



# STEAM BUILDERS

$$a^2 + b^2$$

VII



## Educación no formal en STEAM: Folleto



## Índice de contenidos

<b>Capítulo 1: La experiencia es conocimiento</b>	4
1. Introducción al enfoque no formal, ¿qué es?	4
2. Herramientas para el aprendizaje en la educación no formal	10
3. Ejemplos de herramientas de aprendizaje no formales relacionadas con STEAM	14
<b>Capítulo 2: Las dos caras de una moneda</b>	15
1. ¿Cuál es la diferencia entre educación formal y no formal?	15
2. ¿Por qué son importantes las dos "caras de la moneda"?	18
3. ¿Cómo vincular los enfoques no formales con los enfoques formales en STEAM?	20
<b>Capítulo 3: Aprender haciendo</b>	23
1. ¿Qué significa "aprender haciendo"?	23
2. ¿Cuáles son las ventajas del método de "aprender haciendo"?	24
3. Aplicar el método de "aprender haciendo"	26
4. STEAM y el método de "aprender haciendo"	28
5. Conclusiones	30
<b>Capítulo 4: Todas las manos en cubierta</b>	31
1. Cómo aplicar un enfoque/ unas estrategias de "aprender haciendo"	31
2. Seguridad: Directrices generales para aplicar el método de "aprender haciendo" seguramente en clase	43
<b>Capítulo 5: Haciendo historia</b>	49
1. Introducción: ¿Por qué vincular STEAM con la historia?	49
Los matemáticos en la antigua Grecia	76
Matemáticos europeos famosos	77
2. Conclusiones	79

<b>Capítulo 6: Nadie se queda atrás (Inclusión)</b>	81
1. Dificultades de aprendizaje y cómo ayudar	81
2. Aprendizaje multisensorial [visual, auditivo, lectura/escritura, alumnos cinestésicos]	84
3. El poder de la educación no formal para un aula inclusiva	87
<b>Capítulo 7: Prácticas existentes</b>	89
1. Prácticas existentes de educación no formal / práctica / experimental	89
2. Educación STEAM existente	94
3. Explorando las técnicas no formales de los museos - Experimentando con herramientas y técnicas antiguas	96
<b>Conclusiones</b>	100
<b>Referencias</b>	102

# Capítulo 1: La experiencia es conocimiento

## 1. Introducción al enfoque no formal, ¿qué es?

### 1.1.1. Definición y diferentes tipos de educación



Créditos: @timmossholder

¿Cómo podemos distinguir entre educación formal, educación informal y educación no formal? Estos campos demuestran las formas en las que se percibe la educación. ¿Son complementarios, tienen objetivos comunes? ¿Corresponde cada modo de educación a un momento de la vida o se aprende a lo largo de toda la vida? Veamos las definiciones de estos métodos de aprendizaje para comprender lo que distingue cada uno de estos enfoques de los otros, teniendo en cuenta que volveremos a hablar de estas definiciones en más detalle en el capítulo 2 de este folleto.

**Educación formal:** Educación escolar o universitaria, impartida en centros educativos por profesores permanentes, en el marco de programas de estudio.

La educación formal se refiere al sistema educativo estructurado jerárquicamente. La educación está escalonada cronológicamente, es a tiempo

completo y se compone de una variedad de programas e instituciones de formación técnica y profesional.

**Educación no formal (ENF):** La educación se organiza para una audiencia identificada con objetivos educativos identificables, para un público normalmente voluntario. La ENF puede tener lugar tanto dentro como fuera de las instituciones educativas y puede estar dirigida a personas de todas las edades. Los programas de ENF no se ajustan necesariamente al sistema escolar. Pueden tener una duración variable y pueden estar sancionados o no por un certificado de logro del aprendizaje.

**La educación informal:** Se trata de una educación difusa en la que cada persona adquiere actitudes, valores, habilidades y conocimientos a partir de la experiencia cotidiana y de forma aleatoria, a partir de las influencias y recursos educativos de su entorno. Este aprendizaje no está sujeto a una programación estricta y tiene lugar fuera de las instituciones y estructuras organizadas. El público y los conocimientos no se establecen a priori, sino que pueden identificarse la mayoría de las veces a posteriori, en particular mediante la validación de los aprendizajes previos.

### 1.1.2. ¿Qué es un enfoque no formal de la enseñanza de STEAM?

Veamos el enfoque no formal de la educación STEAM. ¿Qué significa esto en la práctica?

Recordemos brevemente qué es STEAM: es un enfoque del aprendizaje que utiliza la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y las Matemáticas como puntos de acceso para guiar la indagación, el diálogo y el pensamiento crítico de los alumnos.



También hemos visto en la Guía Metodológica de STEAMBuilders que uno de los principales objetivos del método STEAM es crear un programa funcional y personalizable para todo tipo de alumnos, basado en métodos naturales de aprendizaje. La ciencia y la tecnología se interpretan a través de la ingeniería y las artes, todo ello entendido con los elementos de las matemáticas.

Por lo tanto, es lógico utilizar la ENF en la enseñanza de este enfoque. Esta enseñanza, en este contexto, se basa especialmente en la manipulación, o en el aprendizaje a través de la experimentación. Un proyecto basado en la robótica es un excelente ejemplo: el principio es trabajar -a través de la robótica- en la resolución de un reto, abordando conjuntamente las dimensiones técnicas, científicas, éticas y creativas.

De este modo, el alumno se da cuenta de que para resolver un problema necesitará, por ejemplo, nociones de Ciencias, Matemáticas, Programación y expresión escrita y/o artística para informar sobre su trabajo. ¡Y todo ello mientras manipula los objetos!



Fuente: [@robowunderkind](#)

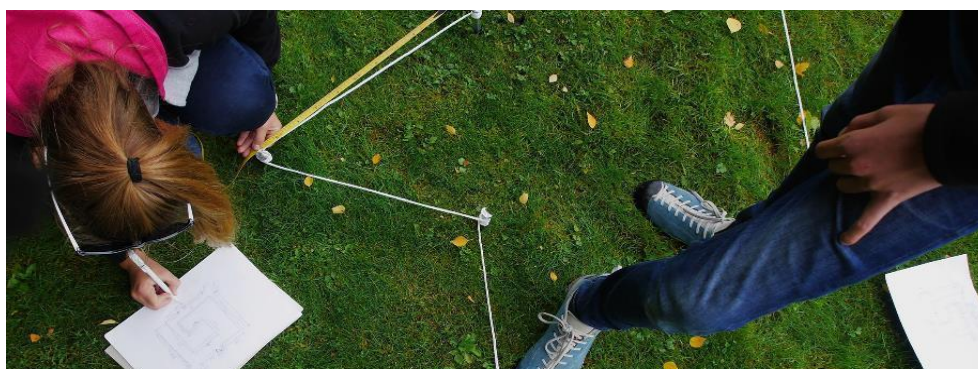
Este enfoque también puede realizarse a través de visitas a lugares no convencionales. Por ejemplo, el concepto escandinavo de **udeskole** (que significa "escuela al aire libre") ha sido descrito en un contexto noruego por Jordet, en un contexto sueco por Dahlgren y Szczepanski y en un contexto danés por Mygind.

**La Udeskole** se dirige a niños de entre 7 y 16 años y se caracteriza por la realización de actividades educativas obligatorias fuera de la escuela, por ejemplo, un día a la semana. Udeskole puede tener lugar en entornos naturales y culturales, es decir, bosques, parques, comunidades locales, fábricas, granjas, galerías, teatros, etc.



Créditos: Los niños y la naturaleza

### 1.1.3. Ventajas de introducir un enfoque no formal en la didáctica de STEAM



La educación formal es una parte necesaria del aprendizaje y ayuda al crecimiento personal, especialmente en nuestros primeros años escolares, pero no necesariamente cumple todos los objetivos del aprendizaje STEAM. Aquí es donde el enfoque no formal revela su potencial, ofreciendo un aprendizaje adaptado a las necesidades individuales, sea cual sea nuestra edad, origen o intereses.

De hecho, este enfoque de la educación, en el que el participante asume un papel activo y se implica directamente en el proceso de aprendizaje, no deja de tener consecuencias en el contenido de lo que se transmite.

Independientemente del contenido de la formación en sí, de los conocimientos y de las habilidades que se supone que debe proporcionar la formación, el método de ENF permite tanto la autonomía como la participación del estudiante.

En este contexto, la ayuda mutua es esencial, como veremos más adelante. Se basa en la capacidad espontánea del niño para intercambiar con los demás, una tendencia innata que debe desarrollarse en beneficio de todos.



Créditos: Ciencia Fermat

Este enfoque educativo, basado en el voluntariado, coloca a los alumnos en una situación de mayor autoconocimiento, les enseña a analizarse a sí mismos, a hacer un balance de sus capacidades y habilidades, al tiempo que les acostumbra a tomar iniciativas dentro de un grupo y a medir su impacto. Es este enfoque participativo el que hace de la ENF una gran escuela de ciudadanía. No hay normas impuestas, ni obligación de responder en un tiempo limitado, ni sanciones. Se respeta la evolución personal de cada uno. El reto no consiste en obtener una buena nota, en complacer al profesor o a los padres, sino en sentir placer por el descubrimiento y, por tanto, tener la satisfacción de superar un obstáculo y acceder al conocimiento.

Además, participar activamente en su propia educación permite a los alumnos estar comprometidos y motivados, lo que constituye uno de los principales motores para mejorar los resultados de los estudiantes. De hecho, el nivel de motivación para aprender es un importante determinante del rendimiento de los estudiantes.

De hecho, una actitud positiva hacia las asignaturas científicas y la confianza en el aprendizaje de STEAM van de la mano de un mejor rendimiento en estas asignaturas. La motivación, en estos diversos aspectos, influye en las decisiones sobre la participación en las ramas escolares o los programas de estudio en los que STEAM es una asignatura importante. Estas actitudes pueden influir en la elección de la educación postsecundaria y de la carrera profesional de los estudiantes.

## 2. Herramientas para el aprendizaje en la educación no formal

Entender lo que implica la noción de métodos no formales no es sencillo. De hecho, sería mucho más fácil intentar comprender estos métodos a través de sus características, teniendo en cuenta que pueden clasificarse de forma concisa en cuatro subcategorías: 1. métodos de comunicación, basados en la interacción, el diálogo y la mediación; 2. métodos orientados a la actividad, basados en la experiencia, la práctica y la experimentación; 3. métodos orientados a la sociedad, basados en la asociación, el trabajo en equipo y la creación de redes; y 4. métodos autodirigidos, basados en la creatividad, el descubrimiento y la responsabilidad.

Por lo tanto, si el profesor tiene la intención de utilizar uno o incluso una combinación de métodos no formales basados en las categorías anteriores para facilitar el proceso de aprendizaje de un concepto relacionado con STEAM, deberá diseñar en primer lugar una herramienta educativa global que estará compuesta básicamente por métodos no formales.

Por ello, consideramos importante explicar qué es una herramienta de aprendizaje, cómo reconocerla y qué criterios debe cumplir una herramienta.

### 1.2.1 ¿Qué es una herramienta de aprendizaje?

Una herramienta de aprendizaje es un medio pedagógico, un instrumento, utilizado por los profesores para permitir el aprendizaje en un área de conocimiento determinada.

Una herramienta didáctica hace que un curso de formación sea más eficaz y favorece los intercambios con y entre los alumnos. Los medios didácticos deben adaptarse y elegirse en función del proyecto pedagógico.

Tienen objetivos diferentes:

- Informar;
- Adquirir habilidades;
- Transformar las representaciones.

Una herramienta educativa debe ser lo suficientemente modificable y abierta para que pueda utilizarse en diferentes contextos, dando siempre la posibilidad de ser adaptada, combinada y desarrollada, según las condiciones reales y el entorno en el que se aplique. Esta característica inherente a una herramienta - que es al mismo tiempo uno de sus objetivos fundamentales- se denomina **transferibilidad**.

La mayoría de las veces, una herramienta de aprendizaje se asocia a un objeto o material físico. Son muchos los criterios que hay que tener en cuenta a la hora de elegir un instrumento didáctico.

## 1.2.2 Criterios de elección de una herramienta educativa

Los criterios o principios a los que debe atenerse una herramienta se presentan en el siguiente diagrama:



De acuerdo con el diagrama, una buena herramienta de aprendizaje en la ENF debe combinar los ocho criterios al mismo tiempo. Además, a continuación, se resumen otros puntos útiles que hay que tener en cuenta en el proceso de construcción de una herramienta educativa. Una herramienta educativa:

- Debe tener sentido;
- Debe estar redactado en un lenguaje preciso y debe transmitir mensajes claros;
- Debe adaptarse al público en cuestión: niños, adolescentes, adultos, personas mayores, personas con discapacidad (ver más en el capítulo 6);
- Debe adaptarse al contexto: lugar y momento de la posible preparación y tiempo de entrenamiento;
- Debe ser una invitación a viajar por todos los espacios posibles a través de los caminos de la imaginación y la creatividad;
- Debe servir a la idea de "aprender haciendo".

### 1.2.3 La importancia de la asistencia/ ayudas/ colaboración

Una herramienta no debe utilizarse sola. A los niños les gusta aprender siempre que estén acompañados. Según Céline Alvarez: "el niño dispone de un software de aprendizaje extremadamente potente, pero necesita... la guía de alguien más avanzado que él, que le indique los elementos importantes que debe observar y tener en cuenta para evolucionar".

Los métodos de enseñanza determinan la naturaleza de las interacciones que tienen lugar en un aula o en un taller de mediación, incluidas las que se producen entre el adulto y un grupo de niños, entre el adulto y cada uno de los niños, o entre pequeños grupos de niños.

