Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEAM BUILDERS

Guía pedagógica

El proyecto #steambuilders ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Su contenido y material reflejan únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en él.

Código del proyecto: 2020-1-FR01-KA201-080668

Índice de contenidos

Introducción 3

Parte 1: STE(A)M: La integración de las Artes y las Humanidades en STEM 6

Parte 2: ¿Cómo abordar el patrimonio europeo adoptando un método STEAM? 15

Parte 3: ¿Y qué pasa con lo digital? 59

Parte 4: Ser actor de STEAM 65

Parte 5: Un enfoque beneficioso para todos: la inclusión 71

Conclusión 77

Referencias 80

Introducción

Bienvenido a la primera herramienta del proyecto STEAMbuilders, la Guía Pedagógica sobre cómo utilizar el patrimonio histórico para explicar y contextualizar conceptos de Matemáticas y Ciencias.

El mundo evoluciona rápidamente gracias a una tecnología en constante desarrollo. Sin embargo, la mayoría de los países experimentan una creciente escasez de trabajadores profesionales cualificados en campos críticos como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. La causa de esta escasez puede encontrar una explicación en nuestro sistema educativo.

De hecho, a pesar de los intentos de impulsar la educación STEM, los recientes estudios PISA (2018) han demostrado que nuestro sistema educativo sigue siendo insuficiente en el ámbito STEM. En matemáticas, el 22,4% de los estudiantes europeos tienen un bajo rendimiento en matemáticas y el 21,6% en ciencias. Esto significa que más de uno de cada cinco jóvenes en Europa no está equipado con las habilidades básicas necesarias para numerosos trabajos valiosos en nuestra economía actual.

Estos resultados son un claro incentivo para encontrar soluciones alternativas y sistemas de apoyo para mejorar la educación STEM. Es muy importante implicar más a los estudiantes en estos temas, ya que son de vital importancia.

Sin embargo, para crear sistemas de apoyo o herramientas pedagógicas pertinentes, tenemos que averiguar de dónde proceden estos niveles de bajo rendimiento. Nuestra investigación en la literatura ha dado un elemento de respuesta. Según la entrevista de Pr Kouider Ben-Naoum, el bajo rendimiento en matemáticas sólo se dispara realmente en la escuela secundaria, cuando se pasa de las matemáticas contextualizadas a las matemáticas abstractas. Los alumnos son incapaces de relacionar lo que intentan aprender en clase con una situación concreta de la vida. Aunque el enfoque clásico basado en la teoría abstracta ha tenido sus resultados, ya no se adapta a nuestra

sociedad, ahora mucho más proactiva. Así lo confirma Martin Andler, del Departamento y Laboratorio de Matemáticas de la Universidad de Versalles, adscrito al CNRS, que resume el problema:

"Pero donde los matemáticos se equivocan es en asumir que el aprendizaje de las matemáticas es un requisito previo, antes de mostrar qué problemas concretos pueden resolver. Acabamos con alumnos que ya no entienden por qué aprenden matemáticas".

Como los profesionales del campo de las matemáticas arriba citados, estamos convencidos de que un enfoque más práctico de las STE(A)M puede conseguir que los estudiantes se interesen más por las carreras STEM en el futuro. Si les mostramos cómo las matemáticas y la ciencia están presentes en todos los aspectos de la vida, y lo han estado desde los albores de la civilización, y si utilizamos métodos de enseñanza transversales, podremos interesar a los estudiantes en la mecánica del mundo y, en última instancia, en STEM. Estas son las razones por las que creemos que el proyecto STEAMbuilders es una buena oportunidad para mejorar la educación STEAM.

No sólo explicaremos cómo se puede aplicar la teoría STEAM en las técnicas patrimoniales, sino que también hablaremos de la forma en que estas teorías fueron pensadas por primera vez, el contexto de su descubrimiento y las consecuencias que tuvieron en la evolución de nuestra sociedad. Esto dará sentido a la importancia del aprendizaje de las materias STEAM y aterrizará las teorías abstractas en ejemplos históricos concretos y existentes.

Esta guía es la primera herramienta pedagógica que estamos creando para el proyecto, y la base sobre la que articularemos todas las siguientes. Estará diseñada para ayudar a los profesores a adoptar un enfoque transversal y a vincular el plan de estudios STEAM con las aplicaciones y los principios del patrimonio en la Historia. Se pretende que sea práctico y fácil de usar, con una estructura clara y explicaciones concretas en situación para facilitar el uso diario por parte de los grupos destinatarios.

Se prestará especial atención a que esta guía y todos los demás materiales

proporcionados sean inclusivos y fáciles de usar para los estudiantes con Trastornos Específicos del Aprendizaje (TEA), pero también para cualquier estudiante que forme parte de los grupos con más probabilidades de quedarse atrás en las asignaturas STEAM; chicas jóvenes, estudiantes con menos oportunidades, etc.

Para alcanzar los objetivos de esta primera guía, la estructuraremos en torno a los siguientes capítulos:
En primer lugar, "Parte 1: STE(A)M: La integración de las Artes y las Humanidades en STEM", en la que definiremos los términos STEM y STE(A)M, de dónde proceden estos conceptos, así como sus diferencias y objetivos. Exploraremos la importancia de este método, los diferentes beneficios de este enfoque y dibujaremos el esquema de la educación STEAM.
La segunda parte de la guía versará sobre: "¿Cómo abordar el patrimonio europeo adoptando un método STEAM?". En la que exploraremos los vínculos entre el plan de estudios STEAM y el patrimonio (desde la prehistoria hasta la revolución industrial). Daremos algunos ejemplos de actividades para colegios que explican el nombre del proyecto STEAMbuilders; la reconstrucción de los conceptos STEAM a través de las técnicas del Patrimonio y la Historia. Esos ejemplos se centrarán en: las técnicas y la Edad de Piedra; las matemáticas y la Antigua Grecia; los inventos técnicos y el Imperio Romano; la construcción y la medida y el Siglo de las Catedrales; el arte, la ciencia, la técnica y el Renacimiento; y por último, los descubrimientos científicos y el Siglo de las Luces.
En la tercera parte de la guía, exploraremos el papel de lo digital en este proyecto y en la educación en general. En esta parte se incluirán ejemplos de técnicas STEAM o de patrimonio realizadas con lo digital, entre otras cosas.
La cuarta parte tratará sobre cómo ser un actor de la educación STEAM, quién, cómo, cuándo y dónde utilizar el enfoque educativo STEAM.
La quinta y última parte tratará el aspecto de la inclusión en nuestro proyecto y la educación en general.

Empecemos por STE(A)M: la integración de las artes y las humanidades en STEM.

Parte 1: STE(A)M: La integración de las artes y las humanidades en STEM

1. STEM VS STE(A)M Definición y objetivos

La administración científica de la National Science Foundation (NSF) de EE.UU. introdujo oficialmente las siglas STEM en 2001. Sin embargo, el énfasis en los temas de ciencia y tecnología en la educación se extendió mucho tiempo atrás, durante los primeros días de la "Carrera Espacial" entre la Unión Soviética y los Estados Unidos, cuando el Sputnik -el primer satélite en orbitar la Tierra- fue lanzado por los soviéticos, en 1957 (Lathan, 2015).

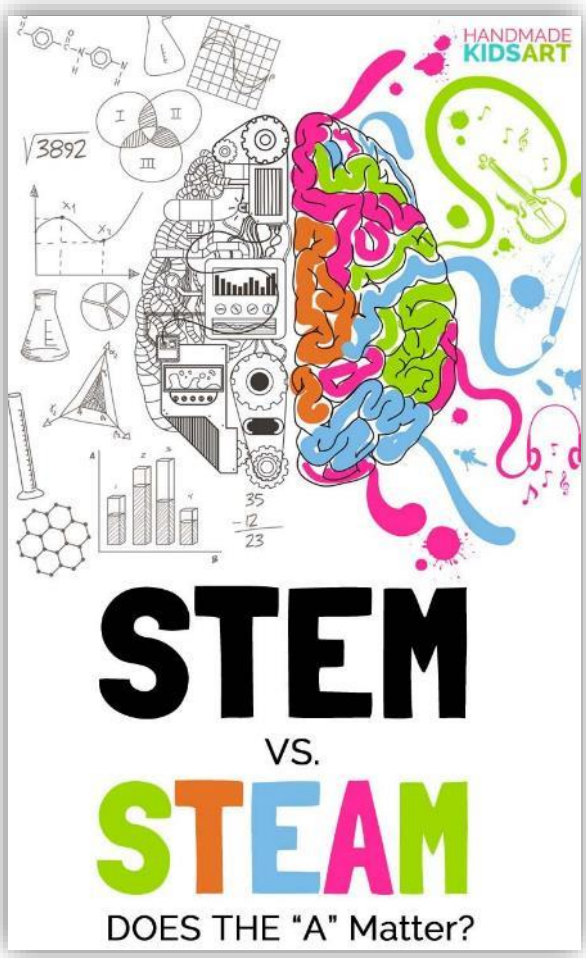
El término STEM es el acrónimo en inglés de las palabras Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. La educación STEM es un método multidisciplinar[1] de aprendizaje en el que las nociones académicas exigentes se unen a las lecciones del mundo real cuando los estudiantes hacen uso de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Las materias se utilizan en un marco que asocia la escuela, el trabajo, la comunidad y la empresa global permitiendo el desarrollo del aprendizaje STEM (*Defining STEM in Education - Science, Technology, Engineering and Mathematics*, n.d.). En otras palabras, es el aprendizaje de las materias STEM mediante el uso de un método unificado; un método que ofrece experiencias de aprendizaje prácticas y al mismo tiempo significativas. Es necesario que la educación STEM se integre más en la escolarización cotidiana, en el sistema de aprendizaje tradicional, iniciando a los estudiantes a una edad temprana (*What Does STEM Stand For?*, 2015).

Los objetivos incluyen el aprendizaje de materias como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas como una sola (de forma combinada), así como la adquisición de habilidades de aprendizaje explicativo, de resolución de problemas y de

[1](, n.d.)Combinación de dos o más campos académicos (*Definición de multidisciplinar* | *Dictionary.Com*, n.d.)

pensamiento crítico que pueden incorporarse con las materias que hacen beneficiosa la educación STEM (*What Does STEM Stand For?*, 2015).

Georgette Yakman, profesora de ingeniería y tecnología, es la innovadora clave que actualizó STEM a STEAM añadiendo la A de artes, que significa "Artes y Humanidades". Georgette fue la investigadora fundadora del contexto educativo de STEAM en 2006. Esta actualización no sólo consistió en añadir un campo a STEM o en hacer converger el pensamiento de diseño y las bellas artes en el contexto de STEM, sino más bien las artes, el quién y el por qué, para reformar el qué y el cómo de las materias STEM (Lathan, 2015).



Fuente: https://www.pinterest.com/pin/2251868543419021/

STEAM representa Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas. Por lo tanto, STEAM expresa STEM con la adición de las Artes - es decir, las artes del lenguaje, las artes visuales, las humanidades, la danza, la música, el teatro, el diseño y los nuevos medios de comunicación. Mientras que STEM se centra en las materias científicas, STEAM examina las mismas materias, pero a través de enfoques de análisis y aprendizaje basado en problemas utilizados en un procedimiento creativo. Es decir, diferentes alumnos trabajan juntos para generar un producto visualmente interesante basado en la comprensión clave del concepto de STEM. Un ejemplo sería la matemática de la parábola utilizada en la creación de imágenes de bellas artes, que ilustra que STEAM no es un concepto nuevo y que artistas como Leonardo Da Vinci ya han retratado la importancia de combinar la ciencia y el arte para hacer descubrimientos importantes (Wade-Leeuwen et al., 2018).

Cuando las artes forman parte de STEM, el concepto de STEM se regenera y enciende

las conexiones para muchos más estudiantes y les ayuda a participar con confianza, creatividad y espíritu crítico en su aprendizaje. Según Forbes, el mundo actual necesita que todos los estudiantes se involucren y tengan habilidades de resolución de problemas basados en STEM para resolver los desafíos de nuestra sociedad. El papel de los educadores es abrir nuevas puertas y crear un entusiasmo por el aprendizaje, especialmente en STEM, y por lo tanto, STEM combinado con la educación artística abre numerosas puertas posibles (Milgrom-Elcott, n.d.). Además, se puede considerar que STEAM lleva a STEM un paso más allá, dando énfasis a las artes, fomentando el campo, y aplicando sus nociones en el aprendizaje multidisciplinar apoyando la creatividad en materias como la ciencia, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología. STEAM hace hincapié en educar a los alumnos para que establezcan una conexión entre varias asignaturas para que saquen el máximo provecho del aprendizaje de cualquier materia; desde la codificación y la robótica hasta la música y la lectura. Además, podemos concluir que hay menos pruebas, pero más resolución de problemas, análisis e instrucciones utilizando los conceptos STEAM. Aunque tanto STEM como STEAM se ocupan de temas científicos y matemáticos, difieren en su enfoque de la enseñanza y el aprendizaje en el aula (Vaden, 2020). Por ejemplo, STEAM pretende estimular y formar un interés y amor permanente por las artes y las ciencias en los niños desde una edad temprana (Lathan, 2015).

2. Por qué es importante este método

En nuestro mundo actual, preparar a los estudiantes para los logros futuros significa revelarles estas disciplinas de forma comprensible para desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico. Este método es importante porque la educación está sometida a la presión de reaccionar ante un mundo cambiante. Cuanto antes se abran los alumnos a los conceptos STEAM, mejor.

Un estudio realizado por Microsoft muestra que 4 de cada 5 estudiantes universitarios de STEM (78%) decidieron estudiar STEM en la escuela secundaria o antes, uno de cada 5 estudiantes universitarios (21%) lo decidió en la escuela media o antes. Sin embargo, sólo 1 de cada 5 estudiantes universitarios STEM tiene la sensación de que la educación secundaria les equipó bien con los conocimientos utilizados en sus cursos universitarios en STEM. Además, el estudio muestra una desigualdad en la proporción entre mujeres y hombres cuando se trata de la empleabilidad en los campos de STEM. Por lo tanto, también es importante tratar de conseguir que más chicas se interesen por los conceptos STEAM (Lathan, 2015).

Aparte de que el contexto STEAM ayuda a los estudiantes a adoptar habilidades de resolución de problemas, a pensar de forma crítica y a utilizar su creatividad, también les prepara para puestos de trabajo en campos que están creciendo positivamente. Según un informe de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos, se estima que el crecimiento de las profesiones relacionadas con STEM y STEAM entre 2019 y 2029 cubrirá el 8%, frente al 3,4% de los empleos no relacionados con STEM. Incluso si los estudiantes deciden no seguir una de las carreras relacionadas con STEM/STEAM, todas las habilidades que los estudiantes adquieren de la educación de STEAM pueden ser interpretadas y utilizadas en varias carreras diferentes (*Employment in STEM Occupations*, n.d.). Según Stephen F. DeAngelis -innovador tecnológico y presidente de Enterra Solutions- "La educación de los estudiantes en materias STEM (si se enseña correctamente) prepara a los estudiantes para la vida, independientemente de la profesión que elijan seguir". Por último, una de las partes más significativas de este método educativo es que los estudiantes enseñados bajo el contexto de STEAM, no sólo aprenden sobre la materia sino que además se les enseña cómo aprender en general, cómo experimentar, cómo hacer preguntas y cómo crear (Lathan, 2015). Este contexto de aprendizaje STEAM lleva a los estudiantes en la dirección de implementar habilidades del siglo XXI, como la conexión, la comunidad y la cultura (Wade-Leeuwen et al., 2018).

La educación en el contexto de STEAM apoya lo siguiente

- **El aprendizaje mediante actividades prácticas**
- **El desarrollo de una mentalidad creciente**

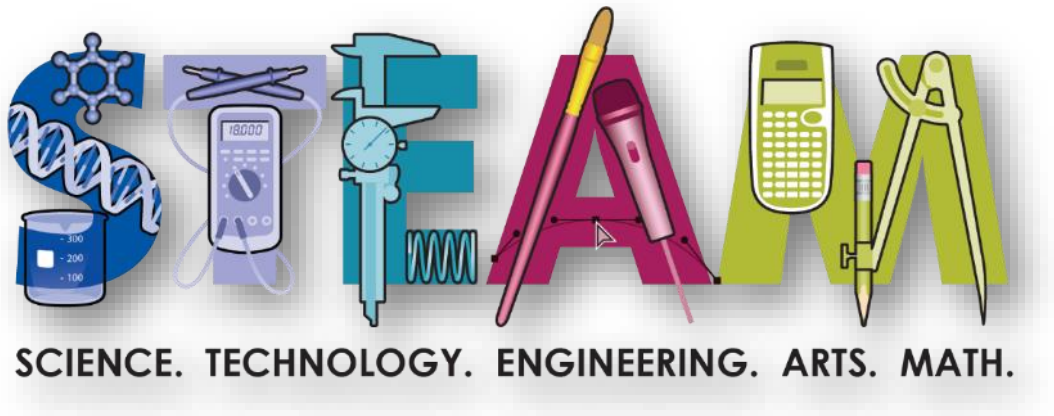
- **Aumentar el compromiso en las aulas**
- **Conectar el mundo real con el aprendizaje en el aula**

Fuente: https://acerforeducation.acer.com/education-trends/5-main-benefits-of-steam-education/

Los aspectos anteriores son significativos, teniendo en cuenta que la educación ya no debe consistir en la enseñanza de habilidades particulares, sino en la preparación de los alumnos para que estén listos para el futuro. Aunque varias regiones escolares tradicionales hacen hincapié en las puntuaciones de los exámenes estandarizados, así como en la memorización, para impartir una educación equilibrada, existen poderosos argumentos para incluir el interés y la creatividad en cualquier programa de estudios. En un mundo que cambia rápidamente, los trabajos del futuro requerirán necesariamente que todos los jóvenes sean hábiles en STEAM. Sin duda, no se trata sólo de preparar a los estudiantes para los puestos de trabajo, sino también de lo que estas experiencias proporcionan a los estudiantes: ayudarles a crecer como personas independientes, capaces y con curiosidad intelectual. Aunque el mundo actual se centra cada vez más en STEM, en realidad, los estudiantes tienden a tener un interés diversificado. Los estudiantes no sólo se interesan por las matemáticas, sino también por los aspectos esenciales del desarrollo de varias áreas académicas que les preparan para tener éxito en cualquier plan de estudios que seleccionen. Las herramientas de aprendizaje en STEAM, utilizadas en la creación de experiencias que abordan las materias desde varios ángulos para hacer el aprendizaje accesible y emocionante, van más allá de los fundamentos de la codificación. Una lección, o incluso una educación, bien redondeada significa que los

educadores deben proporcionar a los estudiantes tantas materias y contextos como sea posible, desde una edad temprana, para ayudarles a reconocer cuáles son sus principales puntos fuertes e intereses (Vaden, 2020).

