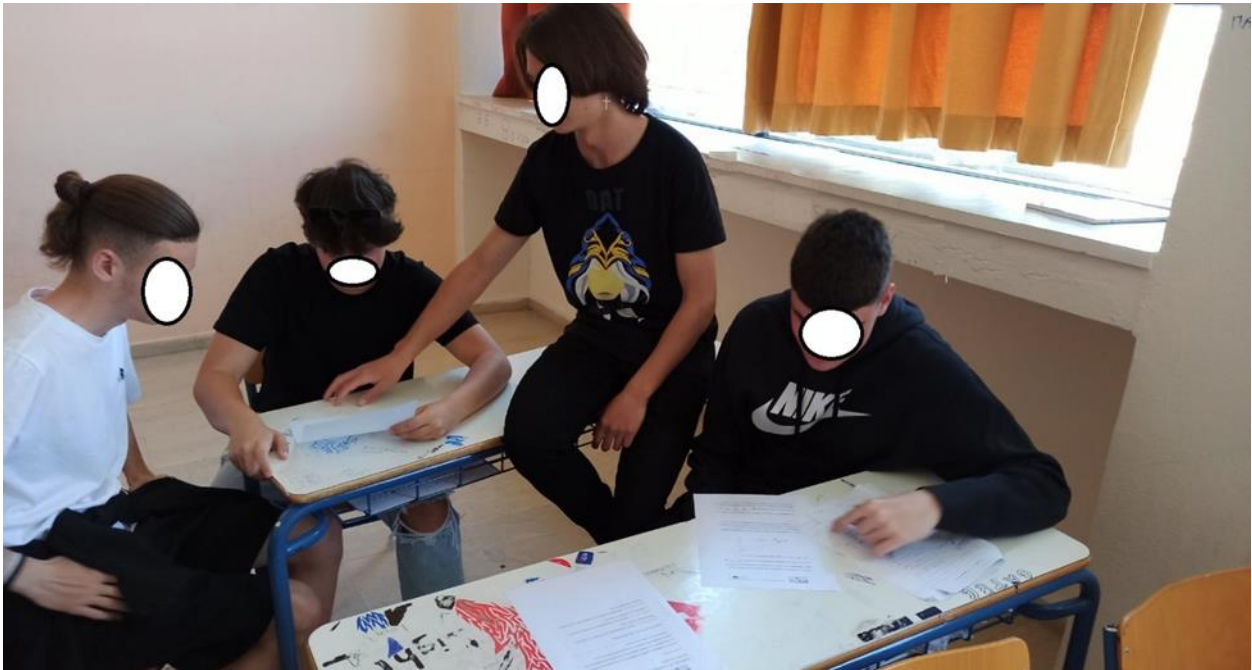


Figura 8. Foto: 5th High School of Agrinio, Grecia

Todos los alumnos participaron activamente y disfrutaron de la actividad. Crearon algunos objetos, aprendieron algunos hechos históricos y se dieron cuenta del potencial práctico de las matemáticas en la vida cotidiana.

Se distribuyó un breve cuestionario a los estudiantes y luego se celebró una sesión de debate para conocer sus opiniones y creencias. El cuadro 1 muestra la parte más interesante del cuestionario y, como podemos ver, los estudiantes son bastante positivos con respecto a nuestro enfoque pedagógico.

Tabla 1. Opiniones de los alumnos

| <i>Pregunta</i> | <i>1 (Totalmente en desacuerdo)</i> | <i>2 (En desacuerdo)</i> | <i>3 (Neutral)</i> | <i>4 (De acuerdo)</i> | <i>5 (Totalmente de acuerdo)</i> |
|--|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------------|
| A. El contenido de la actividad es interesante y atractivo. | | | | 2 | 40 |
| B. El contenido de la actividad es claro y fácil de entender | | | | 3 | 39 |
| C. La actividad me interesó y me motivó | | | | | 42 |
| D. Quiero más actividades así | | | | | 42 |

La actividad anterior es un simple paradigma de la integración con éxito de las actividades STEAM en los institutos. El proyecto STEAM Builders proporciona directrices paso a paso para apoyar la integración de las actividades STEAM. Se ayuda a los estudiantes a explorar diversas implementaciones y se apoya a los profesores con recursos específicos.

References

Bourn, D. (2018). Understanding global skills for 21st century professions. Cham: Palgrave Macmillan, 2018.

Cedefop (2015), Skill shortages and gaps in European enterprises: Striking a balance between vocational education and training and the labour market,

https://www.cedefop.europa.eu/files/3071_en.pdf



Caso 4: Cuando las escuelas utilizan el área local en la enseñanza

En Fermat Science, proponemos talleres relacionados con el territorio y el patrimonio de Beaumont de Lomagne: los talleres PatriMaths. Uno de ellos es: **"La ciudad en la Edad Media"**.

Este taller está destinado a niños de 6 años: descubren la fundación de la bastida real de Beaumont, creada hace más de 800 años por iniciativa de Felipe III el Temerario, y el abad de Grand Selve. Los niños recorren las calles que se cruzan en ángulo recto, trazadas por los topógrafos de la Edad Media, y descubren, mientras pasean por el corazón de la ciudad, los principios arquitectónicos que presidieron su construcción.