El adulto debe fomentar los intercambios positivos y la comprensión entre los niños y establecer los límites de un marco estructurador y tranquilizador para que cada niño pueda desarrollar el sentido de la ayuda mutua que es natural desde una edad muy temprana.

Un ejemplo de estos intercambios positivos es **el evento bâtiTmaths** en Francia, propuesto

por Fermat Science: Los estudiantes de 16 años de una escuela de formación profesional reciben formación para impartir talleres de matemáticas relacionados con sus especialidades profesionales a alumnos de 14 años, de la escuela secundaria general. Los mayores se convierten en actores. Las reacciones han sido muy positivas.



Créditos: Fermat

### 3. Ejemplos de herramientas de aprendizaje no formales relacionadas con STEAM

Hay muchas herramientas de aprendizaje no formales para niños, relacionadas con STEAM, que permiten un mejor aprendizaje.

Ya sean teóricas o lúdicas, cada una de ellas permite una mejor memorización y, por tanto, estar más a gusto con el aprendizaje.

No olvidemos que una herramienta educativa combina métodos no formales que pueden estar basados en la comunicación, en la actividad, en lo social y/o en la autonomía. Así, una herramienta de aprendizaje relacionada con STEAM puede ser un ejercicio de simulación como un juego de rol sobre la vida en la era prehistórica (¿Cómo vivía el hombre de la Edad de Piedra?), un taller que fomente la creatividad y desarrolle características imaginarias o ficticias (Pintar vidrieras como en la Edad Media), una actividad que se desarrolle al aire libre o una actividad que invoque procesos experienciales y hechos derivados de la vida cotidiana.

Además, una herramienta educativa puede ser un juego (juegos antiguos como el latrunculi o los nudillos), o un vídeo interactivo sobre los espectaculares inventos de Leonardo da Vinci. Pero también puede ser una historia, un debate, una fabricación, una película, una foto o imagen con texto, o incluso una combinación de algunas (o todas) de las anteriores, siempre dadas en un orden lógico y de forma que realmente faciliten la experiencia de aprendizaje.

## Capítulo 2: Las dos caras de una moneda

### 1. ¿Cuál es la diferencia entre educación formal y no formal?

Como se ha visto en el capítulo 1, cuando pensamos en métodos de aprendizaje y enseñanza aplicados a la escuela, la mayoría de nosotros piensa inmediatamente en la educación formal. Se puede caracterizar como un sistema disciplinado, organizado y estructurado que se ha utilizado en el proceso de enseñanza de las escuelas desde siempre (¿Qué es la educación formal?, 2019). El primer concepto de educación formal se puede ver justo después del año 500 d. C. en la antigua Grecia, la antigua Roma y el antiguo Egipto (Broome, 2018). El habla era el principal mecanismo por el que los individuos aprendían y transmitían sus conocimientos, haciendo que la memorización precisa era un talento crucial. La educación de la antigua Grecia, sin embargo, destacaba por su diversidad. Los griegos fueron los primeros en establecer lo que hoy conocemos como escuelas primarias y secundarias.



Fuente: <https://www.givemehistory.com/education-in-ancient-egypt>

Sin embargo, tanto el concepto como la práctica de esta educación obligatoria y pública a nivel mundial se desarrollaron lentamente en Europa, desde principios

del siglo XVI hasta el siglo XIX (Huston, 2008). El aprendizaje formal está considerado como una metodología más coherente que otros tipos de aprendizaje, ya que todos los alumnos reciben el mismo nivel de formación. Se trata de un enfoque basado en el aula, en el que el aprendizaje y la enseñanza provienen de material educativo como los libros (¿Qué es la educación formal?, 2019). Es un enfoque educativo muy reconocible, ya que un gran porcentaje de los alumnos de todo el mundo pasan los años de desarrollo de su vida dentro de un sistema de escolarización que utiliza la educación formal. Los estudiantes están obligados a estar presentes en el aula en un momento determinado, a trabajar dentro del plan de estudios y a alcanzar todos los objetivos que la escuela/institución ha establecido ("¿Qué es la educación formal?", 2016). La educación formal puede reconocerse además como la fuente más importante del desarrollo educativo de los estudiantes en la mayoría de los países (Kurtz-Costes, 2001).

El siguiente cuadro muestra las características de la educación formal en comparación con la educación no formal (ENF):

<b>Educación formal</b>	<b>Educación no formal</b>
La escuela está comprometida	Proceso largo
Estructurada jerárquicamente	Aprender de la experiencia
Uniforme, y a tiempo completo	Tiempo completo o tiempo parcial
Orientada a las asignaturas y a un programa de estudios	El programa de estudios y los horarios son ajustables
Certificación/título	Certificado no necesario
Planificada y deliberada	Sin límite de edad

Este capítulo hará hincapié en las importantes funciones de ambas caras de la moneda, buscando compensar las deficiencias de la educación formal mediante el uso de la ENF en las escuelas/instituciones (Binazzi, 2016). Dentro de la educación formal, los estudiantes "recogen" conocimientos de educadores cualificados que ofrecen evaluaciones para garantizar su avance a la siguiente etapa de aprendizaje. Si bien varios estudiantes se benefician de este enfoque educativo, hay algunos que pueden aburrirse debido a la demora (generalmente larga) de la sesión académica para pasar al siguiente nivel ("Tipos de educación", 2019). La educación formal suele ser estática y se limita a una duración de tiempo —los estudiantes necesitan adquirir los conocimientos en el tiempo previsto específicamente por la institución— así como a un material específico de enseñanza y aprendizaje. Por el contrario, la ENF se prolonga durante toda la vida y puede considerarse un método educativo flexible.

### **La importancia de la educación formal y no formal a través de la experiencia de un profesor:**

Debono, profesor de sexto curso en Malta, cree que cuando se utiliza la educación no formal, tanto el educador como los alumnos están en igualdad de condiciones. No se trata de transmitir la información, sino de promover el aprendizaje posterior de alguien. Además, se presta especial atención a capacitar a los alumnos para que logren más, y cada estudiante transmite sus experiencias individuales en el aula. Estos elementos tienen que ser no sólo considerados, sino también valorados en el proceso de aprendizaje (Spiteri, 2016). Consejos para integrar los métodos no formales en tu enseñanza diaria:

1. Intenta abrir tu mente y la de tus alumnos a todas las oportunidades no formales. Éstas pueden encontrarse en todas partes, no sólo en el aula de aprendizaje tradicional.

2. Haz que tus alumnos piensen en la información que se les ha dado/enseñado. La información puede encontrarse en cualquier parte del mundo, pero no siempre es fiable. Por lo tanto, anima a los alumnos a comprobar y cuestionar la información dada, con pensamiento crítico y capacidad de resolución de problemas.
3. Haz preguntas e inicia un debate. Haz que el aprendizaje sea un proceso atractivo y "bidireccional", en lugar de limitarte a pasarles tus apuntes, pasando a una "enseñanza basada en el diálogo".
4. La educación no formal consiste en ofrecer a cada alumno la posibilidad de formarse sus propios puntos de vista y pensamientos, y en respetar la opinión de los demás, independientemente de que esté o no dentro de los límites de la educación formal. Según Debono, "si respetas la opinión de un alumno y su derecho a transmitirte sus conocimientos, así como a la inversa, estás abriendo tu aula a mucho más potencial para compartir ideas y para un aprendizaje no formal" (Spiteri, 2016).

## 2. ¿Por qué son importantes las dos "caras de la moneda"?



Fuente: <https://epale.ec.europa.eu/en/blog/bridging-formal-and-non-formal-professionalisation-and-capacity-building-adult-education>

El efecto y el éxito de la educación no formal pueden calcularse en términos de su amplio crecimiento mundial y de la aceleración de la demanda por parte de personas de todo el mundo. Este éxito demuestra además que la educación formal satisface varios propósitos distintos a la vez. Por otro lado, la ENF suele caracterizarse por todo lo que la educación formal no es. Así, esta última ofrece una gran variedad de planes y actividades en una gama de conceptos distintos en todo el mundo, donde todos tienen diferentes objetivos, estrategias, metodologías, gestión, recursos de financiación, etc. (Vicente, 1982).

La educación formal y la educación no formal son igualmente importantes porque la teoría del conocimiento obtenida del aprendizaje formal sugiere una perspectiva de cómo los individuos entienden, conectan y adaptan su realidad. La educación puede considerarse como un desarrollo continuo de la comprensión de un individuo, conectado a la interacción, así como una remodelación de su identidad propia, relacionada con la sociedad y el entorno.

Por lo tanto, la educación sólo está presente si un individuo es consciente del proceso y, al mismo tiempo, tiene control sobre él. Además, las personas que aplican ambos tipos de educación concluyen que el problema fundamental de la educación formal es que a menudo se pide a los alumnos que consigan cosas que no pueden lograr, aunque esto no indica necesariamente que la escolarización carezca de valor. Sin embargo, esta interpretación no refleja el significado más amplio de la escolarización y el impacto que tiene en los alumnos, que por consiguiente va más allá de la metodología o incluso del contenido del plan de estudios.

Así, las teorías de la educación formal y de la educación no formal difieren no sólo en sus "distintas metodologías de aprendizaje", sino también en el

significado y la eficacia de la escuela (Vicente, 1982). Cuando el aprendizaje y la práctica se unen, puede producirse una comprensión más adecuada y realista del mundo y, por tanto, la retroalimentación proporcionada por los profesores puede desarrollar aún más los conocimientos de los alumnos. Además, la ENF aspira a un tipo de aprendizaje en un marco de acción significativo, lo que sugiere motivación y gratificación mental.

Si el aprendizaje se produce dentro de un entorno de vida típico, de acuerdo con las necesidades, capacidades y motivaciones reales, y lo que se aprende es una decisión adoptada personalmente, entonces hay una mayor probabilidad de crecimiento individual, que, a su vez, se espera que contribuya a la sociedad en su conjunto (Vicente, 1982).

### 3. ¿Cómo vincular los enfoques no formales con los enfoques formales en STEAM?

La aplicación de una pedagogía que utiliza elementos de la educación formal en un entorno educativo no formal contradice algunos principios significativos de un alumno independiente. Por supuesto, la educación no formal carece a menudo de una estructura basada en la forma de dirigir la enseñanza y en la forma en la que el aprendizaje de los alumnos podría tener lugar en un entorno agradable. Combinar ambos tipos de educación puede ayudar a los alumnos a transformar la información a un nivel más amplio y a establecer estrategias para una experiencia de aprendizaje duradera mediante el fomento de la reflexión y la formulación de preguntas. Además, la vinculación de la ENF con los enfoques formales de los planes de estudio permitirá a los alumnos gestionar los objetivos obtenidos de su propio aprendizaje, lo que, en consecuencia, les ofrece la oportunidad de formular sus propios conocimientos (Carlson, 1998).

Los siguientes 5 pasos son significativos a la hora de conectar la ENF con el aprendizaje formal:

- Experiencia → al realizar la actividad
- Compartir → comunicando y observando los resultados
- Proceso → mediante el análisis y la reflexión sobre la experiencia
- Generalizar → comparar la experiencia con un ejemplo del mundo real
- Aplicar → utilizar lo aprendido en una situación distinta o similar



Fuente: <https://umaine.edu/news/blog/2016/02/29/nsf-teaching-fellowship-program-to-improve-stem-education-in-rural-schools/>

Teniendo en cuenta que la ENF utiliza (ampliamente) herramientas de mediación en sus actividades, este método apunta a un enfoque más personificado en comparación con el de la educación formal y utiliza herramientas cognitivas que fomentan una aportación más activa a la actividad por parte de los implicados (Bekerman y Silberman-Keller, 2004). En consecuencia, tanto la educación formal como la no formal pueden combinarse para formar y cumplir el propósito mutuo de dotar a los estudiantes de habilidades y conceptos significativos.

Un equilibrio entre las pedagogías formales y no formales, considerando con cautela sus aspiraciones y su aplicabilidad en comparación con el contexto y los objetivos de aprendizaje, podría dar lugar a una experiencia de aprendizaje combinada y completa para los alumnos. La adopción de ambas pedagogías debería depender tanto de la cultura como de la naturaleza del aprendizaje, así

como de los perfiles de los estudiantes y de las limitaciones logísticas, y de cómo estas pedagogías pueden alinearse con los propósitos y enfoques particulares del aprendizaje para lograr los objetivos principales de la educación (Ng, 2018).

Aquí es posible reconocer que puede haber cierta flexibilidad en el rigor percibido en la estructura de la educación formal. Por lo tanto, podemos distinguir entre diferentes grados de formalidad en la educación tradicional y pasar gradualmente de un enfoque formal a uno no formal, generando características más flexibles o incluso sustituyendo o eliminando otras (Dib, 1988).

## Capítulo 3: Aprender haciendo

### 1. ¿Qué significa "aprender haciendo"?

La premisa en la que se basa **el aprendizaje mediante la práctica** es que aprendemos mejor cuando realmente "hacemos" algo. La participación activa favorece el aprendizaje profundo y da la bienvenida a los errores, así como a la forma de aprender de ellos. John Dewey, filósofo estadounidense, fue el primero en popularizar el aprendizaje mediante la práctica, o el método de "aprender haciendo". Para Dewey, este método requería un fuerte enfoque en la participación de los estudiantes. También desafiaba la idea convencional de que el aprendizaje se realiza a través de conferencias y de la memorización. Dewey se hizo un nombre al decir que aprendemos mejor cuando nos sumergimos completamente en el material. Creía que la mejor manera de lograrlo era proporcionar un plan de estudios realista que fuera relevante para las vidas y experiencias de los alumnos. El concepto de Dewey, que tiene casi un siglo de antigüedad, resurge a medida que los estudiosos modernos demuestran objetivamente la importancia de aprender haciendo.