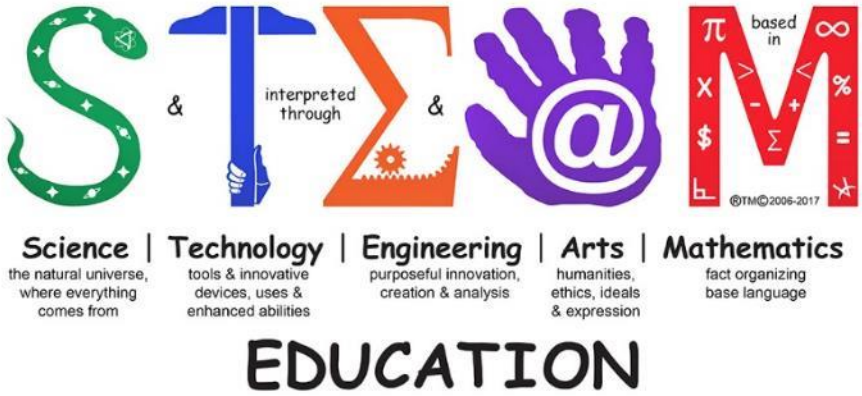
Por último, mientras la economía y el mercado laboral siguen evolucionando rápidamente con el paso de los años, el sistema educativo no ha evolucionado y los educadores siguen enseñando a los alumnos los mismos contenidos de las asignaturas en el mismo entorno de las aulas.



Fuente: https://scholarlyoa.com/the-change-of-education-trends-to-steam/

El aprendizaje basado en STEAM tiene como objetivo ayudar al estudiante a desarrollar las habilidades necesarias para tener éxito -tanto profesional como personal- en el futuro. Independientemente de la industria y el puesto, los estudiantes que van a la universidad o entran en el mercado de trabajo necesitan contar con un conjunto de habilidades plenamente desarrolladas que les permitan adaptarse a un entorno de ritmo rápido y cambiante. Al reunir cinco disciplinas significativas, STEAM crea un entorno de aprendizaje inclusivo que inspira a los estudiantes a colaborar, participar y resolver problemas. Este método integral ayuda a los estudiantes a utilizar simultáneamente el lado izquierdo y el derecho de su cerebro, y les inspira a ejercitar ambos lados, como se supone que deben hacer en un entorno laboral del siglo XXI (Thomas, 2020).

3. Esquema del método STEAM



Fuente: https://steamedu.com/developing-steam-education-to-improve-students-innovative-ability/

Uno de los principales objetivos del marco STEAM es crear un programa funcional y personalizable para todo tipo de alumnos, basado en las formas naturales de aprendizaje. La ciencia y la tecnología se interpretan a través de la ingeniería y las artes, todo ello comprendido con los elementos de las matemáticas. Los ejemplos educativos suelen dejar atrás la explicación de dónde se conectan estos campos, así como qué y dónde se puede utilizar este marco STEAM para ayudar a los estudiantes fuera de las profundidades y campos de su especialidad (Yakman et al., 2019).

Esta noción comenzó con el desarrollo de un marco educativo que conectaba oficialmente el estudio de las ciencias con las divisiones de las artes. Además, este examen lleva a una amplia extensión de cada una de las principales áreas temáticas de las que se espera que proporcionen divisiones educativas superiores que, además, podrían clasificarse como de influencia y valor dentro de cada uno de los otros "enfoques de silo" junto con todas las áreas de las artes físicas, sociales y bellas artes. Un esquema general de un enfoque de aprendizaje basado en STEAM:

- **Ciencia**: consiste en todo lo que existe de forma natural y en cómo le afecta. Incluye las siguientes materias: Biología, Bioquímica, Química, Física y Espacio, Geociencias, Investigación, así como Biotecnología y Biomedicina.

- **Tecnología**: se refiere a todo lo hecho por el hombre. Puede definirse como la innovación, la modificación o el cambio del entorno natural para satisfacer los deseos y necesidades humanas. Incluye temas como la agricultura, la construcción, la comunicación, la información, la fabricación, la medicina, la electricidad y la energía, la producción y el transporte.
- **Ingeniería**: el diseño y la invención, la investigación y el desarrollo o el "Diseño bajo coacción". Incluye materias como la aeroespacial, la arquitectónica, la química, la civil, la informática, la eléctrica, la medioambiental, la de fluidos, la industrial y de sistemas, la de materiales, la mecánica, la naval y la oceánica.
- **Matemáticas**: pueden definirse como el estudio de las relaciones simbólicas, los números, los patrones y las formas, la incertidumbre y el razonamiento. Las matemáticas constan de las siguientes asignaturas: Álgebra, Cálculo, Análisis de Datos y Probabilidad, Geometría, Números y Operaciones, Resolución de Problemas, Razón y Demostración, Teoría y Trigonometría.
- **Artes**: incluye bellas artes, lengua y artes liberales, artes motrices y físicas.
  - Artes del lenguaje: la forma en que se utilizan e interpretan todos los tipos de comunicación. Esto incluye: escrita, firmada, hablada, cantada o incluso mostrada con el cuerpo, etc.
  - Físico: artes "manuales" y atléticas, incluidos los movimientos ergonómicos.
  - Liberal y Social: incluye Educación, Filosofía, Historia, Psicología, Política, Sociología, Ciencia Tecnología Sociedad (CTS), Teología, etc.
  - Bellas artes: puede definirse como la estética junto con las piezas culturales más antiguas sostenibles y de donde provienen enseñando los primeros registros de la civilización.

La desvinculación del campo de las artes sociales, manuales, bellas, físicas y liberales conduce a la comprensión de cómo estos campos se expanden para influir en las prácticas y estudios de los campos STEM, así como para ser alentados por ellos. El examen anterior conduce al desarrollo de un marco basado en STEAM que ayuda a los educadores a enseñar estas materias de forma que se vinculen entre sí en la realidad. El siguiente diagrama establece un marco basado en la estructura y el análisis de la naturaleza interactiva tanto del estudio como de la práctica de las áreas formales de

Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (Yakman et al., 2019).

STEAM:

Un marco para la enseñanza en todas las disciplinas

STEAM =

La ciencia y la tecnología se interpretan a través de la ingeniería y las artes, todo ello basado en elementos matemáticos.

La educación basada en STEAM puede impartirse de forma agradable y significativa para involucrar e vincular profundamente a más estudiantes dentro de un campo y una educación ya bien establecidos (Yakman et al., 2019).

Parte 2: ¿Cómo abordar el patrimonio europeo adoptando un método STEAM?

Introducción 17

Ejemplo 1: Las técnicas y la Edad de Piedra 18

Actividad 1: El hombre de la Edad de Piedra - una introducción narrativa 21

Actividad 2: Hacer un cordel y una pieza de joyería 24

Actividad 3: Los patrones de la Edad de Piedra 26

Ejemplo 2: Las matemáticas y la antigua Grecia 27

Actividad 1: Medir el volumen de un objeto sólido 30

Actividad 2: Medir la pureza de un objeto 31

Actividad 3: Medir la altura de un edificio 33

Ejemplo 3: Los inventos técnicos y el Imperio Romano 34

Actividad 1: Introducción a los números romanos 35

Actividad 2: Construcción de la calzada romana 36

Actividad 3: Cómo hacer tu propia lámpara de aceite romana 37

Actividad 4: Construir tu propio acueducto 38

Ejemplo 4: Construcción y medida en la época de las catedrales 40

Actividad 1: Taller de líneas 42

Actividad 2: Los constructores de la catedral 44

Actividad 3: Vidrieras y rosetones 45

Ejemplo 5: Arte, ciencia, técnica y Renacimiento 46

Actividad 1: Arte y geometría del Renacimiento 48

Actividad 2: Leonardo da Vinci 50

Ejemplo 6: Los descubrimientos científicos y el Siglo de las Luces 53

Actividad 1: Reacción en cadena 55

Actividad 2: Caída de objetos 56

Actividad 3: Electricidad estática y carga eléctrica 56

Conclusión 57

Introducción

La ciencia avanza a un ritmo asombroso con la ayuda de la tecnología y, más concretamente, con la evolución de las máquinas informáticas. Los equipos y servicios modernos apoyan la colaboración de los científicos y permiten probar nuevas teorías y diseñar y realizar nuevos experimentos a un ritmo sin precedentes. Sin embargo, las reglas básicas de las ciencias se establecieron en una etapa temprana de la historia de la humanidad. Mentes brillantes como Aristóteles, Pitágoras, Galileo, Newton, Boyle, Demócrito, Pasteur, Descartes, Euclides, Fibonacci, Hypatia, Gilbert, Kepler y muchos más, sentaron las bases de la ciencia y la filosofía a lo largo de los siglos. Utilizando herramientas improvisadas, estudiaron diversos fenómenos, desde una perspectiva científica, y demostraron sus puntos de vista de forma empírica o teórica.

Pero, ¿cuáles son algunos de los descubrimientos de estos grandes científicos? ¿Cuáles son algunos de los procedimientos utilizados en la antigua Grecia o en la época medieval o en diversas civilizaciones de Europa? ¿Cómo podemos conocer la historia y el arte desde un punto de vista científico? Estas son algunas de las cuestiones que se abordan en las siguientes secciones. Cada sección contiene algunas notas históricas y experimentos y actividades paso a paso. Estas actividades se refieren a diferentes periodos históricos. Los profesores pueden reproducir algunas de las actividades en su clase o utilizar las propuestas para desarrollar una nueva actividad. Los alumnos pueden desarrollar sus habilidades científicas y aprender más sobre nuestra cultura e historia. Estas actividades STEAM mejoran el compromiso de los estudiantes y fomentan su comprensión con un enfoque interdisciplinario.

Presentamos actividades relacionadas con la Antigua Grecia, el Imperio Romano, el Siglo de las Catedrales, el Renacimiento y el Siglo de las Luces. De este modo, los alumnos se familiarizarán con los distintos periodos históricos, los científicos y la cultura de cada época. A través de actividades prácticas obtendrán una mejor comprensión del mundo físico y de las ciencias naturales.

Ejemplo 1: Las técnicas y la Edad de Piedra

Desde una perspectiva histórica/europea, la Edad de Piedra es importante, ya que todas las naciones han tenido una Edad de Piedra. Es una edad por la que han pasado todos los países, pero en diferentes momentos. La duración del período es muy diferente de un país europeo a otro, ya que los países escandinavos estuvieron cubiertos por el hielo hasta el 13.000 a.C. La Edad de Piedra es un periodo con diferentes culturas de la Edad de Piedra, pero a menudo dividido en dos: El Mesolítico / los cazadores recolectores y el Neolítico / la edad de piedra campesina. Aunque el período es largo y distante, es nuestra opinión que a través del enfoque correcto puede estar muy presente tanto para los niños como para los adultos. Como no tenemos fuentes escritas de la Edad de Piedra, es a través de los resultados de la arqueología y de la ciencia de los hallazgos que obtenemos respuestas a las preguntas que podamos tener. No sólo permite interesarse por la Edad de Piedra, sino también conocer los métodos y la ciencia que se utiliza. La Edad de Piedra es la base sobre la que se asienta nuestra civilización, y al ser una época tan lejana, es obvio tomar como punto de partida las condiciones básicas de vida del hombre, cómo vivían, la alimentación, la vestimenta, los conflictos, el cambio climático y la vida en interacción con la naturaleza.

Un ejemplo de una cultura específica de la Edad de Piedra

El basurero de Ertebølle está considerado uno de los monumentos más significativos de Europa. Situado junto a la costa de la época, fue formado a lo largo de 1.500 años por grupos de cazadores-recolectores de la Edad de Piedra. Originalmente, el vertedero tenía 140 m de largo, 20 m de ancho y hasta 2 m de grosor, y contenía conchas de ostras, restos de comida, herramientas desechadas y algunos esqueletos humanos. El montón de conchas es una mina de oro arqueológica, y está bien protegido bajo el césped por la línea de costa de la Edad de Piedra a unos 500 m del pueblo llamado Ertebølle

La pequeña aldea de Ertebølle no sólo dio nombre a la Cultura Ertebølle (5400-3900 a.C.), sino que el descubrimiento del yacimiento también permitió dividir la Edad de Piedra

en los periodos Mesolítico y Neolítico: la Edad de Piedra de los cazadores-recolectores y la de los primeros agricultores.

Una pequeña parte del basurero de cocina original con ejemplo de la talla del hombre y la mujer de la Edad de Piedra.
Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands, Dinamarca

Técnicas de la cultura Ertebølle

La cultura de Ertebølle es conocida por su cerámica especial, como las vasijas de fondo puntiagudo y las lámparas de aceite de hígado de bacalao. También se han utilizado artes de pesca altamente especializados: pequeños anzuelos hechos con huesos de ciervo rojo, redes de pesca y cañas de pescar. Utilizaban embarcaciones de 10 m de longitud excavadas en troncos de tilo. Fabricaban hachas de núcleo y hachas de escamas con el sílex local y utilizaban puntas de sílex para los pasadores transversales.

De izquierda a derecha: Puntas de sílex, bloque de sílex, hacha de núcleo, hacha de escamas, taladro, pasadores transversales, cuerda con almeja de corazón, vasijas de fondo puntiagudo, modelo de barco de troncos excavado.
Herramientas de talla de sílex: astas y piedra.
Detrás: Trampa para anguilas hecha de sauce y cuerda de líber.
Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands,

La Edad de Piedra se incluye en el plan de estudios danés, ya sea como periodos a enseñar, como parte de la cronología o como culturas a presentar, por ejemplo, la Edad

de Piedra abarca un periodo bastante largo, en el que los conocimientos sobre el periodo se basan en la arqueología. Esto ofrece unas posibilidades muy especiales vistas en el contexto de STEAM.

Por supuesto, es obvio que la Edad de Piedra se sitúa en la asignatura de historia, pero el periodo contiene muchas posibilidades visto en un contexto interdisciplinar, lo que se ilustra en el modelo siguiente:

El modelo muestra sólo unas pocas formas de acomodar las distintas áreas temáticas cuando el punto de partida es la Edad de Piedra. Seguramente hay muchas más, pero el periodo muestra su relevancia precisamente en que las áreas profesionales se extienden unas sobre otras, y el arte debe ofrecer una perspectiva hasta el presente, por ejemplo. El cambio climático está de plena actualidad y es un área con la que los estudiantes se encuentran a menudo.

¿Cómo acercarse a la Edad de Piedra?

La palabra clave aquí es la motivación a través de la identificación, las actividades prácticas y el uso del enfoque de STEAM. Las técnicas de la Edad de Piedra suelen ser muy poco conocidas por los alumnos y por la mayoría de los profesores. Es importante -si es posible- tener algunos artefactos/copias que los alumnos puedan ver, tocar, oler o probar. Pero, sobre todo, es importante que puedan identificarse con el tema, que puedan relacionarse con él. Puede ser beneficioso empezar con lo que mejor conocen: ellos mismos y comparar con el hombre de la Edad de Piedra. Aquí hay que apoyarse en la investigación.

Actividad 1: El hombre de la Edad de Piedra - una introducción narrativa

Asignatura principal: Historia, Ciencia, Biología

Otras áreas posibles: Física, artes visuales, escritura basada en hechos arqueológicos

Edad de los estudiantes: De 10 a 17 años

Habilidades requeridas: Cronología, conocimiento del Mesolítico, conocimiento a través del método científico. Ven cómo se utiliza el método científico en un museo, como el ADN[2], los métodos de datación, la datación por radiocarbono[3] y otras técnicas científicas.

Desarrollo de la actividad:

El curso es un curso narrativo en el que los niños aprenden lo que puede contar un esqueleto del Mesolítico, qué métodos se utilizan para averiguar cuándo ha vivido una persona, etc. y lo que puede contar el esqueleto de los niños.

El cráneo que se muestra en la imagen de abajo se llama El hombre de Hedegaard. El cráneo tiene varios signos de que el hombre ha recibido varios golpes con un objeto

[2] Los análisis de ADN están abriendo paso a nuevos conocimientos sobre la población antigua y reescribiendo nuestra historia. El ADN suele extraerse de los dientes o los huesos, si es posible

[3] Técnica basada en la descomposición del carbono 14 para determinar la edad de los materiales orgánicos. Glosbe.com

contundente. Aunque debe haber sido gravemente herido, hay que señalar que las heridas y las lesiones del cráneo se han curado. Ha sobrevivido. El cráneo también es bastante grueso en comparación con los cráneos "modernos" de hoy en día. Los huesos robustos pertenecían a esa época.

Los profesores o educadores pueden hablar con los alumnos sobre algunos hechos del pueblo Ertebølle que puedan interesarles:

- La altura media de la Edad de Piedra era de 153-155 cm para las mujeres y de 166- 168 cm para los hombres. Intenta comparar con la altura de los estudiantes
- El cerebro de los pueblos de la Edad de Piedra era más grande que el de los modernos, ¿por qué?
- ¿Cómo o por qué el Hombre Hedegaard[4] se hizo las heridas?
- Es posible que los habitantes de Ertebølle fueran intolerantes a la lactosa. ¿Cómo nos hemos vuelto tolerantes a la lactosa?
- Puede que tengan la piel más oscura y los ojos azules: ¿cómo se aclaró nuestra piel?

Hay que hacer muchos agujeros pequeños en el cráneo para obtener algo más de medio gramo de hueso. El resultado demostró, mediante la datación por carbono 14, que el hombre vivió hace casi 10.000 años y que la mayor parte de su alimentación procedía de animales terrestres.

Fotos: Kim Callesen/ Bjarne H. Nielsen Museo

El esqueleto es un archivo de información sobre una persona, estos son algunos de los métodos utilizados por los arqueólogos:

- El análisis de la datación por radiocarbono/carbono 14 muestra información sobre

[4] El Hombre Hedegaard se expone en el Museo Vesthimmerlands, Dinamarca

cuándo vivió

- Las observaciones visuales pueden indicar si el esqueleto era un hombre o una mujer
- Si un esqueleto está completo es posible medir la altura de la persona
- Si tuvo alguna lesión, como un brazo roto
- Si queda algo de ADN, puede mostrar el color de la piel, el sexo, el color de los ojos y ciertas enfermedades
- Datación por radiocarbono/Carbono13: el análisis muestra lo que se comió: Cuánto alimento marino, vegetal o de animales terrestres
- La muñeca muestra si has comido lo suficiente o has pasado hambre durante algunos periodos
- A través del análisis isotópico del estroncio[5] de los dientes se puede ver dónde estaba la persona cuando nació, cuando era adolescente y cuando se hizo mayor - si lo hizo
- Si queda algún pelo, un análisis isotópico de estroncio puede mostrar dónde ha estado la persona. El pelo crece aproximadamente 1 cm cada mes. Si el pelo mide 30 cm, muestra el periodo de 30 meses en el que la persona ha estado.