Desde el Centro Cultural de Beaumont de Lomagne, los niños descubren las casas con entramado de madera. La bastida de Beaumont de Lomagne es rica en estas casas típicas del siglo XVI, los restos más antiguos de la ciudad. Dirígete a la magnífica residencia de los señores de Argombat, situada en la calle de l'Eglise, y luego a la calle de la République, donde se encuentra la notable casa de Jean d'Armagnac. Durante este paseo por la historia, descubrirán muchos otros aspectos de la ciencia.

De vuelta al Centro Cultural, cada uno puede hacer una maqueta de una ciudad de la Edad Media. Para ello, se les proporcionará un ejemplo de casa con entramado de madera cortado con láser, una técnica que Camille, mediadora de Fermat Science, montará para ellos. Luego, con la ayuda de diversos materiales, arena, grava, corcho, personajes, animales y objetos, su maqueta cobrará vida... Y se sumergirán en el corazón de una ciudad medieval.

Después de haber descubierto la vida del pasado reflejada en la arquitectura de la bastida, pueden conservar su obra y compartir con su familia este tesoro nacido de sus manos.



Figura 9. Foto: Fermat Science, Francia

En los talleres de PatriMaths, proponemos a los niños a partir de 6 años crear una obra de arte utilizando vitrales.

Desde el Centro Cultural de Beaumont de Lomagne, los niños se dirigen a la iglesia gótica del siglo XIV de Notre Dame de l'Assomption. Los mediadores dirigen su atención hacia uno de los vitrales de la fachada exterior.

Desde la estrecha calle es imposible distinguirla, así que el grupo entra en la iglesia y allí, ¡es un descubrimiento! Desde el interior la luz la revela, rica en colores y formas.

A continuación, el mediador explica a los niños cómo se hace un vitral: la elección del modelo y la realización del mismo son los primeros pasos. A continuación, el maestro vidriero representa el diseño, los colores, los eslabones de plomo y el marco metálico, todo ello en tamaño natural. El vidrio se corta con un diamante, cada pieza se pinta con pintura para vidrio y se cuece. Todas las piezas se ensamblan y se unen con plomo. El techo de cristal resultante se fija con un marco metálico.



Tras la visita, todos vuelven al Centro Cultural para que los niños puedan trabajar en su propio vitral. Con la ayuda de diversas herramientas a su disposición -compases, reglas, transportadores- se invita a los niños a convertirse en creadores a su vez. Mezclando simetría y geometría, reproducen el modelo propuesto por el animador: la iglesia y su vitral cobran vida. Sólo queda transferirlo a un papel transparente e iluminarlo a la manera de un maestro vidriero.

Gracias a este taller, los niños tienen la posibilidad, a través de la propia herencia, de una técnica ancestral, de un arte, y de hacer de artista a su vez, ¡de convertirse en maestro vidriero!

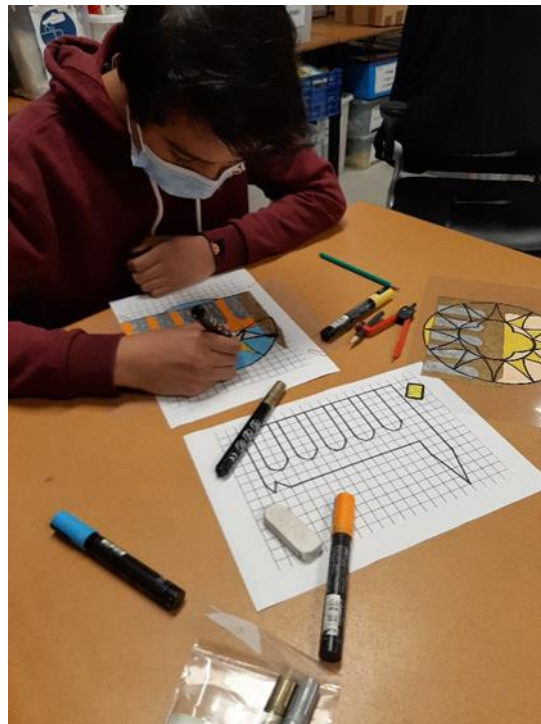


Figura 10. Foto: Fermat Science, Francia



Los niños también pueden descubrir Beaumont de Lomagne desde una perspectiva geométrica con el taller de paseo geométrico.

Hemos creado un paseo geométrico en la ciudad donde nació el matemático Pierre Fermat. Su función es el descubrimiento de su ciudad desde el punto de vista de un geómetra, consiguiendo así que los niños observen su patrimonio y la arquitectura y se fijen en las diferentes formas y dimensiones arquitectónicas, pensando como un matemático.

Beaumont de Lomagne es una bastida con un fuerte potencial arquitectónico y una forma muy geométrica como todas las bastidas. Los niños deben identificar los lugares simbólicos cargados de geometría con su guía durante una visita a la ciudad, comprender la historia de Beaumont de Lomagne, imaginar preguntas para hacer en relación con lo que han observado, hacer fotos de los lugares y de la arquitectura,



Figura 11: Foto Fermat Science, Francia

pensar en las herramientas que hay que utilizar para medir la ciudad y redactar un documento de visita.