Para que sea eficaz, primero hay que sentar las bases del aprendizaje mediante la práctica. Según investigaciones recientes, funciona cuando se produce en el momento adecuado del proceso de aprendizaje. ¿Qué significa esto exactamente? En primer lugar, es fundamental subrayar la importancia del aprendizaje como proceso. El aprendizaje se construye sobre sí mismo, e introducir el método de "aprender haciendo" demasiado pronto puede abrumar a las personas. Esto tiene un sentido intuitivo en situaciones de la vida real. Funciona porque la técnica requiere que el individuo se comprometa activamente con el material y genere su propio conocimiento, paso a paso.

Muchos profesores se preocupan por impartir conocimientos a los alumnos; se ven a sí mismos "metiendo información en la mente de los alumnos". Sin embargo, el aprendizaje de conceptos científicos demuestra que los alumnos deben construir el conocimiento por sí mismos y, en muchos casos, el aprendizaje eficaz se describiría mejor como un proceso de "sacar información de la mente de los alumnos." La próxima vez que leas un texto nuevo, hazte las siguientes preguntas ¿Cuál es el tema de este texto? ¿Qué intenta decir el autor? ¿Hay algo que le parezca desconcertante? Estas preguntas dirigen tu atención hacia el contenido del material y te guían en el proceso de aprendizaje a través de la práctica. Aunque algunos libros de texto incluyan preguntas de "comprensión lectora" al final de cada capítulo, aprenderás mucho más si te haces este tipo de preguntas con más frecuencia. Los métodos más eficaces de aprendizaje son la participación activa y las técnicas que te obligan a esforzarte para recordar el material.

## 2. ¿Cuáles son las ventajas del método de "aprender haciendo"?

Aprender haciendo se ha practicado durante milenios. Aristóteles dijo: "Las cosas que tenemos que aprender antes de poder hacerlas, las aprendemos haciéndolas". Esa forma de pensar evolucionó y cambió con el tiempo, y se perdió durante un tiempo cuando se introdujeron los ordenadores en las escuelas. Esta técnica sólo se ha reintroducido recientemente en las escuelas. Es fácil ver por qué los profesores la fomentan porque tiene cinco grandes ventajas:

**1. Es más interesante y memorable.** La primera ventaja es que es más interesante y fácil de recordar. Esto es significativo porque, en el pasado, los

estudiantes aprendían de conferencias, libros o artículos, y los alumnos podían fácilmente leer —o no leer— el texto y salir sin ningún conocimiento. Cuando los alumnos se ven obligados a hacer lo que necesitan aprender, es más fácil que recuerden lo que han aprendido. Cada acción proporciona experiencias de aprendizaje personalizadas, que es donde se desarrolla la motivación. Esta motivación está ligada a lo que se aprende y se siente. Inculca a los alumnos la importancia de un aprendizaje relevante y significativo. Además, esta experiencia permite a los alumnos pasar por el ciclo de aprendizaje, que incluye el esfuerzo prolongado, los errores y la reflexión, seguidos por el perfeccionamiento de la estrategia.

**2. Es más personal.** Volviendo al ciclo de esfuerzo, errores, reflexión y perfeccionamiento, este ciclo sólo es posible a través de las emociones personales: la motivación y la realización del conocimiento de un tema específico que se vincula con tus valores e ideales. Esta conexión es fuerte y proporciona una experiencia más rica que la lectura de un libro o un artículo como éste. Esa conexión personal es más importante porque fomenta la exploración y la curiosidad de los alumnos. Pueden leer sobre el tema o ver un vídeo. Aunque se equivoquen ahora, entenderán mejor qué hacer la próxima vez que lo intenten.

**3. Está relacionado con la comunidad.** Aprender haciendo implica que los estudiantes se relacionen con el mundo que les rodea en lugar de estudiar solos en un aula o una biblioteca. Como toda la ciudad es técnicamente el aula, los estudiantes pueden aprovechar una amplia gama de recursos. Tienen la capacidad de reunir activos y socios locales, así como de conectar los problemas locales con temas globales más amplios. Se convierten así en parte de una comunidad, y este tipo de aprendizaje les permite interactuar y conectar más con ella.

**4. Se ha integrado más en la vida de las personas.** Este tipo de aprendizaje también está profundamente integrado en nuestra vida cotidiana. El aprendizaje profundo se produce mejor cuando los estudiantes pueden aplicar lo que han aprendido en el aula para responder a preguntas sobre sus vidas que les interesan. Los estudiantes se preguntan con frecuencia: "¿Por qué debo aprender eso?". Cuando se trata de aprender, es más probable que la gente esté interesada si cree que lo que está aprendiendo será beneficioso para su forma de vida de alguna manera. Es olvidable si no pueden conectar el conocimiento con aspectos personales de su vida. Por eso, aprender haciendo facilita la aplicación de los conocimientos.

**5. Ayuda a desarrollar habilidades y confianza.** La última ventaja es que prepara a los alumnos para el éxito. Aprender haciendo anima a los alumnos a descubrir algo nuevo y a probar cosas por primera vez. Obviamente, cometerán algunos errores, pero no los repetirán después. En consecuencia, aprender haciendo puede ayudarles a desarrollar su curiosidad por las cosas nuevas, así como su perseverancia en la búsqueda del crecimiento y el desarrollo en un campo. Esto también puede llevar a mejorar la gestión de equipos y las habilidades de colaboración. Todos estos son aspectos importantes del desarrollo personal a medida que avanzamos.

### 3. Aplicar el método de "aprender haciendo"

Aprender haciendo implica que los estudiantes sean activos, prácticos y estén comprometidos. El objetivo de este método de enseñanza es que los estudiantes construyan modelos mentales que permitan un rendimiento de "orden superior", como la resolución de problemas aplicados y la transferencia de información y habilidades (Churchill, 2003). La creación de planes de clase debe

centrarse esencialmente en ejercicios de "hacer, producir, practicar y observar", en lugar de una conferencia dirigida por el profesor. A continuación, ofrecemos una lista de acciones para poner en práctica el aprendizaje mediante la práctica:

**Permitir la colaboración entre los estudiantes:** Los estudiantes pueden colaborar para investigar cuestiones importantes o desarrollar proyectos significativos en grupos pequeños. Por ejemplo, pueden desarrollar un artefacto. Los estudiantes pueden compartir sus experiencias en entornos de colaboración. Los estudiantes también aprenden a dominar las habilidades de trabajo en grupo. La experiencia mejora el trabajo en equipo, la comunicación en grupo, el compromiso y la escucha.

**Promover la exploración autodirigida:** Con las capacidades actuales de Internet y multimedia, se pueden encontrar rápidamente enormes cantidades de información. El problema para los niños es ordenar el diluvio de información para determinar qué es cierto y qué no. Anima a los alumnos a desarrollar el pensamiento crítico cotejando y confirmando la información en varias páginas web. El estudio autodirigido anima a los alumnos a confiar en las pruebas y no en la autoridad (texto, instructor, padres) (Haury y Rillero, 1994). Aprender a buscar información para una actividad de grupo mejora la capacidad de búsqueda de datos y la independencia. Los alumnos aprenden a responder a sus propias preguntas utilizando técnicas de investigación fiables y a distinguir entre realidad y ficción.

**Compartir los resultados y productos de la experiencia basada en la actividad:** Un componente clave de un enfoque exitoso de "aprender haciendo" es permitir a los estudiantes compartir los resultados de sus experiencias y autoevaluar su rendimiento grupal. Después de permitir que los estudiantes resuman su experiencia o compartan los conocimientos adquiridos en una actividad, es beneficioso preguntar: "Si pudieras hacer la actividad de nuevo,

¿qué harías de forma diferente?" o "¿Qué mejoras harías?". Este tipo de preguntas de reflexión permite a los alumnos identificar áreas de mejora y ampliar su pensamiento visionario.

## 4. STEAM y el método de "Aprender haciendo"

Cuando se trata de proporcionar la mejor educación STEAM para los innovadores del mañana, es fundamental incorporar lecciones y actividades prácticas. El Salón Nacional de la Fama de los Inventores (NIHF) cree que hacer es la forma más efectiva de aprender, basándose en la eficacia del aprendizaje experimental, el proceso por el cual los estudiantes aprenden a partir de experiencias directas fuera de los entornos académicos tradicionales. A continuación, se ofrece una lista de sus ventajas:

**Fomenta el ensayo y el error:** El aprendizaje práctico, a diferencia del aprendizaje con libros de texto, promueve que los estudiantes aprendan haciendo. Cometen errores y fracasan como resultado de ello. Los alumnos pueden volver a intentarlo y aprender de sus errores en un entorno práctico y sin estrés. Este método de aprendizaje por ensayo y error permite a los niños obtener una comprensión más profunda de las materias STEAM.

**Mejora de la retención:** Cuando los alumnos participan activamente en el proceso de aprendizaje, la información es más fácil de recordar. Los estudiantes aprenden los temas considerablemente más rápido con una formación práctica que si sólo leen o escuchan. Los estudiantes de STEAM que participaron en el aprendizaje práctico mejoraron sus resultados en los exámenes mucho más que los estudiantes que participaron en los estilos de aprendizaje más ordinarios de escuchar y leer. Los estudiantes activan múltiples partes del cerebro al mover objetos y participar en actividades que incluyen el movimiento, la escucha y la

conversación. Cuantas más partes del cerebro utilicen, más posibilidades tendrán de recordar cosas.

**Resolver problemas y utilizar los conocimientos:** Trabajar con retos del mundo real mejora el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas de los alumnos. Los estudiantes pueden adquirir habilidades de trabajo en equipo y de resolución de problemas participando en actividades prácticas. Su participación en el proceso de aprendizaje, el trabajo en equipo y la resolución creativa de problemas mejoran. Estas habilidades se trasladan a otros aspectos de su vida. Los estudiantes deben ser capaces de utilizar sus conocimientos en diversas situaciones para tener éxito en la vida. El aprendizaje práctico ayuda a los alumnos a aplicar los conocimientos a diferentes problemas o cuestiones.

**Los estudiantes están interesados en aprender:** Los métodos de enseñanza de algunas escuelas hacen hincapié en los enfoques de aprendizaje tradicionales en lugar de crear un ambiente de aprendizaje social y activo. La creatividad y la percepción de los alumnos aumentan cuando están expuestos a métodos de aprendizaje prácticos y basados en la investigación. Cuando los alumnos trabajan en proyectos prácticos, están más concentrados y comprometidos.

**Mentalidad de progreso:** Los estudiantes aprenden a adaptarse y a aumentar sus capacidades para seguir el ritmo del entorno cambiante que les rodea mediante una formación práctica. Los estudiantes que tienen capacidad de desarrollo tienen ventaja sobre los que se resisten al cambio en un mundo que cambia rápidamente. Un enfoque práctico es un método excelente para cultivar una mentalidad de crecimiento.

## 5. Conclusiones

Las estrategias más eficaces para aprender incluyen la participación activa y las técnicas que desafían a los alumnos a esforzarse más para mejorar sus competencias. Sin embargo, los profesores deben ser cautos a la hora de utilizar estas estrategias. Si se involucra a los alumnos demasiado pronto, o sin el material y los enfoques didácticos adecuados, se perderán los beneficios del aprendizaje práctico.



## Capítulo 4: Todas las manos en cubierta

### 1. Cómo aplicar un enfoque/ unas estrategias de "aprender haciendo".

#### 4.1.1 Una teoría de la educación expuesta por el filósofo estadounidense John Dewey.

##### Antes de Dewey: la educación tradicional

John Dewey (1938) describió la educación tradicional como una educación que impone normas, materias y metodologías para adultos. Creía que esa educación tradicional estaba fuera del alcance de los jóvenes estudiantes. Dewey también consideraba que la educación tradicional era jerárquica y antidemocrática y argumentaba que para promover el desarrollo de una ciudadanía democrática reflexiva y activa, los alumnos de las escuelas debían poder participar en aspectos del programa escolar de forma democrática.

Desgraciadamente, la educación actual se describe más bien como un entorno de aula tradicional, no como un entorno de educación progresiva, aunque se sabe que eso no es apropiado para el desarrollo de todos los niños. Por lo general, en las aulas los niños no participan personalmente: el centro de la clase es el profesor y no el niño. En la actualidad es muy común el conocimiento impuesto por el profesor, las actividades dirigidas por él, la introducción de demasiados contenidos académicos, fuera de contexto de la vida social de los niños. Esto puede resultar aburrido para los alumnos porque no tiene ningún significado para ellos, no sienten ningún compromiso con el material didáctico y el impacto del aprendizaje es bajo. La educación tradicional también implementa

estándares con la aprobación de exámenes estandarizados que se centran principalmente en la memorización y la comprensión.

### **Sobre Dewey— educador, filósofo y reformador social**

John Dewey fue un pragmático, progresista, educador, filósofo y reformador social. Nació en 1859 en Burlington, Vermont en los EE. UU., en una familia que era muy activa en la visión democrática de la comunidad política y también en los aspectos sociales en la comunidad en Vermont. Conoció los problemas sociales y los aspectos políticos de la comunidad y fue influenciado por ello para ser un educador y filósofo progresista. Dewey creía que todas las personas tienen la responsabilidad de hacer del mundo un lugar mejor para vivir a través de la educación y la reforma social, lo que se traduce en un desarrollo social y moral. Las creencias de Dewey sobre la democracia, la comunidad y la resolución de problemas desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de sus filosofías sociales y educativas. Su punto de vista sobre la educación y el aprendizaje ha influido en innumerables educadores a lo largo de los años y se entrelaza en muchas teorías de aprendizaje, que describiremos más adelante y que se utilizan también en la actualidad.

### **La teoría explicada**

Dewey fue uno de los filósofos de la educación más influyentes y conocidos hasta la fecha. Creía que la experiencia educativa debía abarcar el crecimiento intelectual, social, emocional, físico y espiritual del niño.