Una sencilla introducción consiste en preguntar a los alumnos: ¿Qué historia cuenta tu esqueleto? Dibújala o escríbela. El profesor puede colocar las historias en la pared y preguntar a los alumnos si alguno quiere contar un poco de su historia.

[5] Análisis isotópico del estroncio: Las relaciones isotópicas del estroncio se utilizan ampliamente como trazadores en los procesos geológicos y como indicadores de procedencia en un contexto arqueológico. ... Los arqueólogos utilizan las relaciones isotópicas del estroncio para determinar los orígenes residenciales y los patrones de migración de los humanos ancestrales. El cuerpo humano incorpora Sr a través de la dieta. www.cals.uga.edu

Actividad 2: Hacer una cuerda y una pieza de joyería

Área temática principal: Historia, Tecnología, Ciencia

Otras áreas posibles: Matemáticas, biología, artes visuales, cooperación, historia práctica.

Edad de los estudiantes: De 6 a 17 años

Habilidades requeridas: Utilizar la historia, retorcer, resolver problemas, cooperar

Niños con necesidades especiales: Sí, el curso de enseñanza puede ser muy adecuado

Desarrollo de la actividad:

Los alumnos aprenden a hacer un trozo de cuerda con fibra vegetal y una perla de huesos de cereza o berberecho, que pueden utilizar para un collar o una pulsera.

Esta actividad es brillante ya que es la primera introducción con técnicas de la Edad de Piedra. Se ha probado con diferentes edades y tipos de alumnos. Se ha probado con niños con necesidades especiales y funciona bien porque es una tarea muy específica, no es demasiado complicada de aprender y rápidamente se obtiene un resultado bastante bonito.

¿Qué hacían los niños en la Edad de Piedra? De hecho, ¡no lo sabemos! Pero si estudiamos a los pueblos nativos, los niños suelen participar en la vida cotidiana y aprender el oficio.

Tal vez produjeron una cuerda por la noche cuando se sentaron alrededor de la hoguera. La cuerda podía utilizarse como hilo de pescar, o si necesitabas atar algo, o simplemente utilizarla como una especie de pulsera o collar.

Una cuerda puede estar hecha de tendones de animales, de piel o de diferentes fibras vegetales. En esta actividad, utilizamos fibras vegetales.

Fibras vegetales de: ortigas, zarzamora, diferentes tipos de hierba, corteza de madera de sauce o tilo o simplemente líber de palma que es barato, fácil de encontrar en supermercados, centros de plantas. Cuando eres un fabricante de cuerdas entrenado, es divertido producir tu propio material, pero exige conocimientos sobre las diferentes plantas, cuándo cosecharlas, cómo secarlas y cómo producir la cuerda.

Una vez que los alumnos han hecho un trozo de cuerda con dos cordones, es obvio que pueden hacer una pieza de joyería en forma de pulsera o collar. Pueden hacer una perla de un mejillón triturándolo contra una piedra. También es posible hacer una perla de un hueso de cereza. Es bastante sencillo: sólo hay que mojar el hueso de la cereza y molerlo por dos lados hasta que aparezca el núcleo en forma de círculo, que se puede sacar con un trozo de pedernal o un pequeño palo.

Es una experiencia interesante ver cómo cambia la percepción de los estudiantes sobre el hueso de la cereza. Hoy en día, el hueso de la cereza es un trozo de basura que tiramos. Al fabricar hermosas perlas, lo que antes era un residuo se convierte de repente en un recurso valioso.

Fabricar un trozo de cuerda puede considerarse una actividad sencilla, pero requiere conocimientos, ingenio técnico, creatividad y pensamiento lógico para tener éxito. Es importante tener éxito la primera vez, lo que garantiza el sencillo flujo de trabajo.

Pulseras con perlas de huesos de cereza y concha de almeja corazón. Las cuerdas están hechas de bastón de tilo.
Detrás: La materia prima, separada de la corteza del tilo mediante una especie de fermentación a lo largo de 7 meses.

Primer plano de perlas de huesos de cereza.
Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands, Dinamarca

Además, es una actividad social en la que los alumnos son iguales, ya que es una manualidad nueva para todos ellos, en la que se benefician de poder ayudarse mutuamente de forma natural. Los alumnos experimentan al saber algo especial que

dominan una pequeña manualidad que refuerza su autoestima.
Cabe destacar que la opinión de los alumnos sobre las plantas suele cambiar a lo largo de la actividad. Al principio, la ortiga se suele percibir como una planta desagradable, una mala hierba de la que hay que deshacerse. Pero cuando se dan cuenta de sus usos, se convierte en una planta que se valora y se cuida, porque de repente se convierte en un recurso importante. La toma de conciencia se hace mayor a medida que los propios alumnos las encuentran.

Actividad 3: Los patrones de la Edad de Piedra

Asignatura principal: Historia, Artes Visuales, Matemáticas, Ciencias
Otras áreas posibles: Tecnología, biología
Edad de los estudiantes: De 9 a 17 años
Habilidades requeridas: Cronología, arte antiguo, pigmentos y cómo hacer color, símbolos, geometría

Desarrollo de la actividad:
Los alumnos conocerán las primeras expresiones gráficas de nuestra cultura, que a menudo han sido patrones geométricos, animales o expresiones simbólicas. Los estudiantes deben intentar producir pigmentos de color, mezclar el color y dar su expresión artística de la edad de piedra.
Al mismo tiempo, hay diferentes tipos de patrones en forma de líneas o formas geométricas: Son conocidos los diamantes, los círculos o los patrones trapezoidales.

Mostrar experimentos con colores hechos con diferentes tipos de arena mezclada con aceite vegetal o huevo.
Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands, Dinamarca

Muestra un patrón avanzado hecho de alquitrán en una copia de un remo de la cultura Ertebølle. Los experimentos demuestran que el patrón no se pintó, sino que se imprimió a partir de las vetas de la madera en un complicado proceso (¡que casi es mágico!)

Foto: Kim Callesen, Museo Vesthimmerlands, Dinamarca

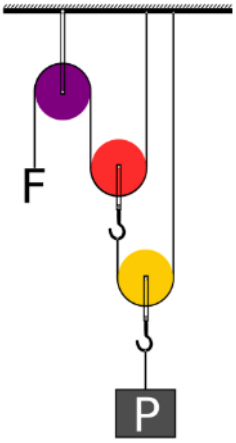
El carbón vegetal, el ocre, la arcilla seca, la tiza o los tipos de tierra quemada se trituran con piedras y se mezclan con agua, aceite vegetal o huevos. La pintura puede aplicarse con los dedos, plumas, astillas de madera, tallos de flores o huesos tubulares.

Ejemplo 2: Las matemáticas y la antigua Grecia

Para muchas civilizaciones antiguas, lo desconocido, es decir, los terremotos, las erupciones volcánicas u otros peligros naturales, se explicaba únicamente mediante la religión. Los griegos fueron una de las primeras civilizaciones que utilizaron la lógica, la razón y la ciencia para tratar de entender por qué sucedían ciertos acontecimientos a su alrededor. A los científicos de la antigua Grecia se les atribuyen muchos inventos y descubrimientos, especialmente en las áreas de astronomía, geografía y matemáticas.

Los griegos desarrollaron la filosofía como una forma de entender el mundo que les rodeaba, sin recurrir a la religión, los mitos o la magia. Los primeros filósofos griegos, algunos de ellos influidos por babilonios y egipcios, eran también científicos que observaban y estudiaban el mundo conocido: la Tierra, los mares y las montañas, así como el sistema solar, los movimientos planetarios y los fenómenos astrales.

La astronomía, que comenzó con la organización de las estrellas en constelaciones, se utilizó con fines prácticos para fijar el calendario. Los griegos:



- Estimaron el tamaño de la Tierra
- Descubrieron cómo funcionan una polea y unas palancas
- Estudiaron la luz refractada y reflejada, así como el sonido

En medicina, ellos:

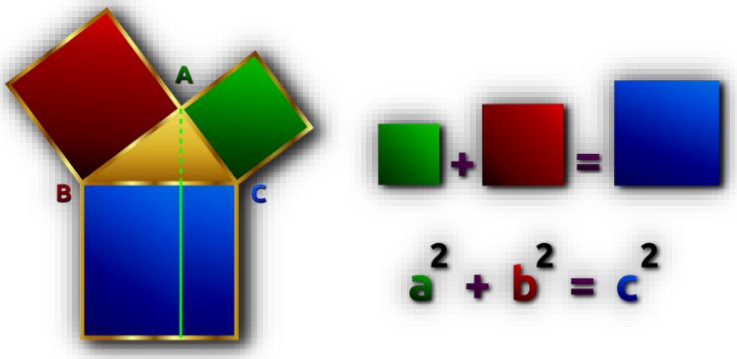
- Miraron cómo funcionan los órganos
- Estudiaron cómo progresa una enfermedad
- Aprendieron a hacer inferencias a partir de las observaciones

Sus contribuciones en el campo de las matemáticas fueron más allá de los fines prácticos. Muchos de los descubrimientos e inventos de los antiguos griegos se siguen utilizando hoy en día, aunque algunas de sus ideas han sido desvirtuadas.

Conocidos científicos de la antigua Grecia

- **Pitágoras de Samos (siglo VI a.C.)**

Pitágoras se dio cuenta de que la tierra y el mar no son estáticos. Donde ahora hay tierra, antes había mar y viceversa. En música, estiró la cuerda para producir notas específicas en octavas. En el campo de la astronomía, Pitágoras pudo pensar que el universo giraba diariamente alrededor de un eje correspondiente al eje de la Tierra. Se le conoce sobre todo por su teorema de Pitágoras.



Teorema de Pitágoras

- **Hipócrates de Cos (c. 460-377 a.C.)**

Hipócrates estudió el cuerpo humano y descubrió que existen razones científicas para las dolencias.

- **Aristóteles (de Estagira) (384-322 a.C.)**

Aristóteles llegó a la conclusión de que la Tierra debía ser un globo. El concepto de esfera

para la Tierra aparece en el Fedón de Platón, pero Aristóteles elabora y estima el tamaño.

- **Tales de Mileto (c. 620 - c. 546 a.C.)**

Tales fue un geómetra, ingeniero militar, astrónomo y lógico. Inventó la geometría abstracta, incluida la noción de que un círculo es bisecado por su diámetro y que los ángulos de la base de los triángulos isósceles son iguales.

- **Arquímedes de Siracusa (c. 287-c. 212 a.C.)**

Arquímedes descubrió la utilidad del punto de apoyo y de la palanca. Inició la medición de la gravedad específica de los objetos. Se le atribuye la invención del llamado tornillo de Arquímedes para bombear agua, así como de un motor para lanzar pesadas piedras al enemigo.

- **Euclides de Alejandría (c. 325-265 a.C.)**

Euclides pensaba que la luz se desplaza en líneas o rayos rectos. Escribió un libro de texto sobre álgebra, teoría de los números y geometría que sigue siendo relevante.

- **Eratóstenes de Cirene (c. 276-194 a.C.)**

Eratóstenes hizo un mapa del mundo, describió los países de Europa, Asia y Libia, creó el primer paralelo de latitud y midió la circunferencia de la Tierra.

Actividades sobre la solución de Arquímedes

El rey Hiero de Siracusa pidió a Arquímedes que averiguara si la corona de oro hecha por el orfebre de Hiero era realmente de oro puro y no estaba mezclada con alguna otra aleación. El rey sospechaba que su orfebre estaba malversando parte del oro. Si la corona era de oro puro, tendría una cierta densidad. Si estaba hecha de una mezcla, la densidad sería diferente. Sin embargo, para encontrar la densidad de la corona, hay que determinar su volumen. Este fue el problema al que se enfrentó Arquímedes.

Se cuenta que Arquímedes decidió tomar un baño caliente para ayudar a su mente a relajarse y encontrar una solución a este problema. Cuando notó que el agua subía al meterse en la bañera, Arquímedes se dio cuenta de repente de la solución. Arquímedes estaba tan emocionado que saltó de la bañera y corrió por la calle, gritando: **"¡Eureka! Eureka!",** que significa "¡Lo he encontrado!". Desgraciadamente, estaba tan emocionado que se olvidó de ponerse la ropa y corrió por la calle ¡desnudo! ☺

La solución al problema fue que colocó la corona en un recipiente con agua y midió su desplazamiento. Eso podía hacerse llenando el recipiente hasta el borde, colocando la corona en el agua y midiendo luego el desbordamiento.

Midiendo el volumen del agua y la masa de la corona, Arquímedes pudo determinar su densidad. Por desgracia para el orfebre, la densidad de la corona demostró que no era de oro puro. Estaba robando al rey y seguramente fue castigado.

Actividad 1: Medir el volumen de un objeto sólido

Área principal de la asignatura: Física
Otras áreas posibles: Matemáticas, historia, patrimonio
Edad de los estudiantes: De 10 a 17 años
Habilidades requeridas: Hacer cálculos, utilizar medidas, utilizar herramientas de las ciencias naturales

Desarrollo de la actividad:
El objetivo de la actividad es que los alumnos comprendan cómo se mide el volumen de un objeto irregular. Los profesores proporcionan un objeto sólido y una probeta volumétrica con líquido. Anote el nivel del líquido (es decir, el volumen). A continuación, añada el objeto sólido y anote de nuevo el nivel. El volumen del cuerpo será igual a la diferencia del nivel final menos el inicial. Los alumnos tienen que repetir el procedimiento cinco veces y hallar el volumen medio. En nuestro ejemplo, el volumen aumentó de 400 ml a 420 ml. Por lo tanto, el volumen del sólido es 420ml-400ml = 20 ml o 0,02 lt (1lt=1000ml).

(a) Tubo volumétrico con algún líquido

(b) Tubo volumétrico con algún líquido y el objeto sólido

Actividad 2: Medir la pureza de un objeto

Área de conocimiento principal: Física
Otras áreas posibles: Matemáticas, historia, patrimonio
Edad de los estudiantes: De 10 a 17 años
Habilidades requeridas: Hacer cálculos, utilizar fórmulas, utilizar medidas, utilizar herramientas de las ciencias naturales

Desarrollo de la actividad:
En esta actividad los alumnos repetirán el experimento de Arquímedes. Los alumnos medirán la pureza de los objetos sólidos y la densidad de los objetos sólidos cuya densidad conocemos. La densidad se expresa comúnmente en unidades de gramos por centímetro cúbico. Por ejemplo, la densidad del agua es de 1 gramo (1gr/ml). La densidad del hielo es de aproximadamente 0,92gr/ml.

¿Por qué el hielo flota en el agua? Una sustancia flota si es menos densa, o tiene menos masa por unidad de volumen, que otros componentes de una mezcla. Por eso el hielo flota en el agua. El hielo es un 9% menos denso que el agua líquida. En otras palabras, el hielo ocupa un 9% más de espacio que el agua, por lo que un litro de hielo pesa menos que un litro de agua.

Teniendo una balanza, podemos medir la masa (peso) (*m en* gramos) de un objeto.

Luego, repitiendo el ejemplo anterior, podemos medir el volumen (*V en ml)* del objeto sólido.

(a) Balanza digital

(b) Tubo volumétrico con algún líquido

El resultado del experimento es el cálculo de la pureza de un objeto.

Actividades basadas en Xenágoras y Tales

La medición de la altura de las estructuras, incluso de los picos de las montañas, en la antigüedad se basaba en los teoremas de Tales sobre los triángulos semejantes. Dos triángulos son semejantes cuando todos sus ángulos respectivos son iguales. Según el teorema de Tales, los triángulos semejantes tendrán lados correspondientes.

El primer estudio científico de Xenágoras (siglo II a.C.) se basó en los teoremas de Tales. Calculó la altura del pico de la montaña occidental del Olimpo, llamado Flambouros. Xenágoras utilizó una especie de "dioptrías" para medir las diferencias de altitud entre este pico y el punto del antiguo templo de Apolo Pítico donde se encontraba. Allí, en el antiguo templo al pie del Olimpo, calculó que la altura del pico era de 2479m. La altura exacta es de 2473m medida con herramientas modernas. Por lo tanto, la desviación fue de sólo 6m. Este experimento se guarda en los textos de Plutarco.

Actividad 3: Medir la altura de un edificio

Asignatura principal: Matemáticas, Geometría

Otras áreas posibles: Historia, patrimonio

Edad de los estudiantes: De 10 a 17 años

Habilidades requeridas: Hacer cálculos, utilizar medidas, utilizar herramientas de las ciencias naturales

Desarrollo de la actividad:

Pero ¿cómo podríamos utilizar estos datos para medir la altura de un edificio escolar, por ejemplo, sin subir a su punto más alto? Utilizando un sextante improvisado. Se trata esencialmente de un goniómetro utilizado en la antigüedad para calcular el ángulo bajo el que se ve un punto desde un observador.

Para crear el sextante, necesitamos un palo recto, un goniómetro normal, una cuerda y un objeto que se atará al final de la cuerda, como se muestra en la imagen.

Utilizando este objeto improvisado, un observador Π apuntará a la parte superior K del edificio y con esta construcción encontraremos el ángulo φ bajo el cual vemos la parte superior del edificio.

Los alumnos deben apuntar al punto K desde un punto Π y el ángulo θ (formado por el sedal y la madera) es, por ejemplo, de 60º entonces el ángulo φ será de 30º, ya que el ángulo formado por el sedal y el horizonte será recto, es decir, de 90º.

Ejemplo 3: Los inventos técnicos y el Imperio Romano

La civilización romana surgió en torno a los 700 años a.C., cuando los habitantes de las pequeñas ciudades y pueblos agrícolas que rodeaban el río Tíber empezaron a conectarse. Este fue un punto de encuentro de diferentes grupos étnicos, influenciados por etruscos, fenicios y griegos. La civilización que surgió allí más tarde dominó todo el Mediterráneo, Gran Bretaña, gran parte de Europa y Oriente Medio. La civilización se organizó hasta el siglo VI a.C. como monarquía, seguida de una república que se convirtió en imperio en el año 27 a.C.

El imperio se dividió en el siglo IV d.C. en la mitad occidental y la oriental. La parte occidental se derrumbó en el año 476 con el gobierno de Odoacro. Por otro lado, el imperio oriental duró casi otros 1000 años, cuando en 1453 se desmoronó después de que los otomanos conquistaran Constantinopla. Hoy en día, en Europa, se pueden encontrar más de 600 sitios relevantes, donde se pueden ver restos de la civilización romana (como restos de ciudades, caminos, puestos fronterizos, etc.).