Entonces, esta visita se presenta a los padres, que se ponen en la piel de los visitantes que descubren Beaumont de Lomagne desde un



punto de vista geométrico. Esto permite a los niños ser valorados por sus padres, que pueden transmitir sus conocimientos, pero también les permite mostrar a sus padres una forma diferente de acercarse a las matemáticas.

La creación de esta visita permite a los niños sumergirse en varias disciplinas (matemáticas, historia, patrimonio, escritura, creación, observación, práctica artística) y poner en práctica numerosos campos de competencias para la realización de un proyecto global.

Referencias

Rey, O. (2016, 4 de enero). *Las buenas prácticas en la educación: ir al encuentro del eslogan*. Investigaciones y prácticas educativas.

<https://pratiq.edu.hypotheses.org/561>

(2016, noviembre). Le recensement des bonnes pratiques pédagogiques dans l'enseignement professionnel. Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

<file:///C:/Users/UTILIS~1/AppData/Local/Temp/2016-078-recensement-enseignement-professionnel-690447-pdf-31049.pdf>.

(2015, marzo). Manuel d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques. Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie Québec. http://extranet.santemonteregie.qc.ca/depot/document/3760/Guide_pratiques_VF.pdf

Caso 5: Implementación de un taller de patrimonio

1. ¿Qué es un taller?

Un taller es una reunión en la que un grupo de personas se involucra e interactúa en un debate y actividad intensiva sobre un tema o proyecto concreto. En general, los talleres son programas educativos breves (que duran desde unas horas lectivas hasta varios días) que involucran a los participantes, permitiéndoles adquirir alguna

habilidad técnica o práctica o aprender algún concepto abierto a cualquier campo de aplicación.

La planificación y preparación del taller requieren mucho tiempo para el mentor, ya que cada taller es único. Para conseguir los mejores resultados, hay que prepararlo teniendo en cuenta tanto los participantes como los temas. Por otra parte, esto significa que el mismo taller puede aplicarse para presentar diferentes temas y áreas de enseñanza.

2. Planificación, preparación y realización del taller

En el proyecto STEAM Builders, el Instituto GoINNO ha organizado talleres prácticos con alumnos de 10 a 14 años para probar los materiales desarrollados. En este apartado, describiremos la preparación y la realización del taller basándonos en un ejemplo práctico.

2.1. Fase de planificación - definir los participantes (número, edad), los mentores, las actividades

En primer lugar, se ha elegido el grupo objetivo y las actividades. A continuación, se ha decidido el número máximo de participantes. Las limitaciones pueden ser el tiempo, los materiales, el espacio y el número de mentores. Hemos decidido que pueden participar un número máximo de 20 alumnos (de 10 a 14 años) con 2 mentores. Los mentores son siempre bienvenidos, preferiblemente más que menos. Recomendamos un mínimo de 2 para el grupo de 10-20 alumnos, para asegurarnos de que la actividad se desarrolla sin problemas y los alumnos reciben ayuda práctica cuando lo necesiten. Las actividades se eligieron teniendo en cuenta el grupo objetivo y sus intereses: recomendamos un máximo de 2 actividades prácticas diferentes, ni



demasiado sencillas ni demasiado complicadas. Lo importante es que puedan hacer la actividad casi solos, con sus propias manos. Los alumnos pueden realizar la actividad también en parejas o grupos, pero todos deben participar activamente.

Decidimos hacer dos experimentos diferentes: "El molino de agua" y "Explorar las rocas" en 3 horas lectivas, con un descanso entre ellas.

2.2. Fase de preparación (materiales, lugar, invitaciones, solicitudes, etc.)

El espacio: Tenemos que elegir el lugar para el taller. En nuestro caso, seleccionamos el aula de la biblioteca pública, pero también puede ser un aula del colegio, o algún otro espacio público (en la época más cálida del año, también puede ser algún lugar al aire libre). Necesitamos un entorno seguro para evitar cualquier lesión o daño y disponer de espacio suficiente.

Materiales: Prepara suficientes materiales para todos los participantes, así como algunos materiales extra por si acaso.

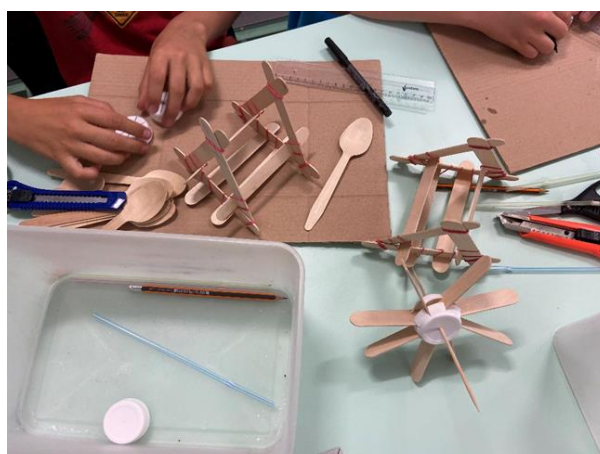
Invitaciones: Preparamos las invitaciones y las enviamos al público interesado: nos dirigimos a los padres con hijos en edad escolar. Compartimos los detalles del evento en las páginas de las redes sociales y creamos un formulario de solicitud en línea, que observamos regularmente. Si hay más solicitantes que plazas en el taller, piensa en hacer dos eventos. No olvides definir la información clave: lugar, hora, duración, quién puede solicitarlo y una breve descripción del tema.