Sus teorías se basan en el Ciclo de Aprendizaje Experiencial de Kolb, quien considera que "el aprendizaje es el proceso por el que se crea conocimiento a través de la transformación de la experiencia". Además, desde el punto de vista de Dewey, la escuela debe ser una institución social y representar el entorno

social natural de los alumnos. El aula como entidad social enseña a los niños a aprender y a resolver problemas juntos, como una comunidad.

Dewey cree que todos los alumnos son aprendices únicos y que sus intereses son los puntos clave que deben guiar las instrucciones de los profesores. Por lo tanto, el centro de todo el proceso educativo deben ser los alumnos, y no el contenido de la clase.

En su teoría, la educación debe ser un "proceso de vida y no una preparación para la vida futura". Las actividades de aprendizaje en el aula deben estar preparadas para representar situaciones de la vida real, y los alumnos deben involucrarse activamente y participar en actividades de forma intercambiable y flexible en diferentes entornos sociales. Dewey propuso que las experiencias son educativas si conducen a un mayor crecimiento intelectual y moral; si hay un beneficio para la comunidad; y si la experiencia da lugar a cualidades afectivas que conducen a un crecimiento continuo, como la curiosidad, la iniciativa y el sentido de propósito. Si no es así, y la experiencia se queda sola y no tiene sentido educativo.

### **Mayor desarrollo y aplicaciones: aula receptiva, escuelas Montessori, educación basada en el lugar y filosofía para los niños (P4C)**

#### **Aula Receptiva**

El plan de estudios de las Aulas Receptivas se asemeja en muchos aspectos a las creencias de Dewey. Este enfoque pedagógico se basa en la importancia de una comunidad de aprendizaje segura y feliz, en la que existan relaciones sociales positivas entre alumnos y profesores. Se trata de un enfoque de enseñanza basado en la investigación con intenciones de ambientación definidas, como crear un clima y un tono cálidos en el aula en el que los alumnos se sientan

seguros. En el aula se preparan horarios y rutinas de la jornada escolar que incluyen las expectativas de comportamiento de los alumnos, para mostrarles su espacio físico de aprendizaje y los materiales que van a utilizar, y enseñarles a cuidarlo. También se establecen al principio del año las expectativas de aprendizaje para el año escolar. Utilizan las “Reuniones Matinales” y los “Círculos de Cierre” (para empezar y terminar la jornada escolar con un ambiente de aprendizaje positivo, respetuoso y de confianza) y los “Energizantes” (actividades cortas de 3 minutos para un descanso mental, juego, y actividad física). Además, las cuestiones de disciplina se resuelven de forma positiva, lo que pretende ayudar a los niños a desarrollar el autocontrol y la responsabilidad social. Los alumnos aprenden mejor a través de interacciones sociales positivas y la creación de un clima social positivo en el aula ayuda a aumentar el rendimiento de los alumnos.

### Escuelas Montessori

El plan de estudios Montessori se diseña mediante la observación precisa de sus alumnos y se basa en los talentos de los estudiantes, sus intereses personales y sus necesidades físicas y sociales, y no en los intereses de los educadores, los administradores o los políticos. Al igual que Dewey, la primera dama de la escuela Montessori, María Montessori, también creía que las escuelas tradicionales eran instituciones poco inspiradoras, aburridas y monótonas que ahogaban la creatividad de los alumnos. Ella observó que los profesores consiguen que los alumnos se centren en sus tareas, y se basan en gran medida en los esquemas de recompensa y castigo. La escuela Montessori está dividida en rangos de edad, de modo que los profesores pueden permanecer con el mismo grupo de alumnos durante varios años a la vez, para comprender plenamente sus necesidades, intereses, progresos y desarrollo.

Las aulas ofrecen a los niños un entorno que fomenta la libertad de elegir las actividades de aprendizaje y se espera que los niños utilicen libremente todos los materiales del aula, lo que garantiza que puedan elegir sus tareas de aprendizaje. Los materiales son secuenciales y están diseñados para ser autocorregibles; por lo tanto, no es necesaria la intervención constante de los adultos y los alumnos pueden aprender y corregirse solos. Los alumnos trabajan de forma más independiente y construyen la confianza en sí mismos con las actividades de aprendizaje más adecuadas a sus necesidades. El enfoque pedagógico Montessori fomenta el aprendizaje lúdico porque es atractivo e intrínsecamente motivador también para los niños más pequeños. Los profesores no utilizan recompensas en sus aulas.

### **Educación basada en el lugar**

Esta educación se formó con el propósito de desarrollo profesional, que llevaría a la mejora en un entorno escolar. La base del contexto de aprendizaje en este enfoque educativo es el uso de los recursos, problemas y valores de las comunidades locales. Este enfoque también se denomina aprendizaje basado en la comunidad, aprendizaje basado en el servicio, educación sostenible y aprendizaje basado en proyectos. Está orientado a la educación multidisciplinar en su naturaleza, con actividades de aprendizaje auténticas que extienden más allá de los muros de la escuela, haciendo hincapié en los problemas medioambientales actuales.

En este enfoque también podemos encontrar componentes de la teoría del aprendizaje social de Dewey. Los alumnos se relacionan entre sí, con su región y con sus comunidades naturales. Este tipo de educación conecta el aprendizaje teórico con las experiencias del mundo real y da lugar a la construcción de

conexiones significativas entre cuestiones culturales, políticas y sociales, creando ciudadanos socialmente responsables.

### **Filosofía para niños (P4C)**

También se diseñó un método de enseñanza innovador para elevar la capacidad de pensamiento crítico y crear una comunidad de investigación o indagación entre los estudiantes. Su base es el aprendizaje basado en la investigación, que incluye pasajes escritos e historias cortas, diseñadas para introducir a los estudiantes algunas cuestiones filosóficas y para cubrir temas globales más profundos y a veces sensibles, como la pobreza, la guerra, la libertad y la contaminación. Los alumnos pueden iniciar libremente los debates con sus conocimientos previos y sus conjuntos de creencias, mientras que los profesores se limitan a ser facilitadores hábiles entre ellos. Los alumnos se convierten en oyentes comprometidos y reflexivos, que respetan y cuestionan las diferentes opiniones de sus compañeros como un comportamiento social adecuado. Se fomenta la cooperación mutua, la confianza, la tolerancia, la imparcialidad y un mayor grado de sensibilidad hacia sus compañeros, a la vez que se les sensibiliza sobre cuestiones globales y morales. Este programa anima a los alumnos a pensar por sí mismos y a responsabilizarse de su aprendizaje, su comportamiento y su toma de decisiones.

#### **4.1.2 Aplicar el aprendizaje mediante la práctica en la clase**

##### **Principios del “aprender haciendo”**

El principio de “aprender haciendo” es el aprendizaje a partir de las experiencias que resultan directamente de las propias acciones; no implica el aprendizaje de ver a otros actuar, leer o escuchar sus conferencias o instrucciones. Lo importante es que el alumno realice activamente alguna actividad y esté en contacto sensorial con los resultados del hacer.

El principio de “aprender haciendo” se ha defendido ampliamente y de muchas formas, entre ellas el aprendizaje por ensayo y error o la "prueba sobre la práctica", donde práctica significa un comportamiento dirigido a un objetivo.

Todas las habilidades de aprendizaje se desarrollan —esquí, cocina, escritura, pensamiento crítico o resolución de problemas matemáticos— mediante la práctica: probando algo, viendo lo bien o mal que funciona, reflexionando sobre cómo hacerlo de forma diferente, y volviendo a intentarlo y viendo si funciona mejor esta vez.

### Pasos de la aplicación

El objetivo principal de las clases prácticas es mostrar a los alumnos que son capaces de obtener conocimientos por sí mismos, dándoles confianza y poder para aplicarlos en otro contexto. Los alumnos deben aprender a hacer las cosas en lugar de que se les cuente lo que otros han hecho. Deben saber que sin experiencia no se puede aprender. Así que, si quieres saber algo – PRUÉBALO.

En primer lugar, el educador debe identificar a la población estudiantil: ¿qué tipo de alumnos hay en la clase, y cuánta experiencia tienen con el material y las tareas? Cada lección debe adaptarse a las necesidades de los alumnos específicos.

A continuación, puedes seguir un enfoque de cinco pasos para guiar (de forma general) el aprendizaje de los alumnos.

#### 1. EXPERIENCIA / EXPLORAR / HACER

En el primer paso, los alumnos trabajan en la actividad y la completan. La parte más importante de la exploración del aprendizaje es la experiencia, por lo que los alumnos deben completar sus tareas con poca o ninguna ayuda del profesor,

que se limita a guiarlos. Lo que los alumnos aprenden de la experiencia es la clave, más que la cantidad o la calidad de la experiencia.

## 2. REFLEXIÓN / COMPARTIR Y REFLEXIONAR "¿QUÉ HA PASADO?"

En el segundo paso, los alumnos reflexionan sobre lo que han hecho, interactúan y aprenden unos de otros e intentan ver cómo afectan los distintos enfoques al proceso. Este paso incluye la puesta en común de los resultados, la discusión de los sentimientos sobre la experiencia y la obtención de reacciones y observaciones de los demás.

## 3. PROCESAR / ANALIZAR "¿QUÉ ES IMPORTANTE?"

A continuación, es el momento de profundizar en sus experiencias. Ahora los alumnos deben analizar lo sucedido y pensar en cómo se puede relacionar el proceso con el éxito de una actividad de aprendizaje completada y conectarlo con lecciones anteriores y futuras. Además, la discusión debe hacerse sobre los temas y problemas que reconocen al completar la actividad. Debes discutir los temas y actividades que les surgen al realizar los pasos anteriores de la actividad de aprendizaje.

## 4. GENERALIZAR EL "¿POR QUÉ?"

Cuando los alumnos reflexionan sobre su trabajo y piensan en profundidad sobre él, pueden valorar la importancia de los conocimientos obtenidos. Los estudiantes deben conectarlo con ejemplos del mundo real, dónde y cómo pueden aplicar las lecciones que han aprendido.

## 5. APLICACIÓN: "¿Y AHORA QUÉ?"

Los alumnos deben aplicar los conocimientos recién obtenidos en una aplicación diferente. Deben pensar en qué manera podrían utilizarlos, en un entorno

similar o muy diferente, en un contexto similar o en uno nuevo. Los alumnos también deben pensar en los problemas y cuestiones que pueden surgir al realizar tareas en nuevas condiciones de trabajo. Los educadores deben guiarles en este paso, pero no con instrucciones directas; sólo deben ayudarles con ideas y enfoques abiertos.

El objetivo es proporcionar suficiente experiencia relevante que permita la adquisición de los conocimientos aprendidos y la reflexión posterior sobre las dificultades— si hay alguna excepción, si se necesita más práctica, etc. Un profesor puede sugerir nuevos datos para considerar o una nueva experiencia para probar, y cuando se le pregunta, puede proporcionar respuestas con hechos. Pero probar, considerar y pensar: éste es el papel del alumno.

## Ejemplos de aplicación en clase

### 1. Trabajo de laboratorio, taller o estudio

Proporciona a los estudiantes experiencia práctica en la elección y el uso adecuado del equipo científico, de ingeniería o de oficios común, al tiempo que les da una mejor comprensión de las ventajas y limitaciones de los experimentos de laboratorio. Les permite ver el trabajo de la ciencia, la ingeniería o el comercio "en acción", probar hipótesis y ver lo bien que funcionan los conceptos, las teorías y los procedimientos cuando se prueban en condiciones de laboratorio.

### 2. Exploración de un aprendizaje basado en diferentes aspectos:

- Aprendizaje basado en problemas

Los estudiantes trabajan en grupos, identifican qué, cómo y dónde acceder a la nueva información que puede llevar a la resolución del problema. El papel del

instructor (normalmente llamado tutor) es fundamental para facilitar y guiar el proceso de aprendizaje. Suele seguir un enfoque muy sistematizado para la resolución de problemas. El aprendizaje basado en problemas es mejor para retener el material a largo plazo y desarrollar habilidades "replicables", así como para mejorar la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje.

- Aprendizaje basado en casos

Los alumnos desarrollan habilidades de pensamiento analítico y juicio reflexivo mediante la lectura y el debate de escenarios complejos de la vida real. Utiliza un método de indagación guiada, pero suele requerir que los alumnos tengan conocimientos previos que les permitan participar activamente en el debate, el análisis y la formulación de recomendaciones sobre el caso. También crea un entorno de aprendizaje colaborativo en el que se respetan todos los puntos de vista.

- Aprendizaje basado en proyectos

Suele ser más largo y amplio que el aprendizaje basado en casos, con más autonomía y responsabilidad por parte de los estudiantes: éstos eligen los subtemas y los métodos y organizan su trabajo. Se basa en problemas del mundo real, lo que da a los estudiantes un sentido de compromiso y responsabilidad personal. Requiere una cuidadosa planificación y supervisión por parte del educador para mantener el enfoque del proyecto y cubrir los objetivos de aprendizaje esenciales y las áreas de contenido importantes.

- Aprendizaje basado en la investigación

Es similar al aprendizaje basado en proyectos, pero el papel del profesor es menos activo. El alumno explora un tema y elige un tema de investigación,

desarrolla un plan y llega a conclusiones, aunque un instructor suele estar disponible para proporcionar ayuda y orientación cuando sea necesario.

### 3. Aprendizaje experimental en entornos de aprendizaje en línea

Hay contextos en los que el aprendizaje en línea puede utilizarse de forma muy eficaz para apoyar o desarrollar el aprendizaje experimental, en todas sus variantes: parcial o totalmente en línea, utilizando recursos multimedia en línea para crear informes, presentaciones, investigaciones sobre el tema y herramientas asíncronas, portafolios electrónicos y multimedia para la elaboración de informes.