En el sistema educativo esloveno, los alumnos aprenden sobre la civilización romana en 7º curso (12 años). Se presenta como un tema independiente y como parte de la época antigua. Los alumnos aprenden sobre la historia de la civilización, la vida en ese período, los avances de la época, la influencia que los romanos tuvieron en el territorio esloveno y la influencia de la civilización romana en períodos posteriores. En el plan de estudios del sistema educativo británico, los alumnos aprenden sobre la civilización romana entre el séptimo y el undécimo año. La mayoría de los temas están relacionados con la influencia que la civilización tuvo en el territorio británico.

Los romanos consiguieron crear inventos que aún se utilizan hoy en día. Innovaciones fundamentales, como el desarrollo de los números romanos, permitieron facilitar los cálculos, mientras que el calendario juliano permitió un mayor nivel de organización. Además, la invención del periódico, el servicio postal y el libro encuadernado aumentaron el flujo de información. Los avances técnicos más conocidos del periodo romano son la invención del arco, que permitió la construcción de edificios complejos (como acueductos, coliseos, etc.), la invención de la fontanería, la construcción de carreteras, el

uso del hormigón y muchos más. Desde el punto de vista militar, dos de los principales avances fueron el uso del **corvus** (dispositivo de abordaje para la guerra naval) y el **testudo** (el enfoque de la tortuga que permitía una mayor protección del grupo de batalla contra los proyectiles).

En las clases de hoy, los alumnos aprenden sobre los avances romanos sobre todo en las clases de historia. El único otro encuentro con los avances romanos en las asignaturas STEAM es cuando se aprenden los números romanos como parte del plan de estudios de matemáticas.

Como los romanos tienen muchos inventos que pueden utilizarse y presentarse en las aulas, se han preparado un par de ejemplos de actividades STEAM que pueden realizarse en la escuela o en un museo.

Actividad 1: Introducción a los números romanos

Asignatura principal: Aritmética, Álgebra
Otras áreas posibles: Historia
Edad de los alumnos: De 6 a 10 años
Habilidades requeridas: Conocer los números básicos y algunas fechas históricas

Desarrollo de la actividad:

En primer lugar, los alumnos deben familiarizarse con el concepto de números romanos. Deben pensar en algunas fechas importantes de la historia e intentar escribirlas en números romanos. Posteriormente, se asignará a cada alumno una fecha histórica en secreto. Deberán escribirla en la pizarra con números romanos. Los demás alumnos deben tratar de averiguar qué acontecimiento representa esa fecha.

Para hacer todo el proceso un poco más atractivo y activo, los alumnos pueden, en lugar de la pizarra, utilizar palos, palillos o bolígrafos, con los que pueden construir el número deseado en una superficie plana.

Números romanos hechos con palitos de helado

Foto: GoINNO, 2021

Actividad 2: Construcción de la calzada romana

Área principal: Mecánica

Otras áreas posibles: Historia

Edad de los alumnos: De 7 a 11 años

Habilidades requeridas: Comprender la importancia de las redes de infraestructuras (carreteras) y los principios de la estática simple.

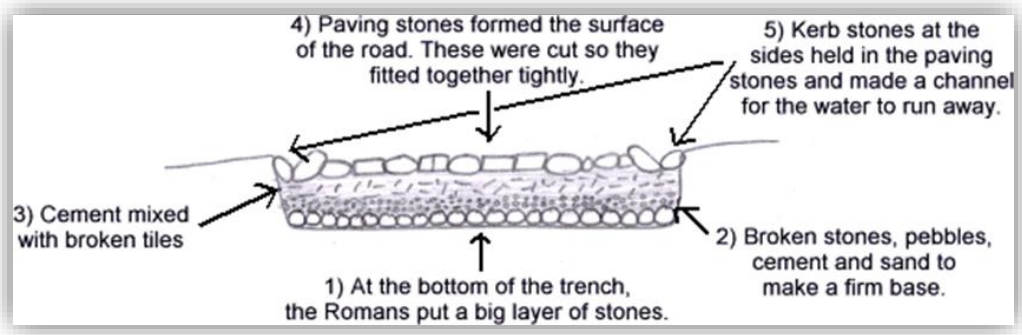
Desarrollo de la actividad:

Los alumnos deben conocer primero la historia, el papel y la importancia de las calzadas en el Imperio Romano. Después, deben conocer los planos sencillos de las calzadas romanas. Más tarde, pueden, con los siguientes materiales, construir un modelo más pequeño de calzada romana.

- Caja de zapatos
- Pegamento multiuso
- Arena,
- Guijarros planos, más pequeños aprox. 2 x 2 cm y más grandes aprox. 6 x 2 cm
- Escayola

En primer lugar, añaden el pegamento en el fondo de la caja de zapatos, lo cubren con arena y sacuden el exceso. Esta capa presenta el suelo. Después, los alumnos colocan otra capa de cola y pavimentan la capa de arena con pequeños guijarros y la cubren con otra capa de arena y guijarros finos. Mezclan el yeso, crean una capa gruesa de yeso sobre la que colocan guijarros más grandes y planos, lo más juntos posible,

tratando de hacerlos coincidir de manera que queden los mínimos espacios entre ellos.



Perfil de la calzada romana (Warner, s.f.)

Maqueta de calzada romana, construida con cola, yeso, arena y guijarros

Foto: Weird, unfocalized homeschoolers, 2021

Actividad 3: Cómo hacer tu propia lámpara de aceite romana

Área de conocimiento principal: Química

Otras áreas posibles: Economía doméstica

Edad de los alumnos: De 7 a 8 años

Habilidades requeridas: Comprender la importancia de la innovación romana y su efecto en nuestra vida cotidiana

Desarrollo de la actividad:

Los alumnos pueden utilizar arcilla, un trozo de tela u otro material para la mecha y aceite de cocina u otros tipos de grasa líquida como combustible para una lámpara de aceite. En primer lugar, crean una pequeña olla. Estiran y perforan uno de los lados para que un poco de aceite pueda llenar el pequeño saliente del exterior de la olla y la mecha pueda llegar al interior de la misma. La olla se decora y se deja secar (o se hornea si el tipo de arcilla lo requiere). La olla se llena de combustible, se introduce una mecha en la ranura y

se enciende el extremo. El proceso puede optimizarse con una mecha más gruesa, diferentes diseños de la olla, varios tipos de combustible.
El uso de la lámpara debe ser supervisado por un adulto.

Ejemplo de lámpara de aceite romana
Foto: Albi, 2019

Actividad 4: Construir tu propio acueducto

Área de conocimiento principal: Física
Otras áreas posibles: Historia y mecánica
Edad de los alumnos: De 7 a 8 años
Habilidades requeridas: Comprensión básica de la importancia del suministro de agua, de las infraestructuras públicas y del agua para nuestro organismo y nuestra vida cotidiana.

Desarrollo de la actividad:
Los alumnos deben conocer el concepto de acueducto. Deben debatir sobre su función, su construcción y las dificultades a las que se enfrentaron los primeros ingenieros al construirlos (debate sobre la dinámica de los fluidos). Los alumnos deben recibir el siguiente material:

Los alumnos utilizan láminas de plástico para cubrir el cartón, que luego se utiliza para crear el canal para el agua. Se da a los alumnos plena libertad para diseñar la estructura del acueducto y se les anima a utilizar arcos y estructuras complejas, para después debatir sobre la importancia del suministro de agua para nuestra sociedad.

Ejemplo de acueducto montado
Foto: The Kid Should See This, s.f.

Ejemplo 4: Construcción y medida en la época de las catedrales

La Edad Media o Periodo Medieval es un periodo de la historia que se extiende aproximadamente desde el año 500 al 1500 d.C., entre la Antigüedad y la Edad Moderna. De hecho, para la mayoría de los países de Europa, la Edad Media comenzó tras la caída del Imperio Romano y terminó tras el descubrimiento del nuevo mundo. Cada país de Europa se vio afectado en diferentes momentos a lo largo de este periodo.
Entre los siglos V y XV, la arquitectura medieval se caracterizó por la construcción de grandes obras militares y civiles.

Durante este periodo, las sociedades se construyeron y organizaron en torno a diferentes religiones, principalmente la cristiana (protestante, ortodoxa, católica, judía...) pero también en torno a la musulmana -especialmente la española-.
En Europa occidental, la sociedad era principalmente cristiana y estaba organizada por la Iglesia católica, mientras que en Europa oriental, tras el cisma de 1054 d.C., fueron las iglesias ortodoxas las que guiaron a la población. Tras el arte carolingio, se desarrolló el arte románico y luego el gótico, cubriendo Europa de monumentos que atestiguaban la fe de la población. Se construyeron numerosas catedrales, como la de Notre Dame en París.

Créditos: Wikipedia Común

Es del encuentro de nuevas exigencias y de una nueva metodología que nace el florecimiento de las nuevas ciudades a finales de la Edad Media. En efecto, aparecieron varias exigencias:

- demográfico: aumento de la población
- económico y comercial: aumento de los intercambios comerciales
- política interna: establecer el poder real y permitir la organización de la sociedad, pero también garantizar la seguridad de la población

Las ciencias medievales, basadas en la enseñanza y la escritura, ampliaron las ciencias antiguas. Esta continuidad se manifiesta en las técnicas basadas en la práctica y el trabajo manual. En este periodo se produjeron importantes avances tecnológicos, como el uso de la pólvora y el astrolabio, la invención de los telescopios, la importante mejora de los molinos de agua, las técnicas de construcción, la agricultura, los relojes y los barcos...

Créditos: Wikipedia Común

En STEAM - matemáticas, edad de los alumnos 12/15: Espacio y geometría
En la clase de historia, los alumnos franceses estudian este periodo histórico en torno a los 12-13 años. Se incluye en el tema: Sociedad, Iglesia y poder político en el Occidente feudal (siglos XI-XV)
En las disciplinas STEAM, podemos vincularlo con la enseñanza de las matemáticas (espacio y geometría) para alumnos de 12 a 15 años.

Actividad 1: Taller de línea

Área temática principal: Geometría, arquitectura

Otras áreas posibles: Historia, patrimonio

Edad de los estudiantes: De 10 a 15 años

Habilidades requeridas: Utilizar herramientas de medidas matemáticas / conocimiento de las formas geométricas básicas

Desarrollo de la actividad:

Guédelon, en el centro de Francia, es un sitio científico, histórico, educativo, turístico y humano. El objetivo es recrear in situ los procesos de construcción y la organización de un sitio en el primer tercio del siglo XIII.

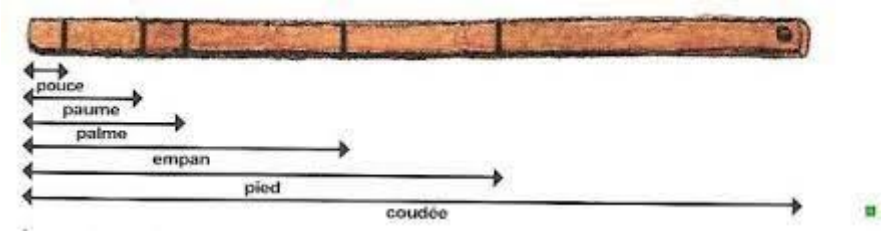
De temporada en temporada, los obreros de Guédelon asumen este extraordinario reto. Desde el recinto fortificado hasta la vivienda y sus armazones, sin olvidar todas las estancias del castillo, todo se construyó utilizando las técnicas, los materiales y las herramientas disponibles en la época en que el castillo trata de reproducirse ante los ojos de los miles de visitantes que han acudido a visitar este lugar único en el mundo.

Fuente: Castillo de Guédelon (Treigny, Francia) el 19 de agosto de 2019 por Benoit Prieur

Se ofrece un folleto sobre las unidades de medida en la Edad Media como taller para niños. Ofrecen un enfoque sencillo y lúdico de la geometría para concienciar sobre los aspectos pragmáticos del dibujo y la figuración, al tiempo que se aboga por la participación activa de los niños.

Fermat Science también propone un taller de este tipo, proponiendo diseñar una "paloma" de papel con sus propias dimensiones, y una cuerda de 13 nudos.

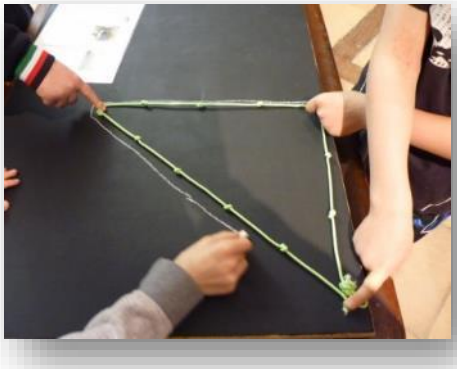
El taller de Ciencias Fermat se llama taller de Medición Medieval.
Tras una breve introducción, la primera parte del taller trata de la medición medieval.
Los alumnos, teniendo en cuenta sus propias dimensiones, tienen que diseñar una "regla" de papel.



Después, los alumnos discuten sobre las diferentes "reglas" diseñadas: ¿son idénticas?
De hecho, no, porque al variar los valores de un alumno a otro, cambiaron las medidas. Como en la Edad Media, los valores variaban de un maestro de obras a otro, de una región a otra, de una época a otra, cada trabajador trasladaba las medidas del maestro de obras a su propia "regla".

Los alumnos pueden ahora diseñar una "regla" de cartón común en la que cada uno transfiere las mismas medidas (la del profesor, por ejemplo).

La segunda parte trata de las mediciones con una cuerda de 13 nudos.
El profesor demuestra el uso de una cuerda grande de 13 nudos.



Presentación de la cuerda de 13 nudos **Foto: Fermat Science**

A continuación, el profesor entrega a los alumnos, en grupos de 3 ó 4, una cuerda preparada. Los alumnos prueban e investigan para construir formas geométricas con la cuerda.

En una gran hoja de papel desenrollada en el suelo o en una pizarra en el suelo, los alumnos construyen figuras geométricas con las herramientas diseñadas.

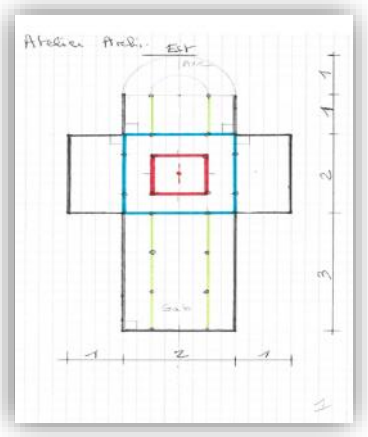
Actividad 2: Los constructores de la catedral

Área temática principal: Historia, arquitectura, patrimonio
Otras áreas posibles: Matemáticas
Edad de los estudiantes: De 10 a 15 años
Habilidades requeridas: Utilizar herramientas de medidas matemáticas / conocimiento de las formas geométricas básicas

Desarrollo de la actividad:
Esta actividad se basa en el trabajo de Pierre Bellenguez sobre las catedrales trazadas. Apasionado de la arquitectura medieval, Pierre Bellenguez vive en Francia, donde dirige una agencia de desarrollo informático. Como investigador independiente, desde hace varios años se ocupa de la arquitectura secreta de las catedrales y de la geometría gótica. Este trabajo, que corona varios años de investigación y dos viajes por Francia, acaba de ser recogido en el libro *Les cathédrales retracées*.

El objetivo de esta actividad es dibujar el plano de una catedral con herramientas medievales.
En primer lugar, los alumnos manejan y descubren una cuerda con 13 nudos: ¿cuántos intervalos para 13 nudos?
El profesor les pide entonces que hagan un cuadrado, un rectángulo, un triángulo isósceles...

Luego tienen que dibujar la catedral: marcar el eje de la catedral, dibujar la planta...



Por último, la última etapa, la construcción: sobre la base del plano dibujado en la segunda etapa, los alumnos tienen que construir una "catedral" de forma libre con tablas de madera tipo KAPLA®. El primer objetivo es conseguir un alzado coherente en términos de construcción y solidez (búsqueda de un sistema constructivo eficaz con el KLAPA ®), el segundo es conseguir un conjunto armonioso y original en el plano estético.

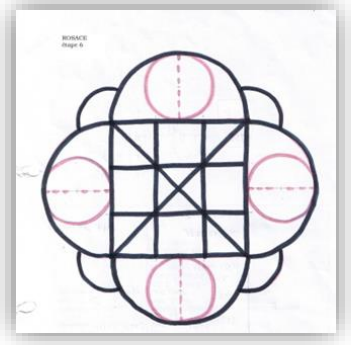
Actividad 3: Vidrieras y rosetones

Área principal de la asignatura: Historia, geometría
Otras áreas posibles: Matemáticas
Edad de los estudiantes: De 7 a 18 años
Habilidades solicitadas: Conocer y representar formas geométricas / Aplicar instrucciones

Desarrollo de la actividad:

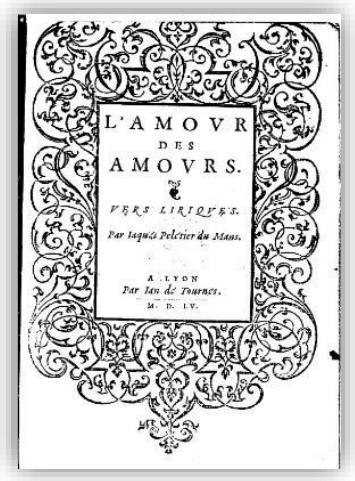
Una vidriera es un panel formado por piezas de vidrio, generalmente coloreadas, ensambladas y colocadas para formar una decoración. Suelen encontrarse en iglesias, catedrales, cementerios, etc. Para dibujar algunos de los motivos pueden utilizar las herramientas vistas en las otras actividades: una cuerda de 13 nudos y una "regla". Fermat Science propone esta actividad. Los alumnos deben elegir una figura y realizarla según un esquema de construcción.

Luego tienen que poner su hoja de dibujo debajo de una lámina de plástico y utilizar un rotulador plateado para planchar todas las líneas.
Por último, colorean cada parte del dibujo en la lámina de plástico con los rotuladores de colores.