2.3. Implementación

Los mentores tienen que estar en el lugar antes de que empiece el taller para preparar adecuadamente el lugar y los materiales necesarios. Cuando empiece el



taller, divide a los participantes en grupos más pequeños y comienza con la actividad. Los alumnos siempre se emocionan si pueden llevarse a casa algo que han hecho ellos mismos. Hacer algo con materiales fácilmente accesibles y baratos, o incluso reciclados, hace que la idea de que los alumnos se lleven sus modelos a casa sea factible.



7: Recomendaciones

La figura siguiente te ofrece las mejores recomendaciones de los 7 socios para empezar a impartir clases relacionadas con STEAM:

| Institución | Recomendación |
|--------------------------|---|
| | |
| Logopsycom | |
| La preparación es clave. | <p>Para llevar a cabo una actividad con la mayor fluidez posible, la preparación es un paso esencial. Hay que asegurarte de que te dispones de herramientas suficientes y en buen estado, de que te dispones de los materiales necesarios para la creación de una manipulación y de que tienes un poco más de lo necesario. (Un error siempre es posible, mejor prepararse para varias pruebas). Pero también, es bueno estar al tanto de las instalaciones disponibles, el espacio, los escritorios, etc. ya que pueden ser necesarios para la actividad. Otro punto esencial es realizar la actividad por tu cuenta de antemano, para que puedas identificar los puntos de dificultad o los momentos de especial atención para ayudar a los alumnos tú mismo y puedas guiarlos lo mejor posible durante la actividad. Te aconsejamos que recrees la manipulación una vez por tu cuenta y que prepares todos los materiales con suficiente reserva para la actividad. Las sobras pueden utilizarse también para otras actividades. Aconsejamos reciclar los materiales en la medida de lo posible.</p> |



| | |
|---|---|
| <p>Cooperación en lugar de competencia.</p> | <p>Muchas veces, la competición se utiliza como una forma de motivar a los alumnos para que tengan éxito. Aunque esto puede funcionar con algunos estudiantes, no todos son competitivos, y los estudiantes que "pierden" pueden perder el interés una vez que los ganadores terminan y pueden dejar de hacerlo a medias, ya que no tiene sentido. Esto también deja en sus mentes una sensación de fracaso, que no es el objetivo. Aconsejamos centrarte en la complementariedad y la cooperación en estas actividades. Puede haber diferentes roles o diferentes pasos con "líderes" designados por turnos para cada paso con el fin de cambiar las cosas, pero todos deben participar según sus propias capacidades y ser recompensados por el éxito general del grupo. Esto permitirá incluir mejor a los alumnos con un conjunto de habilidades diferentes a las que se suelen exigir en los ejercicios de clase y valorar también la neurodiversidad.</p> |
| <p>Dejar espacio para la prueba y el error.</p> | <p>Estas manipulaciones son una oportunidad perfecta para trabajar su curiosidad científica y ayudarles a desarrollar una perspectiva positiva para probar cosas nuevas. Cuando se enfrentan a un problema nuevo, está bien que los estudiantes lo intenten y fracasen al principio. Esto también forma parte del proceso de aprendizaje, especialmente en un contexto STEAM. El objetivo es que los alumnos reflexionen y traten de encontrar una solución. Es normal que no tengan éxito en el primer intento. Esto fomentará el pensamiento innovador, la participación activa en clase (ya que el fracaso no se castiga) y la capacidad de recuperación. Los alumnos serán menos</p> |

| | |
|---------------------------|--|
| | propensos a no intentar algo o a abandonar rápidamente cuando no encuentren la respuesta a la primera. Si tienes la oportunidad, también estaría bien organizar talleres para intentar resolver un problema que los niños hayan encontrado en casa o en su vida cotidiana. |
| Fermat Science | |
| Cambiar el entorno. | La disposición de un aula o taller debe ser flexible. Lo ideal es que la disposición de las mesas se adapte a la actividad propuesta. Sin embargo, cambiar la disposición de las mesas puede llevar mucho tiempo y ser ruidoso. Por lo tanto, si quieres mover las mesas de la sala cuando realices un taller STEAM, lo mejor es enseñar a los alumnos cómo hacerlo. Al principio del año, muestra a los alumnos cómo hacerlo de forma silenciosa y rápida. Cuando los alumnos estén entrenados y acostumbrados a ello, pueden tardar menos de tres minutos en cambiar la configuración. |
| No tengas miedo de salir. | Salir del aula facilita el aprendizaje auténtico o experimental y permite acceder mejor a las principales vías de aprendizaje (visual, auditiva y cinestésica). Los alumnos no sólo experimentan las ciencias en entornos concretos y novedosos, sino que pueden liberarse de las expectativas, a veces restrictivas, del aula. El aprendizaje de la ciencia fuera de las aulas, por ejemplo, en un museo, no es sólo un enriquecimiento, sino que también está en el centro de la potenciación de la comprensión de la materia por parte del individuo. |