## Ventajas y desventajas de la aplicación

### Ventajas

Una de las grandes ventajas del aprendizaje experimental es que resulta muy atractivo para los alumnos, que se sienten motivados y positivos con este tipo de aprendizaje. Fomenta su capacidad natural de aprender a través de la exploración.

El aprendizaje experimental conduce a una comprensión más profunda, a una mejor memoria a largo plazo, y desarrolla habilidades que son cruciales para la era digital, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la mejora de las habilidades de comunicación, la gestión del conocimiento y otras actitudes y comportamientos sociales, como la responsabilidad social, la tolerancia, el respeto, el servicio a la comunidad, la perseverancia, etc. Los alumnos son conscientes de que los conocimientos pueden traspasar los dominios y las fronteras de las asignaturas y pueden manejarse y aplicarse en diversas situaciones.

Con la práctica, los alumnos se vuelven más hábiles con los materiales y equipos necesarios, lo que les da confianza en sí mismos. Los alumnos también tendrán cierta libertad en las clases, por lo que trabajarán de forma más comprometida y se arriesgarán más libremente.

También las nuevas tecnologías ofrecen muchos enfoques diferentes para el aprendizaje experimental: uso de la realidad virtual y aumentada, impresión 3D, uso de aplicaciones educativas en smartphones y tabletas y muchas más. Algunas de ellas requieren un equipamiento especial (como las impresoras 3D o los sets de realidad virtual), pero algunas cosas también pueden hacerse con un coste mínimo (uso de tabletas o smartphones, ítems que muchos estudiantes ya tienen).

### Desventajas

Mucha gente es muy escéptica sobre la eficacia de este enfoque. El educador tiene que saber qué y cómo debe guiar a los alumnos para que saquen el máximo provecho de la actividad de aprendizaje; sin ningún tipo de orientación y apoyo, las tareas son ineficaces. Aunque el aprendizaje práctico puede tener múltiples beneficios para los alumnos, existe un problema con la evaluación de los conocimientos aprendidos. Gran parte de lo que se aprende puede no ser evaluable en los exámenes estandarizados, que se basan en la comprensión y la memorización de hechos. En los exámenes, los profesores deberían incluir también mediciones de las habilidades desarrolladas con el aprendizaje práctico.

Los enfoques de aprendizaje experimental, si tienden a realizarse bien, requieren una considerable reestructuración de la enseñanza y una gran planificación detallada si se quiere cubrir el plan de estudios en su totalidad.

Requiere tiempo para planificar y realizar la actividad y también algunos costes adicionales si se necesita algún material especial, equipo o transporte.

En definitiva, el uso del aprendizaje práctico para desarrollar los conocimientos y habilidades necesarios hoy en día es muy efectivo, si se realiza de forma adecuada y eficaz. Toda la cultura debería replantearse la definición del aprendizaje y ser consciente de ver el aprendizaje de una manera más práctica, con un enfoque mayor en las funciones clave de la experiencia y la reflexión ofrecidas a los estudiantes.

## 2. Seguridad: Directrices generales para aplicar el método de “aprender haciendo” seguramente en clase

### **Espacio seguro en el aula experiencial**

El aprendizaje práctico puede ser mucho más eficaz si se lleva a cabo en un lugar "seguro" para los niños. El papel del profesor es gestionar el espacio, por lo que a continuación se ofrecen algunas directrices sobre cómo podría ser un espacio seguro:

El espacio, que consiste en aspectos físicos apropiados, debe incluir también la confianza, el respeto, la suspensión del juicio y la censura, la voluntad de compartir y una escucha de alta calidad que dé a los niños el espacio y la capacidad de compartir libremente sus opiniones, ideas y conocimientos, entre compañeros y también con los profesores. Se propone que un espacio seguro puede desarrollarse y mantenerse creando un entorno sólido desde el principio, estableciendo reglas básicas, proporcionando lecciones de escucha y testimonio, enseñando con el ejemplo y desarrollando una actitud reflexiva. En el mejor de

los casos, el aula experiencial es un espacio que puede permitir situaciones intensas de frustración, ira y conflicto, así como un espacio de juego que permite que surja el descubrimiento, a la vez que se lo contenga. Es un espacio en el que tanto el estudiante como el instructor pueden no sentirse perfectos, pero al menos lo "suficientemente buenos". La creación de este espacio seguro —y la garantía de que se adapte a la evolución de la situación de aprendizaje— no es un estado final o un destino, sino un proceso continuo. No siempre es cómodo estar en un espacio seguro, aunque el malestar —incluso si es intenso— se permite y se contiene, y no se permite que ninguna situación degenera hasta el punto de convertirse en destructiva.

### Directrices para crear un entorno de aprendizaje seguro

Un entorno seguro redonda en la motivación del alumno y en su éxito en el aprendizaje. El profesor debe crear un entorno sólido desde el principio, mediante una dirección firme y transparente del proceso de la clase. Deben establecerse reglas básicas para crear una atmósfera positiva que fomente el debate y la inclusión en clase y que cree las condiciones que propicien una alianza de aprendizaje.

**1. Aspectos físicos:** La temperatura de la sala, la iluminación y el mobiliario también pueden contribuir al bienestar y a sentirse cómodo en el aula. Averigua qué diseño funciona mejor para tu aula.

**2. El tiempo y la hora:** Para lograr un entorno seguro y sin juicios de valor, es importante tomarse el tiempo necesario para digerir y reflexionar sobre la experiencia de la clase. No hay que tener prisa, porque la reflexión debe ser al menos tan importante como la propia actividad. El tiempo también es crucial a la hora de abordar temas delicados.

**3. Suspensión del juicio, sin censura:** Las mentes abiertas y la libre expresión de las ideas e interpretaciones individuales son los conceptos clave del aprendizaje experimental. Todas las opiniones y juicios son bienvenidos y pueden expresarse con seguridad, siempre que se mantenga el respeto por los demás.

**4. Confianza y respeto mutuo:** Un aprendizaje experimental seguro requiere un alto nivel de confianza en el aula, tanto entre el instructor y los alumnos como entre los propios alumnos.

**5. Cualidades de la escucha:** Establecer líneas de comunicación abiertas debe suponer un reto tanto para el alumno como para el instructor. Debe incluir una escucha profunda y también una comprensión intuitiva de lo que no se habla directamente.

**6. Reflexividad:** Siempre hay que centrarse en los estudiantes como personas, no verlos como una parte del conjunto de habilidades que deben adquirir.

La educación es un ecosistema que se diseña teniendo en cuenta un entorno, los alumnos, los recursos, los profesores o facilitadores y las herramientas. Además, cuando hablamos de actividades STEAM, tenemos que pensar en incluir recursos de código abierto, electrónicos y tecnologías asequibles; crowdsourcing y cultura participativa, un enfoque especialmente importante en la educación STEAM; acceso a la información; y metodologías DiWO para la inclusión.

El entorno en el que se desarrolla la actividad puede ayudar al 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 aúna 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, o "Do it Together"), 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 suele resultar 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:** Todas las actividades realizadas con alumnos deben contar con facilitadores que animen a que las actividades se desarrollen y alcancen 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 recibirlos. El espacio es importante porque ayuda a que la actividad se desarrolle. Tenemos que diseñar el espacio junto 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 y Recursos:** La elección de los materiales para desarrollar la actividad también es clave. Trabajar con materiales reciclados o 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:** Se necesita un plan de comunicación antes, durante y después de la actividad. También se necesita material de difusión, imágenes y vídeos. Es importante disponer de una autorización firmada para el uso de las imágenes por parte de los participantes.

- **Documentación:** Hay que identificar quién tomará el registro de la actividad, por ejemplo, en vídeos, textos y fotos, y en qué formatos.

Para obtener información más detallada, consulte la Metodología para las actividades educativas de Makers [aquí](#). (un resultado del proyecto europeo Makers for Inclusion, cofinanciado por el programa Erasmus+).

## Capítulo 5: Haciendo historia

### 1. Introducción: ¿Por qué vincular STEAM con la historia?

La pedagogía transversal es un enfoque que se ha explorado cada vez más en la historia reciente. Aunque su utilidad ya está demostrada, la idea de cruzar STEAM e la historia específicamente es un concepto que no ha sido explorado ampliamente hasta ahora. En efecto, mientras que STEAM se asocia naturalmente a la modernidad y a los descubrimientos recientes, la historia suele asociarse al pasado, a los acontecimientos acabados y a la memorización. La combinación de ambos puede parecer descabellada a primera vista, pero en realidad son más relevantes de lo que uno cree.

En este proyecto, utilizamos la Historia para contextualizar y anclar los conceptos STEAM en la realidad concreta. Al mismo tiempo, utilizamos la ciencia para demostrar que nuestro presente está ligado a la historia (y depende de ella) más de lo que pensamos, y que los conceptos científicos básicos actuales tienen sus raíces en la historia. Al utilizar técnicas históricas y recrear manipulaciones históricas para ilustrar y explicar conceptos actuales de STEAM, contextualizamos los conceptos abstractos de STEAM, los hacemos más concretos y los anclamos en hechos históricos reales. El aspecto histórico hace que esos conceptos sean más sólidos y relacionables, al tiempo que acerca el pasado a los alumnos. De este modo, los alumnos pueden relacionarse mejor con el pasado y sentirse más vinculados con e implicados en la historia.

## Del plan de estudios STEAM a la Historia, un método.

Hay diferentes maneras de vincular STEAM con la Historia. Una de las vías más sencillas es tomar un concepto STEAM actual y remontarse a sus raíces históricas. Por lo general, el contexto en el que se descubrió o inventó ese concepto ya puede utilizarse como base histórica con la que podemos explicar el concepto. A veces, una de las aplicaciones posteriores del concepto es más relevante para recrear la manipulación.

### 5.1.1. Ciencia e historia

#### ¿Qué es la historia?

En general, la historia puede entenderse de dos maneras: La historia como historia pasada o vivida, y como historia transmitida o contada. La historia, entendida como historia pasada o vivida, ha desaparecido. Al mismo tiempo, el pasado se manifiesta en nuestras vidas, en la sociedad y en la conciencia. La historia pasada o vivida ha dejado huellas en forma de monumentos, edificios, artefactos, infraestructuras, imágenes, textos, películas, espacios urbanos, paisajes culturales, etc. El pasado está en la propia experiencia y en la de los demás. El pasado sólo se convierte en historia cuando se refleja y se presenta como una narración.

Como seres humanos, desde que tenemos lenguaje, siempre hemos construido narraciones y nociones del pasado, situaciones y contextos que han sucedido. De hecho, el hombre es la única especie capaz de reunir experiencias durante un largo periodo de tiempo —incluso generaciones— y de reflexionar sobre ellas, continuándolas y aplicándolas tanto a nivel individual como colectivo y social, por ejemplo, a nivel nacional.

Estos relatos históricos se relacionan con algún pasado, conectando así el pasado con el presente. Las historias pueden ayudar a formar y dar forma a la memoria colectiva, crear significado, identidad y experiencia de sentimiento de comunidad y pertenencia para el individuo, como en este ejemplo:

La comunidad podría ser un asentamiento de la Edad de Piedra, donde la tribu pasaba las largas tardes de invierno sentada en torno a la crepitante hoguera y contaba historias sobre la caza reciente de un urogallo que no sólo le proporcionaba alimento para la próxima temporada larga, sino también pieles y materiales para fabricar utensilios. El grupo de cazadores que participó en la cacería habla con entusiasmo de la caza, mientras los niños escuchan atentamente, pues la historia es emocionante, especialmente para aquellos que pronto serán lo suficientemente grandes como para participar en la cacería. Tal vez un viejo cazador interfiera en la historia y cuente que el asentamiento pasó hambre durante mucho tiempo antes de que les llegó el deseo de cazar. La historia del viejo cazador es bien conocida en el asentamiento, pero es un hábil narrador y cambia la historia un poco cada vez, ¡pero no importa! La historia refuerza el sentido de comunidad en el asentamiento.

La historia contada puede tener muchas formas y expresiones, desde el cazador que cuenta la caza del urogallo hasta los relatos de los historiadores con base científica sobre el pasado. A veces se pueden colocar recursos didácticos para la asignatura escolar y largometrajes históricos. Por último, hay la necesidad de la investigación, que descifra e interpreta las huellas y fuentes del pasado.

### **La historia como asignatura**

Los cimientos de la profesión de la historia se sentaron hace casi 2.500 años en Grecia. "Historia" significaba algo así como recoger, examinar y procesar observaciones. Un "histor" era una persona que se ocupaba de ello. Los griegos

Heródoto (c. 485-425 a.C.), con obras sobre las guerras persas, y Tucídides (c. 456-396 a.C.) son los padres de la profesión. Ambos tenían el deseo de contar la verdad y estudiar la historia desde el punto de vista del mundo. Otros autores importantes de la historia son el filósofo romano Cicerón (106-43 a.C.), cuya famosa cita: "Historia magistra vitae" (la historia es la maestra de la vida) es ampliamente conocida.

El "Bello Gallico" de Gayo Julio César, del 58-51 a.C., sobre la Galia, la actual Francia, la zona y su sometimiento, no sólo es un conocido intento de escribir la historia, sino también una maniobra de relaciones públicas para César. La "Germania" de Publio Cornelio Tácito, del año 98 d.C., es una descripción etnográfica-topográfica del norte de Europa y de los pueblos fuera del Imperio Romano. Es la única de este tipo de la Antigüedad que desde entonces ha sido malinterpretada, interpretada y abusada, especialmente en el periodo 1920-1945.

Hasta principios del siglo XIX, se creía que la historia pasada/vivida se consideraba un absoluto debido a estos historiadores que buscaban una única verdad.