Ejemplo 5: Arte, ciencia, técnica y Renacimiento

El Renacimiento es un periodo en Occidente, al final de la Edad Media y el comienzo de la época moderna, asociado al redescubrimiento de la literatura, la filosofía y las ciencias de la Antigüedad.
El Renacimiento artístico comenzó en Italia en el siglo XIV y luego se extendió al resto de Europa, sobre todo en las regiones afectadas por el comercio y gracias a mecenas que financiaron a artistas como Leonardo da Vinci.
Los estilos y las técnicas difieren mucho de un país a otro, pero hay algunos rasgos comunes: la búsqueda del realismo, el uso de la perspectiva, la utilización de la luz y las nuevas técnicas. La ciencia y las matemáticas, en particular, tienen su lugar en esta evolución artística.
Las mezclas que los artistas han hecho entre el arte y la ciencia para captar la realidad e imitar la naturaleza permiten enfoques y avances innovadores. Pintores y arquitectos inventaron métodos de representación en perspectiva. Los cuadros de Leonardo da Vinci se inspiran en las prácticas de disección y los conocimientos anatómicos. Johannes Kepler establece un vínculo entre las consonancias y los polígonos construibles con regla y compás. El matemático Jacques Peletier du Mans, inventa la "poesía científica" ...


L'AMOVR
DES
AMOVRS.
VERS LIRIQVES.
Par Iaques Pelcier du Mans.
A LYON
Par Ian de Tournes.
M. D. LV.

L'amour des Amours, libro que inaugura en Francia el género de la "poesía científica"

Las ciencias y técnicas del Renacimiento son también descubrimientos de considerable magnitud en la historia del desarrollo social, cultural y técnico de la Europa medieval. De hecho, este periodo permitió a Europa embarcarse en expediciones marítimas de talla mundial, conocidas como los Grandes Descubrimientos.
La astronomía fue posible directamente gracias a las matemáticas del siglo XV, y se independizó de la astrología. La resolución de ecuaciones de tercer grado permitió a Johannes Kepler calcular la salida de la Tierra sobre la Luna. Los descubrimientos astronómicos de Nicolás Copérnico, Tycho Brahe y, sobre todo, Galileo, que inventó el telescopio a finales del siglo XVI y elaboró los primeros mapas de los astros del sistema solar, tuvieron el mayor impacto en la ciencia moderna.
La ciencia como disciplina del conocimiento adquiere así su autonomía y sus primeros grandes sistemas teóricos. Este periodo es rico en descripciones, inventos, aplicaciones y representaciones del mundo.

En la clase de historia, los alumnos franceses estudian este periodo histórico en torno a los 12-13 años. Se incluye en el tema: Transformaciones de Europa y apertura al mundo en los siglos XVI y XVII.
En las disciplinas STEAM, podemos vincularlo con la enseñanza de las matemáticas para los alumnos de 12 a 15 años.

Actividad 1: Arte y geometría del Renacimiento

Área principal: Arte, Matemáticas
Otras áreas posibles: Geometría, historia
Edad de los estudiantes: De 13 a 15 años
Habilidades requeridas: Espacio

Desarrollo de la actividad:

Las matemáticas y el arte parecen pertenecer a dos formas de pensar muy diferentes, respectivamente la lógica y la creatividad. Como se supone que el arte expresa emociones y las matemáticas se utilizan para expresar hechos y pensamientos, se podría pensar que no tienen nada que ver. Sin embargo, muchos artistas han decidido estudiar las matemáticas en su trabajo. La mejora que los conocimientos geométricos podían aportar a las creaciones artísticas la convirtieron en una herramienta teórica inestimable en las artes visuales. Muchos artistas del Renacimiento estudiaron la perspectiva, los poliedros y otros conceptos matemáticos para conseguir una representación más realista del mundo.

En este ejercicio se destaca el arte del Renacimiento, sus influencias y la aplicabilidad de las matemáticas en las obras artísticas y arquitectónicas. Se analizarán las obras de algunos artistas y arquitectos famosos que cambiaron su perspectiva y sus dimensiones durante el Renacimiento. El objetivo principal es descubrir los conceptos matemáticos que se esconden en el arte del Renacimiento, utilizando las técnicas de perspectiva y la Proporción Áurea. Los alumnos explorarán ambas áreas, dibujando el arte o viendo pinturas, libros o vídeos propuestos. Aprenderán los fundamentos de los conceptos matemáticos mencionados.

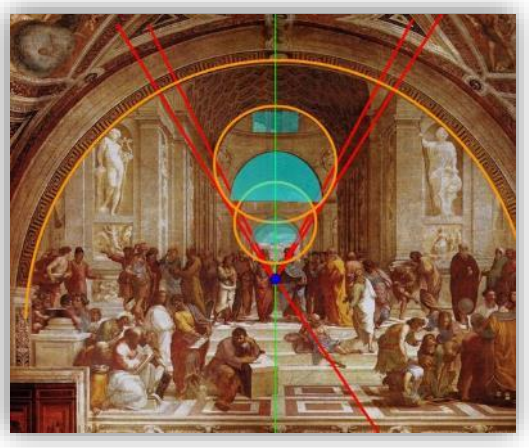
Obras estudiadas:

- Pintura La Escuela de Atenas.

Este fresco monumental fue pintado por Rafael para el palacio del Papa en el Vaticano a principios del siglo XVI. Representa a los pensadores y eruditos de la antigüedad griega y romana, cuyos escritos fueron recuperados durante el

Renacimiento.

Se propone una lectura geométrica de la organización del cuadro mediante círculos de diferentes diámetros. Los alumnos reproducen los trazados geométricos.

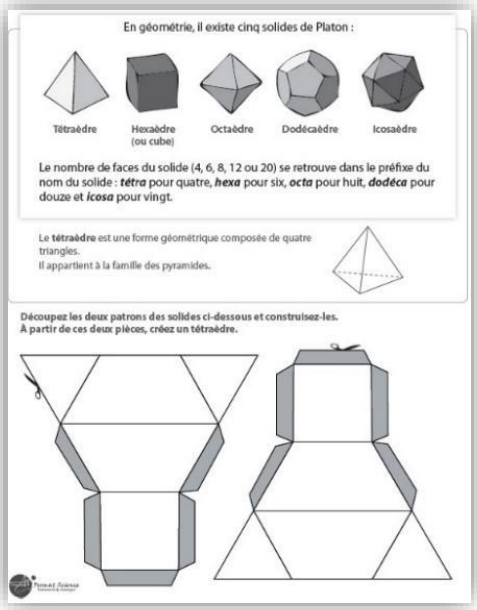


Las *líneas de fuga, es decir*, las líneas rectas que están en la dirección de la mirada del pintor, se prolongan hasta encontrarse en el punto *de fuga* del cuadro, siguiendo las reglas de la perspectiva central. El *punto de fuga* se encuentra entre los dos filósofos Platón y Aristóteles, lo que lleva a mirar a estos dos personajes.

- Libro De divina proportione de Luca Pacioli, monje y matemático

La primera parte que trata de la proporción áurea se ilustra con las representaciones en perspectiva realizadas por Leonardo da Vinci. ¡Se ven 60 poliedros!

Después de haber visto el principio de la proporción áurea, los alumnos pueden descubrir los poliedros y aprender sus características. También se puede proponer un juego de plegados sobre los sólidos platónicos.



Al final de esta herramienta, el estudiante será capaz de:

- Comprender el proceso lógico en el que se basa el uso de la perspectiva lineal y aérea por parte de los artistas;
- Comprender cómo se utiliza la proporción áurea en el arte del Renacimiento;
- Reconocer un sólido platónico y saber qué es un poliedro.

Un proyecto ERASMUS+ que propone herramientas sobre este tema está disponible aquí: https://artofmaths.eu/

Otra herramienta pedagógica sobre este tema es la exposición **La perspective à la Renaissance** (La perspectiva en el Renacimiento) propuesta en línea por el Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques de Limoges (Francia).
Tres paneles (descargables como imágenes A4) están asociados al tema de la perspectiva en el Renacimiento:

- Historia de la perspectiva;
- Perspectiva central;
- Algunas de las obras del Renacimiento reproducidas por Reg ALCORN.

Las exposiciones pueden descargarse aquí: http://www.irem.unilim.fr/les-maths-vues-par-un-artiste/convergences/renaissance/

Actividad 2: Leonardo da Vinci

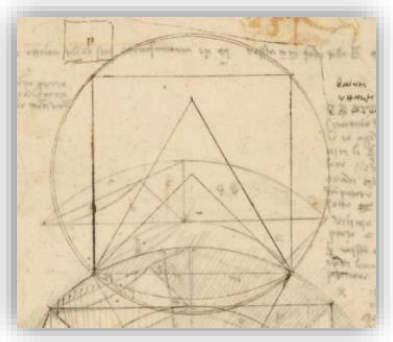
Área temática principal: Historia, Arquitectura, Patrimonio
Otras áreas posibles: Matemáticas, física
Edad de los estudiantes: De 10 a 15 años
Habilidades requeridas: Utilizar herramientas de medidas matemáticas / conocimiento de las formas geométricas básicas

Taller A: La geometría en los cuadernos de Leonardo da Vinci

El grupo del IREM de Limoges se interesó por "la geometría de los cuadernos de Leonardo da Vinci" para poner en marcha sesiones pedagógicas para alumnos a partir de

10 años en torno a la construcción de figuras y la redacción de programas de construcción.

Los estudiantes descubren, con gran curiosidad, las notas que dejó Leonardo da Vinci en el famoso codex **atlanticus** para descubrir el secreto de sus construcciones.



El objetivo es trabajar el círculo y el cuadrado aislando las figuras elementales a partir de la observación razonada de las figuras complejas dibujadas en el Renacimiento.
Créditos Wikimedia Common

Desarrollo de la actividad:
El objetivo es trabajar el círculo y el cuadrado aislando las figuras elementales a partir de la observación razonada de las figuras complejas dibujadas en el Renacimiento.

Los alumnos estudian primero las formas geométricas presentes en el documento. Después, tomando las dimensiones, tienen que reproducirlas por ensayo y error. Cuando lo han conseguido, el profesor les pide que escriban un texto de construcción. Después, para ir más allá, los alumnos pueden reproducir la figura en un programa informático (como Geogebra).

Taller B: Paracaídas de Leonardo da Vinci: descubrimiento y diseño

La actividad Paracaídas de Leonardo da Vinci diseñada por Fermat Science pretende construir un paracaídas exitoso a través de la observación de la caída de diferentes paracaídas. Los alumnos pueden estudiar las propiedades del aire en STEAM.

Desarrollo de la actividad:

El profesor debe construir primero varios modelos de paracaídas: con o sin chimeneas, con copas redondas o rectangulares, siguiendo el modelo de Leonardo Da Vinci...

Los pone a prueba delante de los alumnos, que anotan sus observaciones en una tabla.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de cada uno?

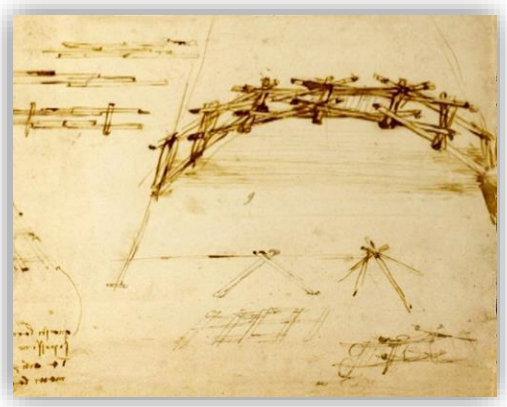
A continuación, se centrarán en el paracaídas diseñado por Leonardo Da Vinci... Lo observan, lo prueban.

Tras este periodo de observación, los alumnos, con la ayuda de sus profesores, tienen que construir este paracaídas siguiendo unas instrucciones de construcción.

Otro taller sobre este tema se encuentra en el **Manoir du Clos-Lucé**, la casa de Leonardo da Vinci en Francia.

Taller C: Juega con una máquina de Leonard de Vinci

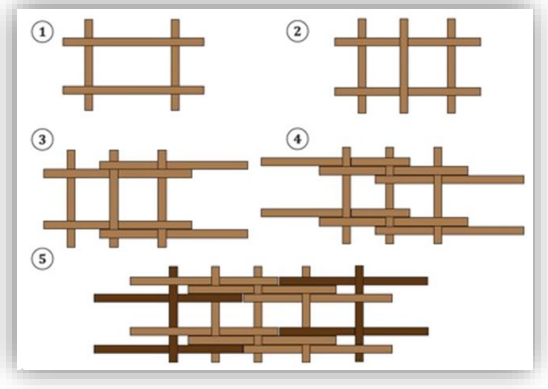
El puente Leonardo está formado por piezas de madera interconectadas: el número y las dimensiones de los elementos del puente son variables, pero determinan la longitud y la altura del puente.



El puente Leonardo está formado por piezas de madera interconectadas: el número y las dimensiones de los elementos del puente son variables, pero determinan la longitud y la altura del puente. **Créditos Wikimedia Common**

El objetivo del taller es que los alumnos construyan un puente entre dos mesas separadas por dos metros. Se pueden proporcionar diferentes materiales. Se puede trabajar sobre las fuerzas en STEAM. El objetivo es construir el puente de Leonardo da Vinci. Para los puentes en miniatura, se pueden utilizar pequeños trozos de madera, por ejemplo, palitos de helado. Los puentes en miniatura son fáciles de construir solos o en parejas.

En el siguiente diagrama, ilustramos la construcción de un puente de al menos 9 elementos (6 de largo y 3 de ancho).



Créditos science.lu

El puente de Leonardo debe su estabilidad únicamente a la fricción entre los distintos elementos constructivos empotrados.

Ejemplo 6: Los descubrimientos científicos y el Siglo de las Luces

El término Ilustración presenta el período de los siglos XVII y XVIII que germinó sobre los cimientos del humanismo renacentista, la Reforma y la revolución científica que estaba en su apogeo al comienzo del período de la Ilustración. El periodo se definió por las ideas basadas en la soberanía de la razón y la evidencia como fuentes primarias de conocimiento y los ideales avanzados como la libertad, el progreso, la tolerancia, la fraternidad, el gobierno constitucional y la separación de la Iglesia y el Estado. La gente se volvió escéptica sobre el poder y la influencia de la iglesia y la monarquía. La Iglesia empezó a perder poder con la Paz de Westfalia (1648). La reducción de su influencia continuó con la declaración de independencia americana y culminó con la revolución francesa. Los dos últimos acontecimientos también redujeron el poder de la monarquía. La Ilustración fue un periodo de grandes opuestos. Mientras que, por un lado, crecía el apoyo a las libertades individuales, al mismo tiempo era también un periodo de florecimiento de la esclavitud, que presentaba una de las actividades económicas más rentables de la época.

En el sistema educativo esloveno los alumnos aprenden sobre el periodo de la Ilustración

en 8º curso (13 años). Los alumnos aprenden la idea general del periodo, sus representantes, sus efectos en el territorio esloveno y su papel en la historia de los Estados Unidos. En Gran Bretaña, los alumnos aprenden sobre este periodo en la etapa clave 3 (edad entre 11 y 14 años) y discuten temas similares a los incluidos en el plan de estudios esloveno.

La revolución científica comenzó más de cien años antes del periodo de la Ilustración, que fue una respuesta o consecuencia posterior a la Revolución Científica. Fue el periodo en el que la ciencia empezó a tomar la forma que conocemos hoy en día. Basándose en los avances del periodo renacentista, los científicos empezaron a abandonar el enfoque deductivo (explicación de supuestos establecidos) y adoptaron el inductivo, combinado con la experimentación sistemática. De este modo, el periodo produjo muchos descubrimientos científicos nuevos e importantes que provocaron el cambio en la forma de pensar o percibir el mundo que les rodeaba. Muchos autores consideran el año 1543 como el inicio del periodo. Fue el año en que Nicolás Copérnico publicó **De revolutionibus orbium coelestium** (Sobre las revoluciones de las esferas celestes). Copérnico, Kepler y Galileo fueron los principales protagonistas de la promoción de la teoría heliocéntrica. Al desmontar y remodelar la comprensión fundamental de la posición de nuestro planeta en el espacio, abrieron el nicho para la investigación de los principios y fenómenos generales. Este nicho fue aprovechado por personajes como Descartes y Newton, que consiguieron dotar de un fondo teórico a la teoría heliocéntrica, explicar principios básicos de la física, definir el concepto de gravedad e incluso determinar la forma de la Tierra (geoide).
El periodo también trajo consigo avances en otros campos de la ciencia. La medicina mejoró mucho con la popularización de la visión anatómica que fue, con el uso más común del método de disección ampliando el conocimiento sobre el cuerpo humano. Robert Boyle sentó las bases para que la química se independizara de la alquimia.

También se produjeron otros avances en el campo de la óptica (primer telescopio de Galileo), la electricidad (investigaciones de Robert Boyle, Benjamin Franklin, etc.), la mecánica (primera máquina de vapor), etc.

Los alumnos empiezan a conocer los avances de la Ilustración en asignaturas como Física y Química, que forman parte del plan de estudios británico en la tercera etapa. Se les introduce en el método científico ya en el tercer año. En el sistema esloveno, los alumnos aprenden Física y Química en 8º y 9º curso (entre 12 y 14 años).

Actividad 1: Reacción en cadena

Área de conocimiento principal: Física
Otras áreas posibles: Mecánica
Edad de los estudiantes: A partir de 9 años
Habilidades requeridas: Una comprensión básica de la mecánica simple.

Desarrollo de la actividad

Los alumnos deben intentar construir reacciones en cadena largas y complejas que sirvan de ejemplo para aprender sobre fuerzas, transferencia de energía, etc. Pueden utilizar cualquier tipo de material disponible. Pueden ayudarse de los juguetes de Lego® para diseñar enlaces más complejos entre los pasos de la cadena. El profesor debe supervisar el proceso y asegurarse de que los alumnos aplican diferentes tipos de energía (potencial, cinética, elástica, química). El proceso de construcción debe ir seguido de pruebas, optimización y debate.

Ejemplo de reacción en cadena
Foto: Primary Science Teaching Trust, s.f.

Actividad 2: Caída de objetos

Área principal de la asignatura: Física
Otras áreas posibles: /
Edad de los alumnos: De 6 a 10 años
Habilidades requeridas: Habilidades básicas de investigación y diseño

Desarrollo de la actividad:

Los alumnos deben encontrar una posición elevada y observar la diferencia de caída de diferentes objetos. Deben fijar un paracaídas sencillo a un objeto, dejarlo caer desde el mismo lugar y observar la diferencia en la caída. La actividad debe ser guiada por un profesor que proporcione seguridad (lugar y objetos apropiados utilizados) y antecedentes teóricos, discutidos al final del experimento.