| | |
|--|--|
| <p>Eliminar el riesgo de desigualdad.</p> | <p>Para los alumnos socialmente alejados de la cultura, el lenguaje STEAM puede ser una fuente de incomprensión que genere fracaso y estrés, ya que a menudo existe una discrepancia entre el sentido científico y el sentido real. Por lo tanto, es esencial en el aprendizaje no formal utilizar las palabras correctas. Para alejar el riesgo de desigualdad, es necesario desarrollar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividades no formales accesibles para todos y en cualquier lugar fuera de las escuelas. - La formación de los mentores en los diferentes métodos de enseñanza de las ciencias y del lenguaje científico. |
| <p>GoINNO</p> | |
| <p>Deja a los alumnos vía libre para aprender: pueden divertirse y aprender al mismo tiempo.</p> | <p>El mentor debe ser el guía, pero no dirigir toda la actividad a su ritmo para conseguir los resultados previstos. Es fundamental saber de dónde parte la actividad y cuáles son los objetivos; sin embargo, el resultado es consecuencia de los participantes, su motivación, habilidades y conocimientos. No te asustes si hacen algo diferente a lo que esperabas. Además, la diversión es una parte importante del experimento práctico, que resulta atractiva y motivadora. El objetivo se consigue si el profesor lo combina con el aprendizaje.</p> |
| <p>Hacer las clases como talleres - es una experiencia educativa intensiva realizada en poco tiempo.</p> | <p>Hacer experimentos prácticos es una buena opción de taller, ya que ofrece a los estudiantes la oportunidad de probar nuevos métodos y, posiblemente, de fracasar en una situación segura. Cada estudiante está rodeado de un mentor, que puede ayudarlo en situaciones difíciles, y de otros estudiantes, lo que permite una rápida y eficaz transferencia de conocimientos y retroalimentación entre mentores y estudiantes. Puedes crear</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>un sentido de comunidad y de cooperación entre los estudiantes, lo que conduce a una mayor motivación para la actividad. Es importante que todos tengan la oportunidad de realizar al menos una parte de la actividad práctica por sí mismos, lo que conducirá a un mayor rendimiento del aprendizaje.</p> |
| <p>Los mentores deben ser capaces de adaptarse a las nuevas condiciones.</p> | <p>La preparación del mentor para guiar la actividad debe ser realizada por el mentor de antemano; sin embargo, deben estar preparados para diferentes situaciones. Por lo general, el mentor debe construir algunas partes de la estructura de las lecciones y planificarlas durante la realización de la actividad y no de antemano. Es esencial que el mentor pueda ver cómo dar a los participantes todo el conocimiento que puedan conseguir, teniendo en cuenta el tema y la audiencia.</p> |
| <p>CIP- Citizens in Power</p> | |
| <p>Los profesores de STEM incorporarán las artes en sus planes de estudios.</p> | <p>Los fundamentos de STEAM son la indagación, el pensamiento crítico y el aprendizaje basado en procesos. Toda la idea que rodea a las lecciones STEAM y al enfoque STEAM es que se basa en el cuestionamiento. Queremos empezar a hacer preguntas que no sean de Google.</p> <p>La indagación, la curiosidad, la capacidad de encontrar soluciones a un problema y la creatividad en la búsqueda de las soluciones son el núcleo de este enfoque. Esto significa que las humanidades están entrelazadas en STEAM como todo lo demás.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Desarrolla un espacio maker en tu escuela.</p> | <p>Los términos STEAM y makerspace suelen ir juntos. Esto es porque el movimiento educativo STEAM hace hincapié en las habilidades del siglo XXI, el aprendizaje basado en proyectos y la interconexión de las áreas académicas. La enseñanza de STEAM ayuda a los estudiantes a ser más competentes en la colaboración, el cuestionamiento, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. ¿Cómo encajan los espacios maker? Los espacios maker son un método práctico para el aprendizaje STEAM, que ofrece a los estudiantes un espacio para explorar la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas.</p> |
| <p>Integra las matemáticas y las ciencias en los proyectos.</p> | <p>Integra las matemáticas y las ciencias en los proyectos sin problemas. Las matemáticas y las ciencias que tus alumnos realicen deben ser relevantes para su proyecto actual, estar relacionadas con escenarios del mundo real y, en última instancia, servir para un propósito. Por ejemplo, tal vez las ecuaciones matemáticas aseguren que su diseño funcione correctamente o les ayuden a entender cómo crear algo.</p> |
| <p>Trànsit Projectes</p> | |
| <p>La UNESCO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.</p> | <p>Jefes de Estado y de Gobierno, altos funcionarios de la ONU y representantes de la sociedad civil se reunieron en septiembre de 2015, en el marco del 70º período de sesiones de la Asamblea General de la ONU y han adoptado los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos conforman un programa de desarrollo sostenible, universal y ambicioso, un</p> |