En el siglo XIX, los métodos de obtención de conocimientos de las ciencias naturales fueron imitados por las ciencias humanas. Para legitimarse como una verdadera materia científica, ésta debía disponer de un campo de métodos científicos específicos.

El estudio del pasado se dividía entre dos campos de investigación: la arqueología y la historia. El campo del arqueólogo era principalmente el tiempo anterior a la aparición de las fuentes escritas, mientras que el historiador se ocupaba principalmente de los periodos en los que había fuentes escritas. Sin embargo, esta separación no dura del todo en nuestra época.

## La entrada de la arqueología en la historia

Los objetivos y sujetos de la arqueología y la historia son idénticos: ambos buscan el conocimiento del pasado. Paradójicamente, los sujetos están ausentes y alejados el uno del otro. Los antecedentes históricos de la fragmentación de las dos materias se encuentran en el periodo comprendido entre 1830 y 1890, cuando los objetos se percibían como fuentes independientes. Antes de eso, nadie consideraba que el estudio de las antigüedades fuera fundamentalmente diferente de estudiar las antigüedades, ni tenía el concepto de la enorme distancia temporal que podía haber entre los dos. La arqueología prehistórica como una disciplina científica ha evolucionado con la aparición de los hallazgos arqueológicos y con la aplicación, cada vez mayor, que se basa en la interpretación y la determinación de la edad de los hallazgos.

El danés C.J. Thomsen es descrito como el fundador de la arqueología prehistórica, ya que en 1836-1837 utilizó el sistema de los tres periodos para dividir la prehistoria en edad de piedra, bronce y hierro. Hasta mediados del siglo XIX, los avances en las ciencias naturales no sirvieron de base para evaluar la duración de la prehistoria y la edad de la humanidad. En 1859, el mismo año en el que se publicaron los "Orígenes de las especies" de Charles Darwin, se reconoció la autenticidad de las herramientas encontradas con restos de animales ya extinguidos. Los primeros hallazgos de personas antiguas en la misma época abrieron el camino para la exploración de la historia más temprana del hombre.

### Ejemplos de métodos utilizados por los historiadores:

La crítica de las fuentes es un método central utilizado por los historiadores. Se trata de aclarar qué y cómo podemos utilizar una fuente en nuestro estudio histórico. Para aclararlo, tenemos que hacer algunas preguntas sobre el texto

para llegar a una presentación creíble y profesional de la fuente. Básicamente, el historiador quiere aclarar: ¿qué sabemos del pasado? ¿Cómo lo sabemos? ¿Podemos confiar en los conocimientos que tenemos? Como ayuda, puede establecer la norma:

#### Asunto:

1. ¿Qué queremos saber?
2. ¿En qué contexto esperamos que la(s) fuente(s) ayude(n) a aclarar la cuestión?

#### Análisis de la fuente:

¿Qué tipo de fuente es (texto, imagen, sonido, etc.)?

1. ¿La fuente es un documento o un informe?
2. ¿La fuente es real o inauténtica? Es decir, es la fuente que se presenta como tal.
3. El autor: ¿Quién ha producido la fuente? ¿Por qué la ha producido (intención, propósito)? ¿Qué papel ha desempeñado el autor en relación con los hechos que relata (participante activo, imparcial)? ¿Qué expectativas tiene y qué sabe? ¿A quién se dirige (quién es el destinatario)?
4. Autoría y situación de la fuente: ¿Es una fuente de primera o segunda mano?
5. ¿Cuál es la representatividad de la zona y del contexto histórico?
6. Determinación del texto: ¿Cómo se entrega la fuente (original o transcripción)?
7. Tendencia: ¿Cómo se manifiestan las actitudes y valores del autor en la fuente?

## Un ejemplo del trabajo de un historiador/archivero:

Se ha presentado una foto al archivero que quiere saber de cuándo es la foto. La foto no contiene ninguna información. Además, quiere saber quién aparece en la foto.



U408	Propri: Carl Christensen, Lendrup pc. Legstar
U409	Fuldm. A. Hansen, Legstar
U411	Propri: Hans Broil, Dybvadgaard pc. Aars
U412	Bagerm. Bro Jensen, Vindblæs St.
U416	Dyrl. J. A. Larsen, Aars
U417	Fabrc. N. Jensen, Aars
U418	Repr. Soren Hansen, Legstar
U420	Mekan. L. Andersen, Legstar
U421	Isenk. C. C. Christensen, Aars
U423	Postkontrahent Henrik Larsen, Legstar
U425	Propri: T. Haldrup, Haldrupgnl. pc. Legstar
U426	Byraadssk. Th. Skipper, Legstar

1 af 5

18-10-2012 09:14

Este enigma requiere un poco de trabajo de detective. Es la matrícula del coche la que contiene la solución: dice que es el dueño de la ferretería C.C. Christensen, que está apoyado en el coche con la familia. El año puede ser más difícil. El historiador intentará averiguar de qué modelo de coche se trata y cuándo llegó al país.

## Ejemplos de métodos científicos utilizados en arqueología

La arqueología se ocupa de interpretar y explicar las fuentes existentes almacenadas como objetos en los museos y de producir nuevas fuentes mediante la recogida y la excavación; por lo tanto, el tema está en constante desarrollo. A menudo es difícil que los niños comprendan que nuestra comprensión del pasado está en constante evolución y que los resultados de las investigaciones que se obtienen muestran lo que sabemos en este momento.

La arqueología se asocia a menudo con la Edad de Piedra, la antigua Grecia, Roma, etc., pero también existe la arqueología industrial, una rama de la historia cultural reciente que explora las instalaciones de producción de la primera cultura industrial con métodos arqueológicos.

La determinación de la edad es fundamental en todo trabajo arqueológico. Aquí se distingue entre datación absoluta y relativa, lo que se consigue en parte mediante la observación de la estratigrafía (véase la ilustración más abajo) durante la excavación, y en parte mediante el examen de los hallazgos finales con varios objetos, por ejemplo, en tumbas y depósitos.

En lo que respecta a la determinación de la edad, es importante señalar que los arqueólogos utilizan diferentes métodos de datación. La arqueología se basa, como materia, en los métodos y resultados de otras ciencias: en las normas y dataciones geológicas y de otras disciplinas científicas. La zoología y la botánica, a través del estudio de los restos de animales salvajes y domesticados, así como de las semillas y las plantas, iluminan la adaptación del hombre al entorno natural.

Aquí abajo, la estratigrafía muestra la ubicación de las diferentes capas de la cultura, por ejemplo, el tiempo más antiguo es el más profundo y el más joven está en la parte superior.



Demostrando el principio de la estratigrafía: Cada período tiene su "capa" de hallazgos. La parte más antigua, en este dinosaurio, es la más profunda.

Fuente: <https://natmus.dk/museer-og-slotte/nationalmuseet/undervisning-paa-nationalmuseet/undervisningsmaterialer/grundskolen/danmarks-oldtid/undervisningsrollespil/vikingetiden/arkaeologi/>

### Otros ejemplos de métodos de datación relativa en la tipología:

- Análisis tecnológico: el hacha de disco es típica de la cultura Ertebølle, donde utilizaron el hacha de nariz fina y cuatro caras
- Análisis de la pista de desgaste: cómo y para qué se ha utilizado un objeto
- análisis de la materia prima
- análisis de difusión

### Ejemplos de determinación de la edad absoluta utilizados por los arqueólogos:

- Análisis del polen
- Dendrocronología/ datación de anillos de años
- Tefracronología - Análisis de la capa de ceniza
- Radiocarbono 13 - Destaca las dietas en animales y humanos
- Radiocarbono 14 - Ilumina la edad del objeto y tiene una vida media de 5.730 años
- Análisis de fosfatos - Muestra las zonas urbanizadas
- Análisis de ADN: por ejemplo, color de piel, enfermedades, sexo, etc.
- Análisis isotópico del estroncio: Mostrando dónde residen las personas geográficamente

### 5.1.2. Tecnología e historia

La tecnología dirige nuestras vidas hoy en día. Teléfonos inteligentes, tabletas y ordenadores: parece que no podemos funcionar sin ellos. En muy poco tiempo, la tecnología se ha disparado y ahora, muchas personas no pueden imaginar una vida sin ella.

Para entender cómo salimos de la Edad Media (que en realidad no fue hace tanto tiempo) hasta llegar a donde estamos hoy, es importante comprender cómo evoluciona la tecnología y por qué es importante.

Todas las tecnologías nacen de un propósito. Por ejemplo, la grúa se creó para elevar cantidades de "productos" a lugares altos o para construir en espacios donde antes no era posible. Con cada nueva actualización, la tecnología compone las tecnologías existentes para crear algo mejor que lo que se utilizaba antes.

Estamos acostumbrados a relacionar la tecnología con las máquinas modernas. Pero la tecnología es un concepto amplio y significa mucho más que máquinas. Según la definición de Wikipedia, la tecnología ("ciencia del oficio", del griego τέχνη, *techne*, "arte, habilidad, astucia de la mano"; y -λογία, *-logia*) es la suma de muchas técnicas, habilidades, métodos y procesos utilizados en la producción de bienes o servicios o en la realización de objetivos, como la investigación científica. La tecnología puede ser el conocimiento de técnicas, procesos y similares, o puede estar incorporada en las máquinas para permitir su funcionamiento sin un conocimiento detallado de su funcionamiento.

La tecnología puede referirse a métodos que van desde lo aparentemente simple (como las herramientas de piedra) hasta la compleja ingeniería genética y la tecnología de la información que ha surgido desde la década de 1980. Al hablar de tecnología, consideramos entonces aquellas técnicas, habilidades, métodos y procesos que pueden estar relacionados con la agricultura, la construcción, la comunicación, la información, la fabricación, la medicina, la potencia y la energía, la producción y el transporte. Y, por supuesto, estas tecnologías han ido apareciendo en diferentes periodos de la historia, evolucionando de uno a otro, o incluso manteniéndose igual durante largos periodos de tiempo.

Podemos encontrar ejemplos de las primeras tecnologías de la Edad de Piedra, como las primeras piedras con forma. También consideramos la comunicación inalámbrica como tecnología. ¿Cómo podemos considerar tecnologías cosas tan diferentes? La tecnología no es una palabra neutra. Diferentes personas le darán distintos significados según su punto de vista y su contexto. La tecnología se ocupa de entender cómo se aplican los conocimientos de forma creativa a tareas organizadas en las que intervienen personas y máquinas que cumplen objetivos sostenibles.

Esta definición tiene tres aspectos importantes:

- 1. La tecnología consiste en actuar para satisfacer una necesidad humana,** en lugar de limitarse a comprender el funcionamiento del mundo natural, que es el objetivo de la ciencia. La invención del microscopio fue impulsada por la necesidad de explorar el mundo de lo pequeño. Esta solución tecnológica a un problema de larga duración nos ha permitido comprender mejor el funcionamiento del mundo, lo que a su vez ha conducido al desarrollo de más tecnologías.
- 2. Utiliza mucho más que el conocimiento científico** e incluye valores tanto como hechos, conocimientos prácticos artesanales tanto como conocimientos teóricos. La rueda es un ejemplo en el que la física de hacer un simple círculo mueve el mundo.
- 3. Implica formas organizadas de hacer las cosas.** Abarca las interacciones previstas y no previstas entre los productos (máquinas, dispositivos, artefactos) y las personas y sistemas que los fabrican, los utilizan o se ven afectados por ellos a través de diversos procesos.

Actualmente, la tecnología es un sector práctico o “hands-on”, en el que las personas tienen que ser hábiles en muchos de los siguientes aspectos: ingeniería, comunicación, diseño, desarrollo, innovación, gestión, fabricación, modelización y pensamiento sistémico. Pero la tecnología también nos proporciona diversos productos que pueden utilizarse para bien o para mal, o cuyos beneficios son discutibles. Del mismo modo, los procesos de producción y uso de la tecnología hacen que todos debamos interesarnos por si nos proporciona a nosotros y a los demás un futuro sostenible.

Al hablar de tecnología e historia, puede ser necesario clasificar las tecnologías en áreas más amplias para verlas con perspectiva. Esto nos ayuda— cuando tenemos que enseñar estas tecnologías a nuestros alumnos— a relacionarlas con las actividades a desarrollar.

Quizás el concepto de tecnología no sea muy explícito. Cuando mencionamos la palabra tecnología, no sólo nos referimos a los artefactos creados por el ser humano, como una grúa o un arado, sino que también nos referimos a la creación de la escritura, el papel y, finalmente, la imprenta, en una cadena secuencial que se retroalimenta.

Por eso podemos hablar de “innovaciones” como tecnologías. Una simple categorización tendría este orden:

- **Innovaciones que amplían el intelecto humano y sus posibilidades creativas, expresivas e incluso morales.** Este grupo incluye la imprenta y el papel, y ahora, por supuesto, Internet, el ordenador personal y la tecnología subyacente para la era moderna de los datos, la electrónica de semiconductores, además de la fotografía.