Actividad 3: Electricidad estática y carga eléctrica

Área principal de estudio: Física, electricidad
Otras áreas posibles: Historia
Edad de los estudiantes: De 10 a 14 años
Habilidades requeridas: Habilidades básicas de observación y pensamiento deductivo

Desarrollo de la actividad:

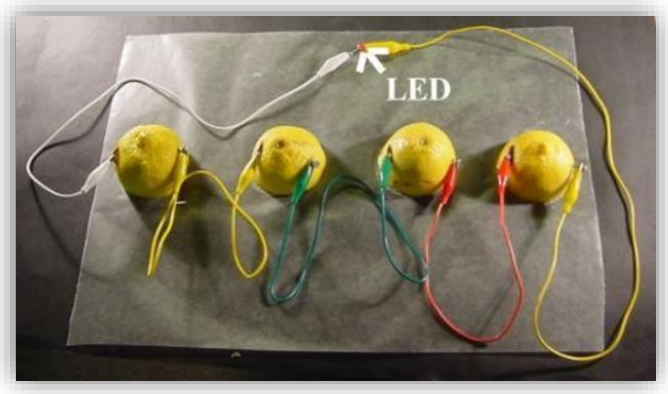
- **Experimento 1: Carga estática**

Los alumnos frotan un palo de plástico, un peine, un globo, etc. contra un paño de lana para producir carga estática. Se acercan al chorro de agua que sale del grifo (flujo lento y constante) y observan lo que ocurre. Pueden experimentar con un objeto más grande o más pequeño, con varios objetos, con un flujo de agua más fuerte o más débil, etc. Tras el experimento, se discute y se explica el fenómeno.

Globo cargado que dobla el flujo de agua
Foto: The Daily Observer, 2014

- **Experimento 2: Lámpara de limón**

Los alumnos pegan un solo clavo de cobre y otro de zinc en cada lado de 4 limones. Conectan los limones de forma que un clavo de cobre de un limón se conecta con un clavo de zinc del otro y así sucesivamente. Cuando los 4 limones están conectados en línea, conectamos el clavo de zinc libre de un lado y el clavo de cobre libre del otro lado de la cadena en un diodo LED. Debería empezar a brillar.
Los alumnos deben intentar optimizar el experimento con el uso de diferentes tipos de frutas o verduras, número de eslabones, etc. Después del experimento, los alumnos y el profesor deben discutir por qué brilla la luz, cuál es la finalidad de cada eslabón, etc.



Ejemplo de batería de limón (Foto: Hila - Proyectos, s.f.)

Conclusión:

En las secciones anteriores hemos presentado una serie de actividades basadas en proyectos. Cada sección incluye cierta información histórica para sumergir al lector en el periodo histórico concreto. A continuación, se describen actividades específicas paso a paso para ayudar a los alumnos a desarrollar sus habilidades de forma colaborativa y a comprender los fundamentos de la tecnología y los respectivos principios científicos y culturales.

En la primera parte se presentaron actividades relacionadas con la Edad de Piedra. La Edad de Piedra difiere según los países. Sin embargo, los habitantes de distintas zonas del mundo desarrollaron diversas actividades y elementos culturales utilizando técnicas primitivas. Las actividades de aprendizaje incluyen, entre otras, la creación de joyas y la

comprensión de los patrones en los artefactos.

La siguiente sección presenta algunos experimentos realizados originalmente por famosos científicos griegos. La sección presenta en primer lugar algunas de las figuras históricas más importantes de la época correspondiente. A través de los experimentos de Arquímedes, los principios de Tales y las mediciones de Xenágoras, los alumnos pueden utilizar los principios de las matemáticas, la física y la química para calcular la densidad de los objetos y la altura de los edificios con herramientas artesanales.

A continuación, se habla de la civilización romana. Innovaciones como los números romanos, el calendario juliano y la invención de los servicios postales son algunos de los logros alcanzados durante este periodo histórico. Se presenta a los alumnos los números romanos, la construcción de una pieza de carretera y una lámpara. Todas estas actividades se basan en técnicas desarrolladas por los romanos.

La sección 5 se centra en la Edad Media o periodo medieval. Dado que la Edad Media fue también un periodo de devoción religiosa, los proyectos se centran en las catedrales y sus partes y en el estudio de sus patrones arquitectónicos.

En la siguiente sección se analizan las técnicas artísticas y científicas del Renacimiento. Se analizan las obras de Rafael sobre la simetría y las de Leonardo da Vinci. Se orienta a los alumnos sobre cómo construir objetos específicos y a través de las actividades se estudian las obras de estos artistas.

Por último, se explora el Siglo de las Luces. Aunque el Siglo de las Luces fue un movimiento intelectual y filosófico, se realizaron importantes descubrimientos científicos. La electricidad y las leyes de la mecánica son algunas de las actividades en las que participan los alumnos en esta sección.

El componente clave de la educación STEAM es la integración. En lugar de enseñar cada asignatura de forma independiente, es mejor centrarse en cursos integrales, basados en proyectos y en la investigación, haciendo hincapié en el aprendizaje interdisciplinar. Esto es coherente con la forma en que resolvemos los problemas en el mundo real. Ese es el objetivo principal de las actividades presentadas en este capítulo.

Parte 3: ¿Y qué pasa con lo digital?

1. Lo digital en la educación formal y no formal

El entorno educativo formal actual está sufriendo una serie de transformaciones. Por un lado, la implantación de las tecnologías digitales aumenta las dimensiones de interacción de los alumnos. Por otro, un cambio en las estrategias metodológicas fomenta procesos de aprendizaje más participativos. El creciente interés por cruzar las disciplinas del arte, la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas encaja para aumentar las posibilidades de aprendizaje (STEAM).
El informe Horizon "NMC Horizon project" [6](Educause, 2018), identifica y describe las tendencias de la educación superior, los desafíos y los desarrollos de la tecnología educativa que probablemente tengan un impacto en el aprendizaje, la enseñanza y la investigación creativa.

Más allá de las esperanzas iniciales depositadas en los medios digitales, su uso en las escuelas plantea nuevas exigencias al cerebro de los alumnos. Las tabletas y los ordenadores sobrecargan la capacidad de atención de los alumnos, que tienen dificultades para distinguir entre la información relevante y la complementaria.

Los estudiantes tendrán que ser más independientes y competentes para aprovechar las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías. Esto requerirá una enseñanza más activa y participativa.

Los dispositivos digitales en el entorno escolar se convierten a menudo en una carga difícil de manejar para los profesores, ya que hay que adaptar el plan de estudios y preparar las actividades educativas de forma diferente. El uso de dispositivos digitales mal

[6] https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report

utilizados puede llevar a una frustración que puede acabar con verdaderas vocaciones científicas y tecnológicas, especialmente en las chicas jóvenes.

Mientras que la educación formal sigue un plan de estudios específico, los espacios de educación informal y no formal no lo hacen. Es necesario tener un plan de estudios y un currículo pero en el caso de la primera es más rígido, apenas se pueden hacer cambios en él ya que la administración escolar y los profesores se resisten a hacerlo. En el caso de la educación no formal, existe una flexibilidad estándar, que la hace más adaptable a las necesidades e intereses de los alumnos. Se trata de dar a los alumnos la posibilidad de autoeducarse, de ser curiosos y de seguir su pasión e intereses.

En los últimos años estamos asistiendo al imparable despertar de lo que llamamos "cultura maker" o más concretamente de los espacios de fabricación digital y todas las actividades relacionadas con este concepto. Vemos que el eje común sobre el que giran es la promoción, la puesta en común y la difusión de proyectos dedicados a permitir que los niños "hagan" sus desarrollos relacionados con la tecnología o no, haciendo hincapié en el diseño y la creatividad. Los Makerspaces son simplemente espacios con algunas cosas donde la gente puede hacer cosas. Pueden tener un aspecto muy diferente, como una clase de taller tradicional, una clase de educación tecnológica, más artesanal, o enfocada a las artes de la fibra, o al diseño informático, alta tecnología, baja tecnología, etcétera. El objetivo del espacio es que la gente disponga de herramientas para integrar el aprendizaje práctico.

En la educación no formal, al ser desarrollada por organizaciones que no suelen tener marcos rígidos como en la educación formal, el uso de dispositivos digitales aparece como parte natural de las actividades a desarrollar. Muchas de estas actividades se basan en el uso de otras herramientas que requieren el uso de ordenadores o dispositivos digitales para poder crearlas o gestionarlas.

La experiencia de Trànsit Projectes nos lleva a pensar en las actividades pedagógicas como procesos en los que la tecnología se utiliza como una herramienta más, y hacemos hincapié en la metodología de aprender a aprender.

Los programas de educación informal ofrecen increíbles oportunidades a los jóvenes, permitiéndoles ampliar su aprendizaje, sumergirse en entornos nuevos y emocionantes y centrarse en sus intereses.

Parece que estos entornos también son idóneos para el desarrollo de actividades vinculadas al currículo escolar o a un trabajo exigente, ya que los jóvenes pueden pasar mucho tiempo trabajando en un solo proyecto o perfeccionando un conjunto de habilidades. Si echamos un vistazo a los espacios que desarrollan actividades de educación informal, es evidente que, independientemente del entorno educativo, los makerspaces y los programas maker orientados a los jóvenes trabajan con retos similares.

Aunque el trabajo basado en proyectos es un medio convincente para evaluar el aprendizaje y las habilidades, los centros todavía están averiguando qué métodos de facilitación son más eficaces, qué herramientas utilizar y cuál es la mejor manera de captar el trabajo, el trabajo en curso y el proceso de creación. Estos programas informales reúnen a grupos de formadores y compañeros apasionados, decididos a allanar el camino para que los jóvenes aprendan y crezcan.

La educación no formal permite un aprendizaje práctico, kinestésico y activo. En su artículo "Learning through making: Emerging and expanding designs for college classes" (Trust, Maloy y Edwards, 2017), Trust, Maloy y Edwards explican que "los makerspaces pueden cambiar la forma en que se produce el aprendizaje (...)al permitir que los estudiantes se conviertan en productores activos de conocimiento en lugar de receptores pasivos de información. Al fomentar el pensamiento creativo, el diseño y la expresión de ideas, las actividades de fabricación pueden aumentar el compromiso de los estudiantes, alentar la resolución de problemas y la colaboración, y fomentar la creatividad".

El proceso de aprender haciendo a través de actividades prácticas, o aprendizaje kinestésico, se relaciona a menudo con "mayores resultados de aprendizaje para todos los estudiantes". Los espacios educativos no formales permiten este tipo de aprendizaje aprovechando el "concepto de espacio de juego intelectual para inspirar un aprendizaje

más profundo a través de un cuestionamiento profundo". Esto proporciona una gran oportunidad para el aprendizaje "justo a tiempo", o el aprendizaje vinculado a un concepto.

Este enfoque de aprendizaje también funciona bien con el "aspecto de la frustración" y el aprendizaje de nuevas formas de pensar y aprender "la frustración combinada con la motivación puede actuar como un poderoso agente de aprendizaje". Justo a tiempo: no demasiado pronto para que el profesor acabe no resolviendo el problema, pero tampoco demasiado tarde para que la frustración se convierta en desinterés.

2. Ejemplos de actividades STEAM / patrimonio realizadas con medios digitales

El patrimonio y lo digital pueden parecer bastante opuestos, pero hay ejemplos interesantes que muestran cómo las herramientas digitales pueden explicar o reinterpretar el patrimonio, haciéndolo más vivo de lo que podemos leer en los libros.

A continuación, se presentan dos ejemplos que utilizan la tecnología digital -impresión 3D en ambos casos-. El primero reinterpreta antiguas técnicas de cestería tradicional y el segundo explica cómo se hacían determinadas cosas en la época romana.

Ejemplo 1: Re:Making Africa - Cestería artesanal africana combinada con la impresión digital en 3D [7]

Esta actividad es una combinación de taller y diálogo en el marco de las actividades en torno a la exposición Making Africa en el CCCB[8] Barcelona. Se realizó en colaboración entre Maker Convent, el CCCB de Barcelona y el arquitecto Amir Gazit [9].

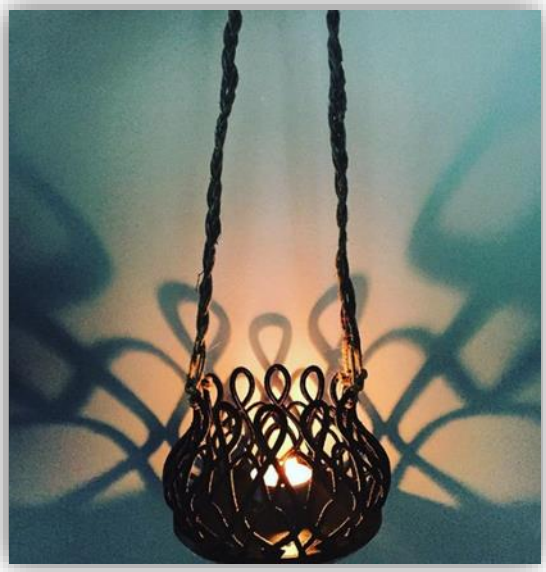
[7] https://conventagusti.com/maker/remaking-africa-artesania-digital/

[8] http://www.cccb.org/ca/exposicions/fitxa/making-africa/213052

[9] https://www.amirgazit.net/

En África está surgiendo una creación maker que utiliza las nuevas herramientas de prototipado rápido para resolver problemas locales desde una perspectiva creativa. Uno de los rasgos más característicos del continente africano es el uso y la combinación natural que sus habitantes hacen de las tradiciones más antiguas con las tecnologías más actuales.

El taller está concebido como un experimento en el que combinaremos las técnicas tradicionales de cestería africana con los métodos actuales de fabricación digital. Se trata de diseñar, modelar e imprimir en 3D, y luego tejer una cesta, combinando diferentes geometrías, materiales, texturas, patrones y colores.



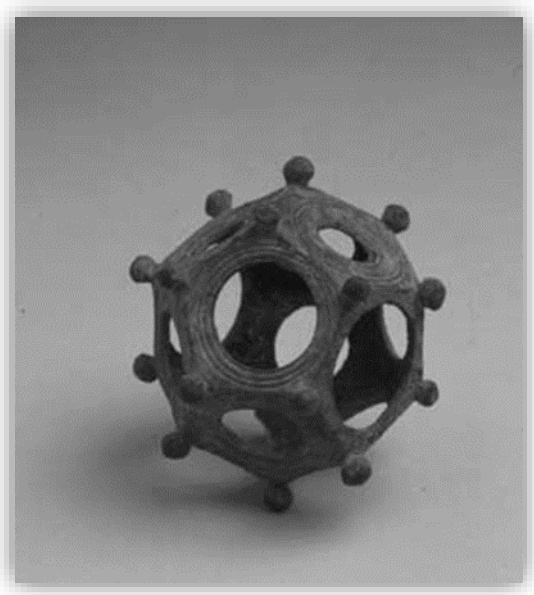
Ejemplo 2: Bordado en el Imperio Romano - Cómo hacemos los guantes con la tecnología romana

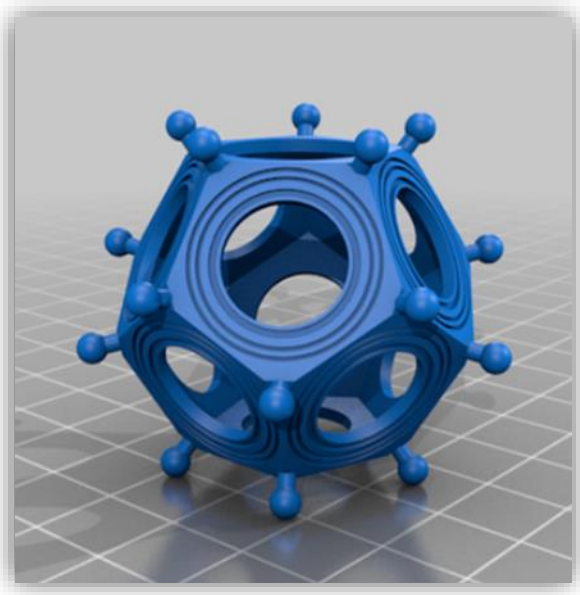
El dodecaedro romano es un objeto que tiene las más diversas (e incluso fantasiosas) interpretaciones sobre su uso (Guillier et al., 2008, p. 269-289). Algunas de las hipótesis son: instrumentos de agrimensura, aspersores, lámparas, plantillas de joyero, medidas, forros para clavijas, calibres para espacios en blanco monetarios, juguetes, pomos de

cetro, dados de juego, candelabros con múltiples calibres, obras de arte de la maestría o incluso elementos que ilustran las teorías pitagóricas.

Este objeto tiene 59 mm de altura (tumbado), pero sólo 48 a 52 mm de anverso a reverso; su diámetro máximo es de 74 mm y pesa 81 gr. Tiene doce caras pentagonales con bordes de 21 mm, diez de las cuales tienen una abertura circular, resaltada por círculos concéntricos grabados en el metal. El diámetro de estas aberturas varía de 10,5 a 22 mm. Las otras dos caras, sin círculos concéntricos, tienen aberturas ovaladas (21x26 mm), están colocadas en oposición en el objeto, materializando posiblemente una "parte superior" y una "parte inferior". Cada vértice, en la unión de las tres caras, está decorado con una pequeña bola de unos 5 a 6 mm de diámetro, soldada al cuerpo del dodecaedro.

Este objeto de la historia del Imperio Romano ha sido reproducido en impresión 3D[10] , y la actividad explora uno de los posibles usos de este increíble objeto: tejer. Este vídeo muestra cómo: https://www.youtube.com/watch?v=76AvV601yJ0.





[10] https://www.thingiverse.com/thing:4323797

Parte 4: Ser actor de STEAM

1. ¿Quién puede enseñar STEAM?

"El papel del profesor es crear las condiciones para la invención, más que proporcionar conocimientos ya hechos". Seymour Papert

Según los analistas de tendencias, más del 65% de los estudiantes de hoy crecerán con carreras que aún no existen. Hoy, más que nunca, es crucial preparar a nuestros jóvenes para que estén listos para el futuro y tengan la confianza necesaria para inventar el mundo en el que quieren vivir. Para ello, muchas escuelas están cambiando sus planes de estudio y buscan cada vez más enseñar a sus alumnos habilidades clave del siglo XXI, como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM), de forma transversal.

En los últimos seis años, STEAM y la codificación han aparecido en entornos educativos formales y no formales, donde han encontrado un terreno para desarrollar múltiples actividades educativas. Con los contenidos STEAM podemos ayudar a los educadores a encontrar las mejores estrategias para escalar sus programas y hacerlos más cercanos a la realidad de los estudiantes.

Mientras seguimos navegando por un futuro incierto, una cosa con la que podemos contar es que el trabajo del mañana estará intrínsecamente ligado al dominio de los campos STEAM. No hay más que ver lo rápido que se está imponiendo STEAM.

¿Por qué es importante que todos nuestros alumnos tengan la oportunidad de participar en la educación STEAM?