| | |
|-----------------------------------|---|
| | <p>programa del pueblo, por el pueblo y para el pueblo, concebido con la participación activa de la UNESCO.</p> <p>https://en.unesco.org/sustainabledevelopmentgoals</p> |
| Inclusión. | <p>Las actividades de MakerEducation, en un entorno bien apoyado con acceso a herramientas y materiales, pueden ayudar a los jóvenes a sentirse conectados. Pueden darles la oportunidad de comunicar sus pensamientos, sentimientos y pasiones a través de métodos creativos y a la vez prácticos, además de aprender sobre la importancia de la responsabilidad social y la inclusión.</p> <p>http://m4inclusion.com/</p> |
| No tengas miedo. | <p>La práctica "Makerspaces for Innovation in Teaching" se centra en el proceso de investigación para desarrollar métodos de enseñanza y entornos de aprendizaje reales más atractivos. El potencial educativo de los Makerspaces y los FabLabs (así como la tecnología de prototipado rápido utilizada en estos espacios) puede servir de apoyo a los profesores y educadores en este ámbito. En concreto, el proyecto "MakIN Teach" integra la filosofía Do It Yourself (DIY) típica de estos espacios con la teoría activista y las ideas relacionadas con el "aprender a aprender" y el "aprendizaje activo".</p> |
| 5th High School of Agrinio | |
| Un comienzo temprano. | <p>A pesar de lo que piensa la mayoría de la gente, nunca es demasiado pronto para que los niños se interesen por las ciencias y las matemáticas. Investigaciones recientes dicen que</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>hay que hacer todo lo posible para que los niños se involucren desde que empiezan la escuela primaria. Los estudios han demostrado que los niños deciden si quieren ser científicos, ingenieros o matemáticos durante la escuela primaria.</p> |
| Diversidad en STEM. | <p>No hay suficientes mujeres en los trabajos relacionados con la ingeniería y la informática. Los profesores de STEM pueden marcar la diferencia animando a las mujeres y a los estudiantes de grupos infrarrepresentados a entrar en los campos de STEM más demandados y bien pagados.</p> |
| Más acciones educativas. | <p>Más programas de investigación transversales y aplicados para ayudar a los estudiantes de todos los niveles educativos a desarrollar una gama más amplia de habilidades e incorporar STEM a otras materias, para mostrar cómo y dónde se utiliza STEM en el mundo real.</p> |
| Vesthimmerland | |
| "Menos es más". | <p>No atiborres la actividad. Los alumnos absorben una gran cantidad de información sensorial nueva y demasiadas actividades pueden crear desorden y confusión. La simplicidad deja espacio a la imaginación, la acción, las ideas y la expresión de los alumnos. Cuando se invita a los alumnos a ser cocreadores, la enseñanza adquiere sentido.</p> |
| Secuencias cronológicas y procesos completos. | <p>Crea un equilibrio entre la calma, la contemplación y el impulso. El proceso en sí debe ser cronológico, con actividades que tengan vínculos causales lógicos. Deja que los alumnos lleven a cabo un proceso de trabajo de principio a fin, de modo que se completen todos los subprocesos de un ciclo de trabajo. Por</p> |

| | |
|--------------------------------|--|
| | ejemplo, el agua extraída del pozo se utiliza para algo, los granos de café molidos se hierven para hacer café. |
| Utilizar materiales sencillos. | Elige materiales sencillos y recicla, por ejemplo, palos redondos, bolsas de plástico, vasos de plástico, cajas de cartón, ramas, etc., en tu enseñanza. Esto ayuda a bajar los costes de material. Puedes pedir a los alumnos que te ayuden a recoger materiales para contribuir a la lección, y esto puede crear curiosidad por saber para qué sirven o pueden servir los materiales. Es una ventaja crear un "banco de materiales" para mantener bajos los costes y el tiempo de preparación. |

8: Perspectivas

STEM y STEAM existen desde hace tiempo, pero la enseñanza mediante experimentos y actividades prácticas de STEM y su combinación con la "A" de STEAM todavía se percibe como algo nuevo y a veces muy difícil para los profesores y otros educadores.

Los profesores son personas que dedican sus vidas a transmitir conocimientos a la siguiente generación. Aunque enseñan a los alumnos todos los días y tienen expectativas sobre el nivel de conocimientos de los alumnos, puede que en su enfoque hacia el aprendizaje los propios profesores no tengan confianza. Por esta razón, no se embarcan en algo nuevo, por ejemplo, enseñar experimentos STEM y actividades prácticas en la escuela. Esto refleja el hecho de que no están familiarizados con esta metodología de enseñanza, ya que, en la Universidad, en la mayoría de los casos, los programas de estudio pedagógico no cubren las



metodologías de enseñanza de STEM prácticas o experimentales/basadas en proyectos, o éstas sólo se mencionan brevemente sin ningún tipo de indicaciones o ejemplos sólidos.