- **Innovaciones que forman parte de la infraestructura física y operativa del mundo moderno.** Este grupo incluye el cemento como una innovación temprana crucial, "en la base de la civilización tal y como la conocemos— la mayor parte de la cual se derrumbaría sin él". Otros ejemplos pueden ser los sistemas eléctricos, la fontanería interior y los sistemas de filtración para crear agua potable, así como acueductos, electricidad y sistemas de saneamiento.
- **Innovaciones que permitieron la Revolución Industrial y sus sucesivas oleadas de expansión de la producción material.** Entre ellas se encuentran la máquina de vapor, la siderurgia industrial y el refinado y la extracción de petróleo.
- **Innovaciones que prolongan la vida.** Este amplio grupo incluye las sucesivas revoluciones agrícolas: la fijación del nitrógeno, en particular el proceso Haber-Bosch, de hace un siglo, que la hizo moderna. También, la revolución verde; el arado de vertedera; el tornillo de Arquímedes, que extraía agua de arroyos y canales para regar los campos; y el uso generalizado del arado, que sigue siendo (con mejoras tecnológicas) una tecnología utilizada hoy en día. En este grupo se incluyen también los avances en los conocimientos y tratamientos médicos, como por ejemplo la vacunación y las lentes ópticas.
- **Innovaciones que permitieron la comunicación en tiempo real más allá del alcance de una sola voz humana.** Es obvio que el Internet aporta una nueva escala y velocidad a la comunicación, pero el verdadero salto más allá de las limitaciones anteriores se produjo a mediados del siglo XIX, con el desarrollo del telégrafo, seguido del teléfono y luego de la radio y la televisión.
- **Innovaciones en el movimiento físico de personas y mercancías.** A lo largo de los últimos 150 años, el motor de combustión interna hizo

posible los efectos sociales, económicos, políticos y medioambientales que trajo la era del automóvil. Hasta los primeros vuelos tentativos en globo a finales del siglo XVIII, el ser humano nunca había visto la disposición de su entorno desde una altura superior a la de la copa de un árbol o una montaña. En la era de los vuelos a motor del siglo XX, pudieron ver por sí mismos los contornos naturales y las características artificiales que habían aproximado en los mapas. La máquina de vapor permitió el crecimiento del ferrocarril, que, al igual que la bicicleta o el velero (con sus tecnologías relacionadas, como el astrolabio, el cuadrante y, posteriormente, el sextante y la brújula), son tecnologías que han revolucionado la forma en que las personas y las mercancías se desplazan por el mundo.

Al estudiar la historia, nos informamos sobre las civilizaciones, los líderes y la tecnología del pasado. Sin embargo, las civilizaciones no duran para siempre, y los líderes son conquistados, mueren o son asesinados. La tecnología es el único aspecto de la historia que se construye y sigue creciendo. La razón es la relación entre los hacedores y los pensadores del mundo. Sus interacciones dan como resultado la identificación de un problema, la comunicación de una solución al problema y la creación de una nueva tecnología. Y teniendo en cuenta todo lo que se ha explicado anteriormente, concluimos que introducir a nuestros jóvenes en STEAM es ponerlos en la pista de aterrizaje para adaptarse mejor o crear y realizar los cambios que vendrán en el futuro.

Ciertamente, hay una evolución de los conceptos adaptados a la tecnología moderna, hay tecnologías que hemos perdido y que ahora visualizamos como innovadoras, hay otras que han permanecido en el tiempo y han mejorado su tecnología estructural, pero siguen haciendo el mismo trabajo.

No debemos olvidar que la tecnología no se puede separar de la cultura y, por tanto, las artes y las humanidades tienen un impacto directo en su creación, ideación y uso. A la hora de enseñar estas tecnologías en nuestros espacios educativos, seguramente no podremos utilizar elementos originales, pero sí podemos generar prototipos con cartón, impresoras 3D u otros elementos artesanales para ver su funcionamiento.

La tecnología actual permite preservar el patrimonio cultural: digitalización con escáner, grandes bases de datos vinculadas a mapas o extensas bibliotecas, preservación del conocimiento de elementos en soportes naturales o efímeros.

Un ejemplo del uso de la tecnología para preservar el patrimonio cultural es la recuperación de grabaciones de antiguas "pianolas" conservadas hasta ahora en rollos de papel.

Una pianola es un instrumento musical que incorpora el mecanismo de un piano al que se añaden una serie de elementos



mecánicos y neumáticos que permiten la reproducción automática de música perforada, grabada en un rollo de papel (Piano Roll).

Las primeras pianolas eran sistemas externos (tipo armario pequeño) que se colocaban delante de un piano comercial (pianista) mientras que las posteriores ya eran incorporado en la caja de resonancia del piano y el rollo a la altura de los ojos del pianista (Player piano).

Una pianola, de hecho, permite tanto la ejecución manual de un pianista (grabación de la música, rollo de papel perforado grabado) como su ejecución (semi) automática por parte de melómanos o pianistas principiantes mediante transcripciones de papel perforado que suenan metronómicamente y que incluyen líneas dibujadas en el papel que indican al pianolista (intérprete de la pianola) el tempo y la dinámica de la pieza, con dos sistemas diferentes, los llamados temodista y metrostyle, que permitían diversas interpretaciones. En la actualidad, la tecnología ha permitido digitalizar estos rollos. De este modo, se mantiene una imagen digital que contiene todos los elementos gráficos del rollo y se genera un archivo MIDI sin procesar la información de *tempo* y *dinámica*, con el fin de preservar la variabilidad de la interpretación, que es la principal característica de los rollos. El archivo resultante puede editarse con diferentes programas para dar la interpretación deseada en cualquier momento. De este modo, se pueden mantener los rollos antiguos y conservar el patrimonio, sin reducir la interpretación a una determinada manera.

### 5.1.3. Ingeniería e historia

Vivimos en una época en la que es fácil pensar que nuestra generación lo ha inventado y descubierto casi todo, pero esta no es la realidad. El progreso no puede considerarse una acumulación inesperada y repentina de cerebros individuales: un genio así, inventor de todo, no ha existido nunca en la historia de la humanidad. Lo que ha existido es un flujo continuo e ilimitado de experimentos de hombres y mujeres que se inspiraron en los raros éxitos que han conducido a nuestra cómoda realidad moderna.

El estudio de la Historia de la Ingeniería es valioso por muchas razones, entre ellas porque puede ayudarnos a comprender el genio de los científicos, ingenieros y artesanos que existieron siglos y milenios antes que nosotros, que

resolvieron problemas utilizando los dispositivos de su época, fabricando máquinas y equipos cuya concepción es tan moderna que nos obliga a replantear nuestra imagen del pasado.

La cultura, en cualquier ámbito, consiste en la comprensión y no simplemente en el saber. Por eso es esencial aprender cómo se ha entendido un determinado fenómeno y cómo ha evolucionado la aplicación de ese conocimiento a lo largo de los siglos. Por la misma razón, es importante que las personas de nuestra generación transmitan el interés y el gusto por los logros de los antiguos ingenieros descubriendo sus artefactos. Los jóvenes meta-ingenieros deben estar familiarizados con los conocimientos del pasado si quieren entender el presente y percibir el futuro.

Algunos de los inventos pertenecen al ámbito militar, ya que (por desgracia) muchos inventos e innovaciones tecnológicas se concibieron a partir de aplicaciones militares. Muchas de las grandes obras de ingeniería del pasado se centran en el apogeo de Roma. En primer lugar, la mayoría de los inventos y la tecnología del Imperio Romano no fueron inventados por inventores latinos; de hecho, uno de los méritos de los romanos fue reconocer, apreciar y utilizar las capacidades intelectuales de otros pueblos. Sin embargo, ciertamente muchos inventos precursores de los actuales se desarrollaron en esa época.

La mayoría de estos inventos son muy antiguos, algunos son precursores de los conocimientos e inventos de nuestra época. Además, muchos de ellos revelan una sorprendente modernidad en su concepción, en su diseño científico y técnico, e incluso en su forma y función. El Imperio Romano fue una de las potencias más extendidas de la historia de la humanidad. Por otro lado, la mayoría de la gente cree que la tecnología y la ciencia fueron más bien primitivos durante esa época,

y que su estudio se descuidó en gran medida. La Historia de la Ingeniería, sin embargo, nos dice lo contrario: los conocimientos mecánicos estaban bastante avanzados, y ha sido posible descubrir la función y el significado de muchos hallazgos arqueológicos y analizar su funcionamiento a partir de simulaciones y recreaciones. En particular, los esfuerzos conjuntos de arqueólogos e ingenieros han demostrado que muchos dispositivos de uso común en la actualidad fueron inventados y construidos hace unos 20 siglos o más.

Al igual que en el punto anterior, en el que hablábamos de la tecnología en general, debemos compartimentar las innovaciones de la ingeniería del pasado por campos de actuación.

- **Medición del entorno**

La medición de nuestro entorno, la distancia (junto con la medición de la masa y la fuerza) representan el primer paso en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

- **Medir la masa**

Las antiguas balanzas se construían de dos formas: una tenía dos brazos de igual longitud, la otra tenía brazos de longitudes diferentes. La primera se indicará simplemente como "balanza" mientras que la segunda se indicará como "balanza de péndulo". Esta última se conoce también como balanza romana, ya que fue inventada por los romanos hacia el siglo IV a.C. y se denominaba "statera".

- **Medición de la distancia**

Es difícil determinar cuándo se inventó la groma, un instrumento de topografía: puede que se originara en Mesopotamia, de donde podría haber sido tomada por los griegos hacia el siglo IV a.C., y

rebautizada como *gnomona* o estrellita. Los etruscos lo llevaron a Roma, llamándolo *cranema* o *ferramentum*. Consistía en una cruz de hierro o bronce de cuyos brazos descendían cuatro líneas de plomada. Mirando a través de los pares opuestos, el topógrafo podía identificar dos direcciones perpendiculares, lo que le permitía subdividir el terreno en alineaciones ortogonales. Aunque este instrumento se remonta a tiempos muy antiguos, su uso era habitual incluso siglos después. Prueba de ello son los restos de una groma descubierta en Pompeya y su ilustración en varias estelas funerarias. Por lo que se sabe, la varilla de aproximadamente 2m de longitud sostenía la cruz muy por encima del nivel de los ojos del usuario, que podía así mirar libremente a través de las líneas de plomada. La verdadera limitación del instrumento se revelaba cuando había incluso un viento débil, ya que éste hacía oscilar las líneas e impedía una correcta línea de visión. O otros como, la Cruz de Agrimensor, el Chorobate, el dioptrio de Heron o el odómetro naval.

- **Medir el tiempo**

El reloj de sol fue el primer dispositivo utilizado para medir (o visualizar) las horas del día. Los relojes de agua, o clepsidras, eran bastante comunes hace 2.000 años, pero generalmente eran muy simples y poco precisos. Durante la Edad Media, el arte de la fabricación de relojes fue continuado por los inventores musulmanes.

- **Dispositivos de computación antiguos**

Lo que hoy llamamos "máquinas de computación" se inventó y desarrolló después del siglo XVI, pero los dispositivos más antiguos son, sin duda, legítimos precursores en el arte de la computación. El ábaco es el

dispositivo de computación más antiguo y se encuentra en casi cualquier población de todas las partes del planeta. Entre otros, el mesolabio de Eratóstenes o el mecanismo de Anticitera.

- Utilizar la energía natural

- Viento

Por motores eólicos entendemos todos los dispositivos que crean energía utilizando la energía cinética liberada por el movimiento de una masa aeriforme.

En un principio, la turbina se definió simplemente como una rueda de paletas o, respecto a su uso principal, un molino. Otros, como las alas en el mar: las velas, desde las alas Lateen hasta los juncos chinos.

- Hidráulica

El agua, que requiere una energía moderada para ser levantada, puede a su vez proporcionar una cantidad moderada de energía cuando cae sobre una pala rueda o cuando tira de ella. La reliquia más famosa del pasado de estos sistemas es sin duda la rueda de Venafro. La rueda de eje horizontal, accionada desde arriba o desde abajo, era paradójicamente un paso atrás en términos tecnológicos en comparación con la más arcaica rueda de paletas oblicuas. Pero como era la única máquina de construcción incuestionablemente sencilla que podía proporcionar un nivel de potencia significativo, siguió existiendo, llegando casi sin cambios hasta nuestros días: un ejemplo es la turbina Pelton. La rueda de paletas alcanzó su máximo esplendor en la Edad Media, cuando se utilizó en todos los contextos de producción.

- **Uso del agua**

- El agua es, sin duda, el elemento más necesario para la existencia de la vida; por ello, los dispositivos para elevar el agua de los pozos fueron de los primeros en ser concebidos. La necesidad de elevar el agua en grandes cantidades desde el fondo de un pozo o desde el lecho de un río, que requiere un tiempo prolongado, si no continuo, llevó a la invención de algunos dispositivos sencillos. El tornillo de Arquímedes es uno de los inventos que dio lugar a un mayor número de derivaciones, entre ellas el tornillo para taladros, abridores de botellas, prensas, hélices, etc. Las norias y las bombas son otros dispositivos para tener en cuenta en este apartado. Los acueductos y sus derivados de fontanería también entran bajo esta categoría.

- **Comunicación y telecomunicación**

La comunicación comenzó con sonidos y evolucionó en función de la distancia hacia cuestiones más visuales. Aparatos acústicos para comunicar barcos, faros, palomas, y ópticos (telégrafo de varilla romana o de pértiga).

- **Ascensores y transportes**

El desarrollo de un sistema de transporte es otro paso importante hacia la modernidad. El concepto de transporte puede significar tanto el movimiento vertical como el horizontal de cosas y personas. Grúas y aparejos, polipastos, pentapastos, ascensores accionados por gravedad, el carro romano de cuatro ruedas. Antiguos vehículos autopropulsados como el Elepoli o las primeras embarcaciones de ruedas de paletas. Vías de cables y máquinas voladoras (desde la comunicación de cometas en China hasta los planeadores gigantes japoneses).

- Motores

- Motores

Para los griegos, cualquier dispositivo que provocara el movimiento de otro objeto era un motor; este mismo criterio fue utilizado posteriormente por los romanos sin ninguna alteración. De ahí a la evolución de nuestro tiempo.

- Motores secundarios

La mayoría de los motores secundarios antiguos, antes de la invención de los motores térmicos y los motores eléctricos, eran motores de muelle, ya que se basaban en el principio de que la energía mecánica podía ser "almacenada" por la deformación de un elemento flexible. Motores elásticos de flexión (arcos, gastraphetes, balistas, catapulta, onager, trebuchet, entre otros...). Motores de vapor como la turbina de vapor de Heron, el Architronitro.