Un punto importante que destacar aquí es que el objetivo de la educación STEAM no es convertir a todos los estudiantes en programadores o ingenieros. El mundo necesita diversidad, los intereses de los estudiantes son diversos después de todo. En cambio, el objetivo es dar a cada estudiante la oportunidad de aprender sobre las tecnologías que

utilizan, adoptar una serie de nuevas habilidades y competencias y, lo que es más importante, ayudarles a identificarse como innovadores y agentes de cambio con pensamiento crítico que pueden desempeñar un papel activo en la invención de soluciones para los problemas que les preocupan.

El mundo actual es muy interactivo; la tecnología está integrada en todos los aspectos de nuestra vida, desde nuestras interacciones sociales hasta los aspectos más privados de nuestra vida. Para dar sentido a este nuevo mundo, nuestros alumnos deben sentirse cómodos con la tecnología, comprender bien su funcionamiento y tener ideas de cómo innovar en un campo tecnológico.

Al añadir el arte a la educación STEM (STEM + A = STEAM), no sólo estamos haciendo que el programa sea comprensible para más estudiantes, tanto niñas como niños, sino que también les estamos dando la oportunidad de participar en la creatividad y de expresarse a través de sus proyectos mientras juegan, hacen y comparten.

Una de las principales diferencias entre la educación formal y la no formal es la proximidad entre el entorno educativo y el contenido de la actividad. Una de las metodologías educativas que más se están utilizando, sobre todo en los espacios donde se cruzan la tecnología y la educación, como los makerspaces, es el andamiaje de Vygotsky.

Puede parecer un término de construcción, pero el andamiaje de Vygotsky y el concepto relacionado de la zona de desarrollo próximo son métodos de enseñanza que pueden ayudar a los alumnos a aprender mucha más información mucho más rápidamente de lo que lo harían con la enseñanza tradicional.

La teoría en la que se basa el andamiaje pedagógico es que, en comparación con el aprendizaje tradicional, los alumnos aprenden más cuando, en un entorno, colaboran con otros alumnos y otros tipos de contenidos, y que tienen un abanico de habilidades y conocimientos más amplio que el del alumno en ese momento. Estos se convierten en el

"andamiaje" que ayuda al alumno a ampliar sus límites de aprendizaje y a aprender más de lo que sería capaz por sí mismo. De este modo, aumenta su autonomía.

El andamiaje de Vygotsky forma parte del concepto educativo "zona de desarrollo próximo" o ZPD. La ZPD es el conjunto de habilidades o conocimientos que un alumno no puede realizar por sí mismo, pero sí con la ayuda o la orientación de otros. Es el nivel de habilidad que está justo por encima de donde se encuentra el alumno en ese momento.

A medida que avanzamos en la educación STEAM, el trabajo colaborativo es un aspecto a tener en cuenta. Los educadores o facilitadores de STEAM deben cooperar con sus alumnos eliminando el papel estándar y tradicional de figura central en el proceso educativo (con todas las respuestas) y sustituyéndolo por un modelo de educación en el que los alumnos asumen el papel central de "educadores" o buscadores de conocimiento, al tiempo que profundizan en sus conocimientos sobre diferentes materias.

Entonces, ¿quién puede enseñar STEAM?

No se necesitan perfiles muy específicos o expertos para enseñar STEAM. Ni muy técnicos ni pedagógicos. Se necesitan perfiles híbridos sensibles a la tecnología y a la pedagogía.

Como se ha dicho antes, hay que cuidar el andamiaje del aprendizaje, hay que cuidar el espacio donde se van a desarrollar las actividades, hay que tener claros los resultados sobre el proceso de aprendizaje que se espera, y hay que ser respetuoso con las diferencias y desviaciones que puedan aparecer durante la actividad, no tratando de enseñar algo en una lógica descendente, sino acompañando a los alumnos en sus procesos de aprendizaje.

La persona que enseña STEAM debe trabajar para facilitar los resultados que se produzcan, combinando los diferentes elementos necesarios en el diseño de la actividad.

2. ¿Cómo enseñarlo? ¿Cuándo y dónde se puede aplicar el método STEAM?

La educación es un ecosistema que se diseña teniendo en cuenta un entorno, los alumnos, los recursos, los profesores o facilitadores, las herramientas..., y cuando hablamos de actividades STEAM, tenemos que pensar en incluir; recursos de código abierto, electrónica y tecnologías asequibles, crowdsourcing, y cultura participativa, un enfoque en la educación STEAM, acceso a la información y metodologías DiWO (sigla en inglés para “Hazlo con otros”) para la inclusión.
El entorno donde se desarrolla la actividad puede convertirse en una ayuda para el proceso y motivar la expresión, la creación y la comunicación. Un espacio acogedor permite a la gente explorar. Aquí daremos algunos consejos sobre cómo crear un espacio así.

Una actividad de creación educativa o una actividad STEAM es aquella que reúne procesos creativos e innovadores con una perspectiva educativa, haciendo hincapié en el aprendizaje práctico durante el proceso, e incluye la tecnología en todo o en parte del proceso. Hace tiempo que se sostiene que los niños y los jóvenes pueden aprender jugando y construyendo con herramientas y materiales interesantes (Montessori, 1912).

Se trata de actividades que funcionan en un marco de cooperación, respeto mutuo, trabajo en equipo, inclusión, fomento de la creatividad, aprendizaje por la acción e innovación.

El hacer y la creatividad no son conceptos nuevos, pero centrarse en el aprendizaje mediante la práctica ha introducido un nuevo tipo de pedagogía práctica. Una pedagogía que fomenta la comunicación, la comunidad y la colaboración (una mentalidad DiT "Do it Together" o “Hacerlo juntos”), el aprendizaje distribuido, el cruce de fronteras y las prácticas docentes receptivas y flexibles.

Las creaciones físicas también pueden permitir el compromiso social a través de un esfuerzo compartido. Esto puede reunir a participantes más y menos experimentados en

torno a una tarea común, una configuración que a menudo resulta fructífera para el aprendizaje (Lave y Wenger, 1991; Vygotsky, 1978).

Cuando se diseña una actividad STEAM, hay que tener especial cuidado en ciertas áreas:

- **Facilitación:** Toda actividad con alumnos debe contar con facilitadores que animen a que la actividad se desarrolle y alcance sus objetivos predefinidos. El papel del facilitador es tan importante como cualquier otra herramienta. Es un guía, sabe dónde empieza la actividad y a dónde quiere llegar, pero no sabe lo que ocurre durante el proceso, ofreciendo ese margen de libertad.
- **Entorno:** Las actividades se desarrollan en espacios, pero a veces estos espacios no están bien equipados para recibirlas. El espacio es importante porque ayuda a que la actividad se desarrolle. Tenemos que diseñar el espacio con la actividad. Tenemos que delimitar diferentes espacios para trabajar juntos, o para trabajar con el ordenador o las herramientas, espacios donde ensuciarse... y también identificar y ubicar bien los materiales, los que son fungibles y los que no lo son.
- **Materiales | Recursos:** La elección de los materiales para desarrollar la actividad es clave. Trabajar con materiales reciclados, reutilizados y hacerlo de forma sostenible con el medio ambiente es un valor añadido. La estética es relativa cuando se trata de creatividad y aprendizaje práctico.
    - Material fungible: Los materiales reciclados ayudan a expandir la creatividad, respetar el medio ambiente y mejorar la capacidad de experimentación.
    - Material no fungible: Los materiales no fungibles son los adecuados para la actividad y que se ajustan a los materiales fungibles que se van a utilizar.
- **Participantes:** debemos tener en cuenta quiénes son nuestros participantes. No son iguales las actividades para toda la diversidad de niños o jóvenes que para los adultos o las personas mayores. En cualquier caso, las personas son el elemento clave de todo taller.
- **Contenidos:** la actividad del taller paso a paso. Programa pedagógico con objetivos claros y desarrollo detallado.

- **Comunicación:** plan de comunicación, antes, durante y después de la actividad. Material de difusión, imágenes, vídeos. Disponer de una autorización firmada para el uso de las imágenes por parte de los participantes.
- **Documentación:** quién tomará el registro de la actividad, vídeos, textos y fotos, y en qué formatos.

Para obtener información más detallada, consulte la Metodología para las actividades educativas de fabricación aquí (http://m4inclusion.com/IO-1MethodologyForEducationalMakingActivities.pdf), un resultado del proyecto europeo Makers for Inclusion, cofinanciado por el programa Erasmus+.

Parte 5: Un enfoque beneficioso para todos: la inclusión

Uno de los principales conceptos a tener en cuenta para lograr el objetivo del proyecto STEAMbuilders es incluir a todo tipo de alumnos mediante materiales innovadores y atractivos. La inclusión de todos los alumnos es esencial para que esta forma innovadora de promover la educación STEAM funcione eficazmente. En esta parte de la guía, tendremos una visión general de los alumnos a los que hay que prestar especial atención, los diferentes tipos de Trastornos Específicos del Aprendizaje (TEA), los retos que pueden encontrar y las posibles formas de adaptar los materiales para que sean inclusivos.

1. Objetivo del proyecto en términos de inclusión

Uno de los principales objetivos de este proyecto es conseguir que nadie se quede atrás y que todos los estudiantes se sientan comprometidos y motivados para participar en las asignaturas STEAM. Los estudiantes que corren más riesgo de abandonar la asignatura STEAM son las chicas, los estudiantes con TEA y los estudiantes de origen inmigrante.

2. ¿Qué es la inclusión?

Definición de inclusión:
La inclusión consiste en hacer que el aprendizaje y los materiales sean flexibles, accesibles y comprensibles para todos los alumnos. Se trata de replantear constantemente el proceso de enseñanza para que todos los alumnos se sientan incluidos en el proceso. La idea del "diseño de la inclusión" es volver al diseño original del proceso y construirlo de la manera más inclusiva y eficiente para todos.

Categorías de estudiantes susceptibles de quedarse atrás o abandonar las asignaturas STEAM:

- Niñas y estudiantes de entornos difíciles

Las chicas y los estudiantes de entornos difíciles corren un mayor riesgo de abandonar una asignatura STEAM. En este proyecto, utilizaremos el patrimonio y la historia para promover la educación STEAM, a través de la cual podemos presentar modelos positivos con los que esas categorías de estudiantes puedan relacionarse. Esto puede ser una poderosa motivación, un refuerzo de la confianza y una inspiración de que ellos también pueden tener éxito.

- Estudiantes con trastornos específicos del aprendizaje

Los TEA son condiciones permanentes que afectan al proceso de aprendizaje de alguien. Tienen una **causa neurobiológica** que afecta a la forma en que el cerebro procesa la información: cómo recibe, integra, retiene y expresa la información. Por lo tanto, puede perturbar el **desarrollo cognitivo de una capacidad de aprendizaje**, pero no se debe en modo alguno a una deficiencia física, como una deficiencia visual o auditiva, una discapacidad motriz o una discapacidad intelectual. Tampoco se debe a una perturbación emocional, ni a una desventaja de tipo económico, ambiental o cultural.

Presentación de los diferentes trastornos específicos del aprendizaje.

Cada TEA genera su propio conjunto de retos que afectan a la vida escolar de los estudiantes:

- La **dislexia** provoca dificultades en la lectura y en las habilidades de procesamiento del lenguaje. Es el trastorno más común y no es raro que se superponga a otro (fenómeno de co-ocurrencia). Puede afectar a la fluidez lectora, la decodificación, la comprensión lectora, el recuerdo, la escritura, la ortografía y, a veces, el habla.
- **La disgrafía** afecta a la capacidad de escribir a mano y a la motricidad fina de una persona. Suele manifestarse como una escritura ilegible. También puede provocar dificultades para recordar combinaciones ortográficas específicas, deletrear, planificar el espacio en el papel, secuenciar las frases en palabras, componer la escritura o pensar y escribir al mismo tiempo.

- **La discalculia** se traduce generalmente en dificultades para comprender los símbolos matemáticos, contar, memorizar y organizar los números, lo que les dificulta el cálculo o las operaciones matemáticas abstractas.
- La **disfasia** suele manifestarse en dificultades para hablar y comprender las palabras habladas. Esto conlleva retos en los ejercicios y presentaciones orales. Puede traducirse en dificultades para "secuenciar las frases en palabras" cuando se las escucha.
- La **dispraxia** provoca problemas de coordinación, movimiento, lenguaje y habla. Suele afectar a la motricidad fina y al control muscular (incluido el control de los ojos), lo que provoca problemas de movimiento y coordinación, sobre todo en los movimientos mano-ojo, el lenguaje y el habla.

3. ¿Por qué es beneficioso el enfoque inclusivo?

La diversidad es una fuente de enriquecimiento. Los alumnos que no se adaptan a los métodos de enseñanza clásicos no son menos inteligentes que los que "encajan en el molde". Alimentar sus cualidades complementarias y permitirles acceder a la educación es beneficioso para toda la clase.

➔ Beneficios para los estudiantes que deben ser incluidos

La inclusión les permite desarrollar habilidades que necesitarán para prosperar en su futura vida profesional y personal. Estarán mejor equipados para enfrentarse a los retos de una sociedad que no está adaptada a sus necesidades y podrán navegar por la vida más cómodamente.

➔ Beneficios para los demás estudiantes

La inclusión de diferentes perfiles ampliará su horizonte y les ayudará a aprender la tolerancia. Esto también les permitirá darse cuenta de que no es necesario que una persona triunfe en todo para tener éxito y que el trabajo en equipo es una de las mejores herramientas que se pueden tener para lograr cualquier objetivo.

➔ Beneficios para los profesores

La inclusión de todos los perfiles reducirá el número de alumnos con bajo rendimiento y permitirá un proceso de enseñanza más fluido y eficaz. Al ayudar a todos los

alumnos a seguir, el ritmo de la clase será más estable y los alumnos tendrán menos probabilidades de quedarse atrás.

➔ Beneficios para la sociedad en general

Es posible que las personas con TEA no muestren los "puntos fuertes profesionales" habituales que buscan los reclutadores, pero también tienen el potencial de desarrollar competencias complementarias que son igual de útiles y esenciales. Por ejemplo, tienden a ser trabajadores, a visualizar las cosas en 3D, a ver los vínculos entre los conceptos y a tener una visión global. Incluir a todo el mundo da como resultado un conjunto más diversificado de neurodiversidad con un conjunto más amplio de habilidades y competencias y nos dará una gama más amplia de posibles soluciones a los problemas del mañana.

4. Inclusión en la educación STEAM

Se presentan a continuación algunos consejos y adaptaciones básicas que contribuirán en gran medida a que cualquier tipo de clase sea más inclusiva.

Estructura: se aconseja comenzar la lección con una explicación explícita de la actividad, un conjunto claro de directrices y la subdivisión de las tareas en pequeños pasos si es necesario. Se aconseja utilizar elementos visuales para ilustrar los conceptos y viñetas para estructurar claramente los procesos. Asegúrese de dar tiempo suficiente para cada tarea y de que todos los alumnos la entiendan de antemano.

Entorno: debe ser tranquilo, pero con suficientes estímulos multisensoriales para permitir un aprendizaje en profundidad. El espacio debe estar despejado y no abarrotado, para ayudar a la orientación espacial de los alumnos y a su concentración. También se aconseja evitar la necesidad de movimientos oculares prolongados y dar un apoyo especial a los alumnos con tareas que impliquen la gestión del espacio.

Tareas: varios tipos de ejercicios breves ayudarán a entrenar a los alumnos a procesar diferentes tipos de situaciones, haciendo que se centren en una tarea a la vez. Es mejor

centrarse en ejercicios basados en la lógica que en la memoria.
Para reducir los casos de modalidad de doble tarea, intente reducir el número de tareas que requieren el uso de la motricidad fina, como las tareas de escritura, y evitar las manipulaciones difíciles. De este modo, los alumnos se concentrarán en el contenido de las lecciones y no en la ejecución de una tarea de apoyo.

Materiales escritos: El formato de los materiales escritos puede ser una fuente de problemas, por lo que el texto debe estar alineado a la izquierda, en un tipo de letra adaptado a las pautas escritas como Arial, Century Gothic u OpenDys con un interlineado de **1,5 entre las líneas**, en un tamaño de letra que oscile entre el **12 y el 14**. También se recomienda el uso de párrafos para dividir el texto en unidades más manejables con frases cortas y claras. El uso de subtítulos, colores (pero sea coherente con sus códigos de color) y viñetas puede ayudar a ello.

El material escrito debe **imprimirse en una sola cara** del papel, con un papel de fondo blanco pastel para evitar que haya un fuerte contraste con la tinta.

Un punto crucial a la hora de enfrentarse a un aula con alumnos con TEA es **concienciar** de lo que ocurre, por qué y cómo. Esto puede ayudar mucho a evitar la discriminación y los estereotipos en el aula. Una comunicación transparente y una actitud abierta son fundamentales para lograr una educación inclusiva.
La historia puede ser una gran herramienta para mostrar **modelos de conducta**, profesionales STEAM famosos que habrían formado parte de los grupos que se están quedando atrás en STEM hoy en día y son la prueba definitiva de que es posible que ellos también tengan éxito en el campo STEAM. Ver a alguien con quien se pueden relacionar representado como exitoso puede tener un impacto real en la psique del estudiante. Pero la historia debe presentarse siempre en su contexto, por lo que debe abordarse también con cuidado y objetividad.

5. Conclusión:

Como hemos visto, incluir a todos los alumnos es un enfoque beneficioso para todos los alumnos, pero también para el profesor y la sociedad en general, ya que elevará a todo el grupo. En esta parte, nos hemos centrado sobre todo en las adaptaciones prácticas en el aula para incluir a todos los alumnos, pero no hay que olvidar las adaptaciones que son más sutiles y a las que también debemos prestar atención. Como hemos visto a lo largo del tiempo, la educación es clave para la elevación de la sociedad. Si queremos tener personas diversificadas y educadas, hay que incluirlas a todas en el proceso. A largo plazo, esto proporcionará más conjuntos de habilidades complementarias para hacer frente a los futuros desafíos que se avecinan y menos problemas sociales, ya que la tolerancia será un elemento social básico de nuestra mentalidad.

Conclusión:

La guía pedagógica es el primer resultado escrito de STEAMBuilders, un proyecto Erasmus+ -una colaboración entre Bélgica, Chipre, Dinamarca, Francia, Grecia, Eslovenia y España-. STEAMBuilders es un proyecto creado a partir de los estudios de Pisa de 2018, que mostraron que los estudiantes de primaria tenían un rendimiento inferior en matemáticas y ciencias. En comparación con los estudios de análisis de tendencias que muestran que más del 65% de los estudiantes actuales crecen con una carrera que aún no existe. Hoy, más que nunca, es fundamental preparar a nuestros jóvenes para el futuro y que tengan la confianza necesaria para inventar el mundo en el que quieren vivir. El área STEM tiene sus raíces en la época de la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética en los años 50. El término STEM significa Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. La enseñanza STEM implica la enseñanza interdisciplinaria entre 2 de las áreas profesionales asociadas a temas del mundo real. En otras palabras, es el aprendizaje de temas STEM utilizando un método unificado; un método que proporciona experiencias de aprendizaje prácticas y al mismo tiempo significativas.