Otro problema radica en el hecho de que los profesores están sobrecargados para asegurarse de que cubren el plan de estudios nacional y carecen de tiempo para preparar y aplicar nuevas actividades STEM. Incluso cuando el profesor decide incorporar actividades STEM, carece de materiales de calidad para las lecciones de enseñanza práctica que puede utilizar en las clases, ya que hay un escaso número de recursos útiles sobre cómo orientar dichas lecciones. Por lo tanto, los profesores no siempre están seguros de sus capacidades de controlar la situación en la clase si mezclan diferentes enfoques de enseñanza, por ejemplo, flipped classroom, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, etc.

Con proyectos como STEAM Builders, permitimos a los profesores acceder a materiales de alta calidad que les guían a través de toda la lección, desde la preparación hasta la parte principal y las fases de reflexión y retención de conocimientos. Los profesores reciben la oportunidad y el apoyo para poner en práctica lecciones STEM en sus clases. Al recibir materiales fáciles de seguir, profundos y previamente preparados, los profesores pueden sentirse más seguros cuando intentan utilizar actividades prácticas para la enseñanza de STEAM en sus clases. De este modo, se familiarizan con los aspectos positivos de la enseñanza de STEM a través de actividades prácticas en sus clases, y pueden concienciar de que el aprendizaje de STEM es crucial para los estudiantes y también muy atractivo para ellos, ayudándoles a ser siempre participantes activos en su aprendizaje.

El enfoque práctico de la enseñanza de STEM también es beneficioso para la enseñanza multidisciplinar. Contiene una forma de pensar científica que puede ayudar a enseñar arte e historia de forma práctica. Este enfoque analítico ayuda a que

las lecciones de historia sean más innovadoras y no sólo teóricas, sino también prácticas. Los profesores obtendrán nuevas ideas y orientaciones sobre cómo combinar la A (artes) y las asignaturas STEM para que tengamos STEAM – es decir, la vinculación de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas con el Arte (el disco de Newton puede vincularse con el arco iris en la lección de física o el dibujo en las lecciones de arte), la Historia (el arco romano puede compilarse con éxito con los romanos, los objetos arquitectónicos históricos y la ingeniería...). El cielo es el límite cuando vemos los objetos de aprendizaje con la perspectiva de STEAM. En el proyecto STEAM Builders queremos dar a los profesores el poder de ver este vínculo entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas.

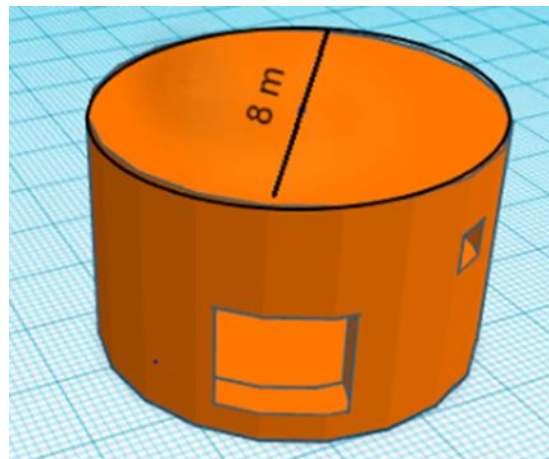


Figura 12. Del plano "Construye tu casa neolítica" CIP, Chipre

9: Literatura de inspiración

| Institución | Autor | Título, editorial año de publicación o web. |
|-------------------|--|---|
| Logopsycom | | |
| | Anna Claybourne, Editorial Crabtree | "Recrear las innovaciones de las máquinas" Grado 4 - grado 7 EDITOR: Crabtree Publishing, 2019 https://crabtreebooks.com/shop/show/14425 |
| | Anna Claybourne, Editorial Crabtree | "Recrea los descubrimientos sobre las fuerzas" Grado 4 - grado 7 EDITOR: Crabtree Publishing, 2019 Forma parte de la serie de libros de clase "Recrea descubrimientos sobre...". (Sobre la luz, las fuerzas, los seres vivos, los sonidos, los estados de la materia, ...) https://crabtreebooks.com/shop/search_results?utf8=%E2%9C%93&q=scientific+descubrimientos |
| | Jill Staake, Somos maestros | "60 experimentos científicos fáciles con materiales que ya tienes a mano" Jill Staake el 2 de marzo de 2022, en la página web We are Teachers, 60 experimentos científicos con cosas que tienes en casa. |

| | | |
|-----------------------|---|--|
| | | https://www.weareteachers.com/easy-science-experiments/ |
| Fermat Science | | |
| | Centro de Estudios de las Ciudades Nuevas de Europa y la Edad Media | Le livre blanc des bastides (francés) Contiene mucha información interesante y muchos planos de la bastida. |
| | IREM - coordonné par Marc Moyon et Dominique Tournès | Passerelles : enseigner les mathématiques par leur histoire au cycle 3 (francés) Presentación y análisis de lecciones de enseñanza de las matemáticas basadas en documentos históricos. |
| | Antoine Houlou-Garcia | Canal de Youtube https://www.youtube.com/c/ArithmAntique |
| GoINNO | | |
| | Inicio - Scientix | Scientix es la comunidad número uno para la educación científica en Europa. Su objetivo es promover y apoyar una colaboración a escala europea entre profesores de STEM, investigadores de la educación, responsables políticos y otras partes interesadas en la educación para inspirar a los estudiantes a seguir carreras en el campo de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) . |