Al añadir el arte a la educación STEM (STEM + A =STEAM), no sólo estamos haciendo que el programa sea accesible para más estudiantes, tanto niñas como niños, sino que también les estamos dando la oportunidad de participar en la creatividad y de expresarse a través de sus proyectos mientras juegan, hacen, comparten y juegan.

Mientras que STEM se centra en temas científicos, STEAM examina los mismos temas, pero a través de métodos de análisis y aprendizaje basado en problemas utilizados en un procedimiento creativo. Es decir, diferentes estudiantes trabajan juntos para generar un producto visualmente interesante basado en la comprensión central del concepto de STEM.

Una actividad educativa o una actividad STEAM es una actividad que reúne procesos creativos e innovadores con una perspectiva educativa que enfatiza el aprendizaje práctico durante el proceso e incluye la tecnología durante todo el proceso o parte de él.

Hace tiempo que se sostiene que los niños y adolescentes pueden aprender jugando y construyendo con herramientas y materiales interesantes (Montessori, 1912). Este método es importante porque la educación está sometida a la presión de responder a un mundo cambiante. Cuanto antes se abran los alumnos a los conceptos STEAM, mejor.

En un mundo que cambia rápidamente, los lugares de trabajo del futuro querrán necesariamente que todos los jóvenes, independientemente de su sexo, sean competentes en STEAM. No se trata sólo de preparar a los estudiantes para los puestos de trabajo, sino también de lo que estas experiencias aportan a los estudiantes; ayudarles a crecer para ser independientes, hábiles y curiosos intelectualmente, y el aprendizaje basado en STEAM tiene como objetivo ayudar al estudiante a desarrollar las habilidades necesarias. Así, la educación ya no consiste únicamente en enseñar habilidades específicas, sino en preparar a los estudiantes para el futuro. Los estudiantes deben ser más independientes y competentes para poder aprovechar las ventajas de las nuevas tecnologías. Esto requerirá una educación más activa y participativa.

El entorno educativo formal actual está experimentando varios cambios. Por un lado, la implantación de las tecnologías digitales aumenta las dimensiones de interacción de los alumnos. Por otro lado, el cambio en las estrategias metodológicas fomenta procesos de aprendizaje más participativos.
El mundo actual es muy interactivo; la tecnología está integrada en todos los aspectos de nuestra vida, desde nuestras interacciones sociales hasta los aspectos más privados de nuestra vida. Para dar sentido a este nuevo mundo, nuestros alumnos deben sentirse cómodos con la tecnología, comprender bien su funcionamiento y tener ideas sobre cómo innovar en un campo tecnológico.

Mientras que la educación formal sigue un plan de estudios específico, las técnicas de formación informal y no formal no lo hacen. El objetivo es dar a los alumnos la oportunidad de autoeducarse, ser curiosos y seguir su pasión e intereses. La formación no formal permite un aprendizaje práctico, kinestésico y activo.
Nuestra experiencia nos lleva a señalar las actividades pedagógicas como procesos en los que la tecnología se utiliza como una herramienta más y hacemos hincapié en el

método de aprendizaje para aprender.
El proceso de aprendizaje consistente en la realización de actividades prácticas o el aprendizaje cinético se asocia a menudo con el "aumento de los resultados de aprendizaje para todos los alumnos". Los espacios de formación no formal permiten este tipo de aprendizaje aprovechando el concepto de "espacio de juego intelectual con el objetivo de inspirar un aprendizaje más profundo a través de la interrogación profunda". Esto proporciona una gran oportunidad para el aprendizaje "justo a tiempo", o el aprendizaje ligado a un concepto.

Esta guía presenta 19 actividades relacionadas con la Edad de Piedra, la Antigua Grecia, el Imperio Romano, el Siglo de las Catedrales, el Renacimiento y el Siglo de las Luces. De este modo, los alumnos se familiarizarán con los distintos periodos históricos, la ciencia y los científicos, la cultura de cada periodo y, mediante actividades prácticas, comprenderán mejor el mundo físico y las ciencias naturales.

A medida que nos adentramos en la educación STEAM, el trabajo colaborativo es un aspecto a tener en cuenta. Los educadores o facilitadores de STEAM deben cooperar con sus alumnos eliminando el papel estándar y tradicional de figura central en el proceso educativo (con todas las respuestas) y sustituyéndolo por un modelo de educación en el que los alumnos asumen el papel central de "educadores" o buscadores de conocimiento, al tiempo que profundizan en sus conocimientos sobre diferentes materias.

Uno de los conceptos más importantes a tener en cuenta para lograr el objetivo del proyecto STEAMbuilders es involucrar a todo tipo de estudiantes a través de materiales innovadores y atractivos.
Se trata de replantear constantemente el proceso de enseñanza para que todos los alumnos se sientan implicados en el proceso.
En este proyecto, utilizaremos el patrimonio y la historia para promover la educación STEAM, a través de la cual podemos presentar modelos positivos con los que estas categorías de estudiantes pueden relacionarse.
La diversidad es una fuente de enriquecimiento. Los alumnos que no se adaptan a los métodos clásicos de enseñanza no son menos inteligentes que los que "encajan en el

molde". La enseñanza basada en STEAM utilizando los métodos adecuados puede ser especialmente útil para los alumnos con problemas especiales de aprendizaje, por ejemplo. Dislexia, dispraxia, dislexia y disgrafía. ¡Tal vez la enseñanza STEAM pueda incluso ayudar a abrir los ojos para que todas las personas, independientemente de los diagnósticos, se conozcan como la persona que son!

Si queremos tener personas diversificadas y formadas, todos deben participar en el proceso. A largo plazo, esto proporcionará más habilidades complementarias para afrontar los futuros retos y menos problemas sociales, ya que la tolerancia será una parte social integral de nuestro pensamiento. Mientras seguimos navegando por un futuro incierto, una cosa con la que podemos contar es que el propio trabajo del mañana estará, con toda seguridad, ligado a una habilidad en las áreas STEAM.

Referencias

Introducción

La educación y la formación. (2019, 9 de diciembre). Educación y formación - Comisión Europea.
https://ec.europa.eu/education/news/pisa-2018_es

Comment faire aimer Les maths aux élèves ? (n.d.). Le Soir
https://www.lesoir.be/art/1001314/article/actualite/mathiere-grise/2015-09-28/comment-faire-aimer-maths-aux-eleves

Enseñanza de las matemáticas. (2017, 31 de diciembre).
https://www.apprendreaapprendre.com/reussite_scolaire/enseignement-mathematiques/

Parte 2.1

Nielsen, Bjarne: Aarbog for Vesthimmerlands Museum (Anuario del Museo Vesthimmerlands 2010) página 19-26

Jensen, Jørgen:
https://danmarksoldtid.lex.dk/Menneskene_-_4000-2800_f.Kr.

Basado en el Tollensee encontrado en Alemania
https://videnskab.dk/krop-sundhed/skeletfund-indikerer-europaeere-kunne-ikke-taale-maelk-i-bronzealderen
.
Basado en el hallazgo de la niña de la Edad de Piedra llamada "Lola"
https://www.lollandsstenalder.dk/hjem/om-udstillingen/webdok_lola/

Parte 2.3

Principio de Arquímedes - Física universitaria | OpenStax. (n.d.). *OpenStax.*
https://openstax.org/books/college-physics/pages/11-7-archimedes-principle

El principio de Arquímedes | Descripción y hechos (n.d.). *Enciclopedia Británica.*
https://www.britannica.com/science/Archimedes-principle

Cajori, F. (1929). Historia de las determinaciones de las alturas de las montañas. *Isis*, 12(3), 482–514.
https://doi.org/10.1086/346425

Relación áurea. (n.d.). Las matemáticas son divertidas.
https://www.mathsisfun.com/numbers/golden-ratio.html
Las numerosas y vitales contribuciones de los antiguos griegos al conocimiento científico. (n.d.). ThoughtCo.
https://www.thoughtco.com/ancient-greek-scientists-inventions-and-discoveries-120966

Weisstein, E.W. (s.f.). *Golden Ratio.* De MathWorld--A Wolfram Web Resource.
https://mathworld.wolfram.com/GoldenRatio.html

Parte 2.4 y 2.7

Mark, J.J.(2009, septiembre 02) *La antigua Roma.* Fundación Enciclopedia de la Historia Antigua.
https://www.ancient.eu/Rome/

ITER ROMANUM (s.f.). *El patrimonio cultural de Roma.*
https://www.iter-romanum.eu/en/culturalitineraries/the- patrimonio-cultural-de-rome

Zavod RS za šolstvo (2011a) *Učni načrt. Program osnovna šola. Zgodovina*
https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_zgodovina.pdf

Departamento de Educación (2013, septiembre) Programas de estudio de historia: *etapas clave 1 y 2, currículo nacional de Inglaterra*
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239035/PRIMA RY_curriculum_-_Historia.pdf

Lynch, P. (2019, 4 de julio) *¿Qué hicieron los romanos por las matemáticas? Muy poco. The Irish Times.*
https://www.irishtimes.com/news/science/what-did-the-romans-ever-do-for-maths-very-little-1.3940438

Kashyap, V. (2018, 6 de marzo) 19 *grandes inventos del Imperio Romano que ayudaron a dar forma al mundo moderno. Ingeniería de interés, Inc.*
https://interestingengineering.com/19-greatest-inventions-of-the-roman-empire-that-ayudó a crear el mundo moderno

Zavod RS za šolstvo.(2011b) *Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika*
https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_matematika.pdf

Departamento de Educación (2020, 6 de julio) *National curriculum in England: mathematics programmes of study.* https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study

Kids Discover (2016, 12 de enero) *Juegos y actividades sobre el Imperio Romano*. https://kidsdiscover.com/teacherresources/games-and-activities-on-the-roman-empire/

Warner, M. (s.f.) *Vías romanas.* Ideas para la enseñanza. https://www.teachingideas.co.uk/romans/roman-roads

Albi, A. (2019, 20 de diciembre) *Elaboración de lámparas de aceite romanas antiguas.* https://suffahschool.hounslow.sch.uk/ancient- fabricación de lámparas de aceite romanas/

The Kid Should See This (n.d.) Construir un acueducto romano, una actividad de ingeniería de bricolaje https://thekidshouldseethis.com/post/how-to-make-a-roman-aqueduct-diy-engineering-video

Bristow, W. (2017, 29 de agosto) *Enlightenment.* The Stanford Encyclopedia of Philosophy. https://plato.stanford.edu/entries/enlightenment/

Jarus, O. (2019, 12 de septiembre) *¿Qué fue la Ilustración?* Ciencia en vivo. https://www.livescience.com/55327-the-enlightenment.html

Departamento de Educación (2014, diciembre) *The national curriculum in England Key documento marco de las etapas 3 y 4* https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/840002/Secondary_national_curriculum_corrected_PDF.pdf

Lumen Learning (s.f.) *La revolución científica.*
https://courses.lumenlearning.com/boundless- worldhistory/chapter/the-scientific-revolution/

Zavod RS za šolstvo (2011c) *Učni načrt. Program osnovna šola. Fizika.*
https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf

Departamento de Educación (2015, 6 de mayo) *Plan de estudios nacional en Inglaterra: ciencia programas de estudio.*
https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study

Primary Science Teaching Trust (n.d.) *Reacción en cadena.*
https://pstt.org.uk/resources/curriculum-materials/chain- reacción

Scientific Foundation Ireland (n.d.) *Engineers Week Gravity, Classroom Resource Booklet.*
https://www.engineersireland.ie/LinkClick.aspx?fileticket=0g0LZLmOFMQ%3D&portalid=0&resourceView=1

El tricentenario de Benjamin Franklin. (2005) *LECCIÓN 7: Lancemos una ciencia eléctrica Partido !, La búsqueda del conocimiento útil*.
http://www.benfranklin300.org/_edu_pdf/BF300Plans_Middle7.pdf

Parte 2.5 y 2.6

El Castillo de Clos Lucé
https://www.vinci-closluce.com/fr

Castillo de Guédelon
https://www.guedelon.fr/fr

Centro de interpretación de las catedrales

http://cathedraloscope.com/

Página de Pierre Bellenguez, autor

http://wikipasdecalais.fr/index.php?title=Pierre_Bellenguez

Sitios web de la ciencia de Fermat

https://www.fermat-science.com/

https://www.voyage-mathematique.com/

Parte 3

Samantha Adams Becker, Malcolm Brown, Eden Dahlstrom, Annie Davis, Kristi DePaul, Verónica Díaz y Jeffrey Pomerantz. Informe Horizon del NMC: Educación Superior 2018 Edición. Louisville, CO: EDUCAUSE, 2018. Educause.

https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report

Trust, Torrey & Maloy, Robert & Edwards, Sharon. (2017). Aprender haciendo: Diseños emergentes y en expansión para las clases universitarias. TechTrends. 10.1007/s11528-0170214-0.

Gérard Guillier, Richard Delage y Paul-André Besombes (2008). Une fouille en bordure des thermes de Jublains (Mayenne) : enfin un dodécaèdre en contexte archéologique !. https://doi.org/10.4000/rao.680

Parte 4

Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Learning in doing: Social, cognitive, and computational Aprendizaje situado: Participación periférica legítima.* Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355

Vygotsky, L. (1978). Interacción entre el aprendizaje y el desarrollo. En Gauvain & Cole (Eds). *Readings on the Development of Children.* Nueva York: Scientific American Books. p.34-40.

Parte 5

BrightHub Education. (2010, 21 de marzo). *Una historia de mejora e inclusión en la educación especial.* https://www.brighthubeducation.com/special-ed-inclusion-strategies/66803-brief-legal-history-of-inclusion-in-special-education/#:~:text=Inclusión%3A%20Otra%20forma%20de%20Educar,las%20clases%20separadas%20siguen siendo la%20norma

Chinn, S., & Ashcroft, R. E. (2017). *Matemáticas para disléxicos y discalcúlicos: A manual de enseñanza*. John Wiley & Sons.

EDA - Asociación Europea de Dislexia. (n.d.). *¿Qué es la dislexia?* Dislexia Europea Asociación - Organización que aglutina a las organizaciones de dislexia en Europa. https://eda-info.eu/what-is-dyslexia/

Erin E. Peters-Burton, Sharon J. Lynch, Tara S. Behrend y Barbara B. Means. (2014, 10 enero). *Diseño de escuelas secundarias STEM inclusivas: 10 componentes críticos*. Taylor & Francis. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405841.2014.862125

INSERM. (2019, 24 de octubre). *Problemas específicos de los aprendizajes*. Inserm - La ciencia para la salud. https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages

Jennifer Gnagey, Stéphane Lavertu. (2016, 26 de mayo). *El impacto de la educación inclusiva STEM de alta escuelas en el rendimiento de los estudiantes*. Revistas SAGE.

https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2332858416650870

Kara Wyman (MEd). (2020, 4 de marzo). *Estrategias de enseñanza inclusiva para proyectos STEAM*. ResilientEducator.com. https://resilienteducator.com/classroom-resources/steam-projects-inclusive-teaching/

LaForce, M., Noble, E., King, H. y otros (2016, 21 de marzo). *Los ocho elementos esenciales de escuelas secundarias STEM inclusivas*. Revista Internacional de Educación STEM. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z

Lilla Dale McManis (Doctorado). (2020, 2 de septiembre). *La educación inclusiva: Definición, ejemplos y estrategias para el aula*. ResilientEducator.com. https://resilienteducator.com/classroom-resources/inclusive-education/

L'APEDA. (n.d.). *Les differents Troubles*. APEDA Belgique | Association belge de Padres y Profesionales para Niños con Dificultades de Aprendizaje. https://www.apeda.be/comprendre-troubles-dys/les-differents-troubles/

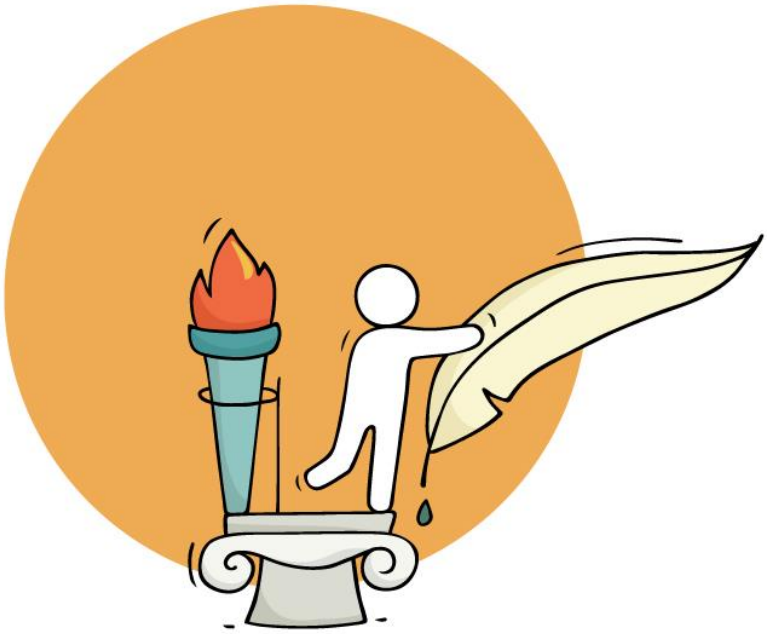
Ralph P Ferretti, Charles MacArthur. (2001, febrero). *La enseñanza de la historia comprensión en las aulas inclusivas*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/258166501_Teaching_for_Historical_Understanding_in_Inclusive_Classrooms

Ren Hullender (PhD), Holly Hoffman (PhD), Julie Cunningham (MA). (2016, marzo). *STEAM: Crear un entorno de inclusión e innovación*. Campus Compact for Michigan - Educar a los ciudadanos. Construyendo Comunidades. https://micampuscompact.org/wp-content/uploads/large/sites/34/2017/06/CMU-STEAM-White-Paper-March-2016.pdf

Elenco de directrices de la UDL. (2018, 31 de agosto). Directrices de *diseño universal para el aprendizaje*. UDL: The UDL GUidelines.

https://udlguidelines.cast.org/

Yeo, D. (2008). *Dislexia, dispraxia y matemáticas*. John Wiley & Sons.



El proyecto #steambuilders ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Su contenido y material reflejan únicamente la opinión de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en él. Código del proyecto: 2020-1-FR01-KA201-080668

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union