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| | Crystal Chatterton | Awesome Science Experiments for Kids: 100+ Fun STEM / STEAM Projects and Why They Work (Awesome STEAM Activities for Kids); libro con ideas de experimentos prácticos que podrían implementarse en las clases escolares. |
| | Cassie F. Quigley (Autor), Danielle Herro (Autor) | An Educator's Guide to STEAM: Engaging Students Using Real-World Problems Reprint Edition; Una guía para profesores, cómo dar un paso adelante en la práctica de la enseñanza de STEAM. |
| CIP- Citizens in Power | | |
| | Diseñar un espacio maker escolar, Jennifer Cooper | Una guía para el educador sobre cómo diseñar un espacio maker en tu aula. |
| | Wonyong Park y Hohee Cho, 2022 | La interacción de la historia y los objetivos de aprendizaje STEM en los materiales curriculares desarrollados por los profesores: oportunidades y desafíos para la educación STEAM. |
| | David A. Slykhuis et al. | La enseñanza de STEM a través de reconstrucciones históricas: El futuro está en el pasado. https://citejournal.org/volume-15/issue-3-15/editorial/teaching-stem-through-historical-reconstructions-the-future-lies-in-the-past/ |

| Trànsit Projectes | | |
|----------------------|--|---|
| | <p>ReMaking History, Volumen 1: Early Makers</p> <p>Make Community, LLC; edición ilustrada (26 agosto 2016)</p> <p>Inglés</p> <p>ISBN-10: 1680450603</p> <p>ISBN-13: 978-1680450606</p> | <p>William Gurstelle inicia su extraordinario viaje por la historia con este volumen, Early Makers. Cada capítulo examina a un individuo o grupo de personas notables del pasado cuyas ideas e inventos ayudaron a crear el mundo en el que vivimos. Lo que diferencia a esta serie de otros libros de historia -incluidas otras historias de la tecnología- es que cada capítulo incluye también instrucciones paso a paso para fabricar tu propia versión del invento histórico.</p> |
| | <p>ReMaking History Volumen 2: Revolucionarios industriales</p> <p>Ed.: Make Community, LLC; Edición ilustrada (2 diciembre 2016)</p> <p>Inglés</p> <p>ISBN-10: 1680450662</p> <p>ISBN-13: 978-1680450668</p> | <p>Revolucionarios industriales es el segundo volumen de la singular exploración de William Gurstelle de los grandes inventores de la historia. Cada capítulo repasa la vida y la época de uno de los revolucionarios con visión de futuro que ayudaron a crear el mundo en el que vivimos. No sólo aprenderás sobre sus grandes inventos, sino que también obtendrás instrucciones paso a paso para recrearlos tú mismo. La historia cobrará vida como nunca la habías experimentado cuando la construyas con tus propias manos.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>ReMaking History v3: Makers of the Modern World Ed.: Make Community, LLC (14 marzo 2017) Inglés ISBN-10: 1680450727 ISBN-13: 978-1680450729</p> | <p>Los artífices del mundo moderno es el tercer volumen del singular viaje práctico de William Gurstelle a través de la historia. Cada capítulo examina un personaje notable del pasado, una de las personas cuyas ideas e inventos ayudaron a crear nuestro mundo moderno. Lo que diferencia a esta serie de otros libros de historia -incluso de otras historias de la tecnología- es que cada capítulo incluye también instrucciones paso a paso para hacer tu propia versión del invento histórico. La historia cobra vida de una manera que nunca habías experimentado cuando sigues los pasos de los inventores y recreas los innovadores dispositivos del pasado con tus propias manos.</p> |
| <p>5th High School of Agrinio</p> | | |
| | <p>https://www.youtube.com/c/STEAMspirations</p> | <p>STEAMspirations crea vídeos educativos gratuitos en inglés y en español.</p> |
| | <p>https://www.goodhousekeeping.com/life/parenting/g32176446/science-experiments-for-kids/</p> | <p>33 experimentos científicos fáciles para niños que sólo requieren materiales domésticos.</p> |

| | | |
|----------------------|---|---|
| | https://supastem.club/blogs/activity-ideas/stem-activity-book-pdf | <p>Libro de actividades STEM gratuito en PDF para niños. El libro electrónico PDF imprimible está repleto de atractivos retos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.</p> |
| Vesthimerland | | |
| | https://udeundervisning.dk/english | <p>"La educación fuera de las aulas", Página web, Portal de la educación gratuita fuera de las aulas.</p> <p>Udeundervisning.dk es un portal danés gratuito cuyo objetivo es presentar los conocimientos de expertos en torno a la práctica docente conocida como "educación fuera del aula (EOTC)" o "aprendizaje escolar al aire libre".</p> |
| | Klinge, Louise | "Lærerens relationskompetence", Dafolo 2019 (competencia relacional de los profesores) sólo en danés. |
| | Saplagkoglu, Yasemin | "Esta es 'Lola', una mujer de 5.700 años cuya vida entera se revela en su 'chicle'", Ciencia en vivo: https://www.livescience.com/ancient-chewing-gum-reconstructs-lola.html 2019. |