- Hilar y tejer

La tela es uno de los objetos más importantes y útiles de uso común de la humanidad; además, el desarrollo de la tela es un hito en la historia de la civilización humana, ya que puede considerarse un primer paso hacia la tecnología. El huso, el telar y la rueca tienen una gran evolución hasta la máquina de Samuel Crompton "La Mula".

- El fuego

El descubrimiento del fuego fue, evidentemente, la primera conquista del hombre, sea cual sea la forma en la que se produjo. Marcó el paso de la humanidad de la simple fase animal a la fase intelectual; cualquier desarrollo posterior hacia la civilización parte de la capacidad de manejarlo. Además de las innumerables consecuencias técnicas y materiales, hay otras aún más importantes pero que a primera vista se

nos escapan por completo. El fuego rompió la oscuridad y eliminó el frío: con la eliminación de la oscuridad, el hombre se hizo dueño de la otra mitad del día. Se aplicó para la calefacción doméstica, la calefacción térmica, el lanzallamas de Beocia.

- **Autómatas**

La idea o el deseo de construir dispositivos automáticos es casi tan antigua como los primeros conocimientos en el campo de la mecánica. Desde el mecanismo que abre las puertas en la antigua Grecia (construida por sistema de contrapeso) a la catapulta repetitiva de los romanos, pasando por los relojes de la edad media a los autómatas de Al-Jazari.

- **Técnicas de construcción**

Las técnicas de construcción han variado mucho a lo largo de los siglos y esto ofrece un amplio abanico de estilos, técnicas y posibilidades. Este amplio sector incluye las murallas de las ciudades, fortalezas individuales o ciudadelas y barreras de defensa en las montañas. También incluye bases para templos o podios, construcción de carreteras y obras relacionadas, adoquines para carreteras militares, lechos de hormigón para la construcción de villas, sepulcros y cisternas, torres aisladas o "monopyrgi", estribos para puentes y menos a menudo, los propios puentes.

La educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) ha explorado la integración de las artes para un aprendizaje STEM más eficaz. Sin embargo, la integración efectiva es a menudo imprecisa; las artes a veces se diluyen, debido a la integración bien intencionada dentro de las asignaturas STEM, y el aprendizaje STEM corre el riesgo de recibir un tratamiento superficial similar dentro de los planes de estudio de las artes.

Los alumnos adquieren habilidades de observación, visualización, creatividad práctica y confianza en sí mismos con las artes en el proceso educativo. Estas habilidades también se basan en el pensamiento científico (Cantrell, 2015). Las artes pueden enseñar a observar y pensar en profundidad sobre instancias, situaciones y objetos. Por ejemplo, escritores antiguos como Alejandro, Herón, Vitruvio, Frontino y Plinio presentaron información sobre la tecnología y la ingeniería antiguas. Debemos estudiar el pasado para entender el presente y poder conservarlo con las herramientas actuales. Debemos entender las evoluciones de la ingeniería contextualizadas en su tiempo para poder tener una visión global de qué elementos nos han hecho ser como somos.

#### **5.1.4. Matemáticas e Historia**

Las matemáticas tienen una historia casi tan antigua como la humanidad. Las matemáticas han sido fundamentales para los avances de la ciencia, la ingeniería y la filosofía desde la antigüedad. Han progresado desde el simple recuento, la medición y el cálculo, así como el estudio sistemático de las formas y los movimientos de los objetos físicos, hasta la amplia, compleja y a menudo abstracta disciplina que conocemos hoy en día, mediante la aplicación de la abstracción, la imaginación y la lógica.

Desde los huesos entallados del hombre primitivo hasta la agricultura sedentaria de Mesopotamia y Egipto y los revolucionarios avances de la antigua Grecia y su imperio helenístico, las matemáticas tienen una larga y fascinante historia. Antes de la Baja Edad Media y el Renacimiento, el foco de la innovación matemática se desplazó de nuevo a Europa, en particular China, la India y el imperio islámico. A continuación, se produjeron una serie de avances revolucionarios en la Europa de los siglos XVII y XVIII, que allanaron el camino a

la creciente complejidad y abstracción del siglo XIX y, finalmente, a los audaces y a menudo desastrosos descubrimientos del siglo XX.

Nuestros antepasados prehistóricos debían conocer la diferencia entre uno y dos animales. Pero el concepto abstracto de "dos" tardó mucho tiempo en ser representado por un símbolo o una palabra. Unas pocas tribus aisladas de cazadores-recolectores de la Amazonia siguen utilizando únicamente las palabras "uno", "dos" y "muchos". Un sistema de numeración formal es innecesario sin una agricultura y un comercio asentados. El hombre primitivo llevaba la cuenta de acontecimientos regulares como las fases lunares y las estaciones. Los huesos con muescas de África muestran que los humanos ya pensaban en los números hace entre 35.000 y 20.000 años. Pero se trata simplemente de contar y apuntar, no de hacer matemáticas. En Sumer (el actual Irak) nacieron la escritura, la agricultura, el arco, el arado, el riego y muchas otras innovaciones. Cuando los sumerios se asentaron y desarrollaron la agricultura, necesitaron las matemáticas para medir las parcelas, gravar a los individuos, etc.

Los sumerios y los babilonios también necesitaban describir números grandes para trazar el cielo nocturno y desarrollar su sofisticado calendario lunar. Probablemente fueron los primeros en asignar símbolos a grupos de objetos para ayudar a describir números más grandes. Pasaron de tener fichas separadas para gavillas de trigo, jarras de aceite, etc. a utilizar un símbolo para números específicos de cualquier cosa. Los primeros egipcios comenzaron a registrar las fases lunares y las estaciones con fines agrícolas y religiosos alrededor del año 6000 a.C. Una palma era la anchura de la mano, y un cúbito era la medida desde el codo hasta la punta de los dedos. Posteriormente se desarrolló un sistema numérico decimal basado en nuestros diez dedos.

El Papiro de Moscú, del Reino Medio egipcio, alrededor del 2000-1800 a.C., es el texto matemático más antiguo descubierto hasta ahora. Es posible que los

egipcios hayan introducido el primer sistema de numeración de base 10 plenamente desarrollado ya en el 2700 a.C. (y probablemente mucho antes). Un trazo representaba las unidades, un símbolo del hueso del talón representaba las decenas, un rollo de cuerda representaba las centenas y una planta de loto representaba los millares. Los números más grandes eran difíciles de manejar debido a la falta de valor posicional (aunque un millón requería sólo un carácter, un millón menos uno requería cincuenta y cuatro caracteres).

La matemática griega hace referencia a las obras e ideas matemáticas que datan desde el Arcaico hasta la época helenística y romana, existiendo la mayoría de ellas desde el siglo VII a.C. hasta el siglo IV d.C. en las costas del Mediterráneo oriental. Los matemáticos griegos vivían en ciudades de todo el Mediterráneo oriental, desde Italia hasta el norte de África, pero estaban unidos por la cultura y la lengua griegas. La palabra "matemáticas" procede del griego antiguo: máthma, que se romaniza como mathema, que significa "materia de instrucción" en griego común.

El estudio de las matemáticas como materia individual, así como la aplicación de ideas y pruebas matemáticas más amplias, distingue a las matemáticas griegas de las de civilizaciones anteriores. La geometría era la base de la mayoría de las matemáticas griegas. Tales, uno de los siete sabios de la antigua Grecia, que vivió en la costa jónica de Asia Menor en la primera mitad del siglo VI a.C., es considerado como el primero en establecer las pautas para el desarrollo abstracto de la geometría, a pesar de que lo que conocemos de su trabajo (como el de los triángulos semejantes y rectos) parece ahora bastante elemental.

Entre los siglos IV y XII, el conocimiento y el estudio de la aritmética, la geometría, la astronomía y la música en Europa se limitaron principalmente a las traducciones de Boecio de las obras de los antiguos maestros griegos, como Nicómaco y Euclides. El sistema numérico romano, aunque ineficiente, así como

el ábaco basado en modelos griegos y romanos se utilizaban para todo el comercio y el cálculo. La invención de la imprenta a mediados del siglo XV también tuvo un impacto significativo. Se publicaron numerosos libros de aritmética con la intención de enseñar a los hombres de negocios algunos métodos de cálculo para sus necesidades comerciales, y las matemáticas empezaron a ganar gradualmente una posición más importante en la educación.

El Renacimiento fue un movimiento cultural, intelectual y artístico que comenzó en Italia alrededor del siglo XIV y se extendió gradualmente por la mayor parte de Europa durante los dos siglos siguientes, dando lugar a un resurgimiento del aprendizaje basado en las fuentes clásicas. La ciencia y el arte seguían estando muy interconectados y entremezclados en esta época, como demuestra el trabajo de artistas/científicos como Leonardo da Vinci, y no es de extrañar que, al igual que en el arte, pronto se produjeran trabajos revolucionarios en los campos de la filosofía y la ciencia.

Los trabajos de Newton y Leibniz ocuparon la mayor parte de finales del siglo XVII y principios del XVIII, al aplicar el cálculo a las dificultades de la física, la astronomía y la ingeniería. La familia Bernoulli de Basilea (Suiza) cuenta con dos o tres generaciones de brillantes matemáticos, especialmente Jacob y Johann Bernoulli. Ayudaron a desarrollar el cálculo infinitesimal de Leibniz, la probabilidad y la teoría de los números de Pascal y Fermat, así como la generalización y extensión del "cálculo de variaciones".

Otro avance significativo en el análisis matemático fue el estudio de Joseph Fourier de las sumas infinitas con términos que son funciones trigonométricas a principios del siglo XIX. El siglo XX continuó la tendencia del siglo XIX a una mayor generalización y abstracción en las matemáticas, en la que se abandonó en gran medida el concepto de axiomas como "verdades autoevidentes" en favor de un énfasis en conceptos lógicos como la consistencia y la completitud.

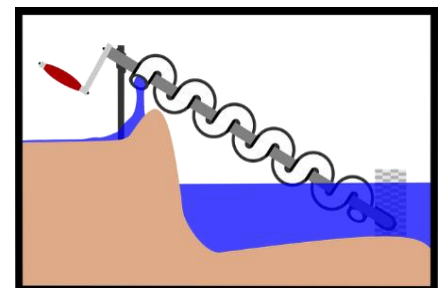
## Los matemáticos en la antigua Grecia

**Pitágoras** fue uno de los primeros matemáticos griegos, inmortalizado por su famoso "Teorema de Pitágoras", que aún influye en la geometría. Vivió hacia el año 500 a.C. y procedía de una colonia griega de la actual Sicilia. Pero también estudió filosofía y música. Tenía un grupo de seguidores llamados pitagóricos con los que compartía sus conocimientos.

**Aristóteles** es más conocido por haber estudiado en la Academia de Platón y por haber sido tutor de Alejandro Magno en su palacio de Macedonia. Fue tutor de numerosas materias, incluidas las matemáticas. Su trabajo consistía en moldear la mente de Alejandro para convertirla en una mente de líder. Sus técnicas funcionaron porque Alejandro es inmortal. Como médico, Aristóteles se interesaba principalmente por la ciencia y el pensamiento científico. Abordó sus estudios de forma metódica. Esto evolucionó en el "Método Científico". Aunque no es una disciplina matemática especializada, ha tenido un impacto significativo en las matemáticas a lo largo del tiempo.

La mayor parte de los registros de **Euclides** se han perdido, si es que alguna vez existieron. Los historiadores saben que pudo asistir a la Academia de Platón y trabajar en la biblioteca de Alejandría. En el fondo, Euclides buscaba el conocimiento a través de la lógica y la razón. A ello dedicó su vida, demostrando, entre otras cosas, el teorema de Pitágoras. Fue el padre de la Geometría y realizó muchas otras aportaciones a la ciencia.

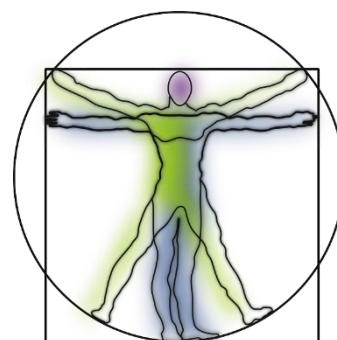
**Arquímedes** creció con un gran sentido del asombro sobre el mundo. También fue físico, ingeniero, inventor y astrónomo. Perfeccionó "Pi", un número irracional utilizado en muchos cálculos matemáticos. También inventó el tornillo de Arquímedes, que ayudaba a elevar el agua de los pozos.



## Matemáticos europeos famosos

**Fibonacci**, también conocido como Leonardo Bonacci, Leonardo de Pisa o Leonardo Bigollo Pisano ('Leonardo el viajero de Pisa'), fue un matemático italiano de la República de Pisa que fue considerado como "el matemático occidental más dotado de la Edad Media". La Secuencia de Fibonacci es una peculiar serie de números de la matemática clásica que ha encontrado aplicaciones en la matemática avanzada, la naturaleza, la estadística, la informática y el desarrollo ágil.

**Leonardo da Vinci** fue un polímata italiano del Alto Renacimiento que ejerció como pintor, dibujante, ingeniero, científico, teórico, escultor y arquitecto. Utilizó con frecuencia las matemáticas en sus obras. Dos de las obras más conocidas de Leonardo da Vinci que emplean las matemáticas son **la Última Cena** y **la Gioconda**.



Cada una de ellas aplica los principios matemáticos de la perspectiva, la proporción áurea y las proporciones en su composición. El "Hombre de Vitruvio" es una imagen visual de la forma humana perfecta mediante el uso de las matemáticas. Para gente como Da Vinci, las matemáticas eran una constante universal que permitía ver las proporciones en todas partes.

**Copérnico** fue un astrónomo y matemático polaco cuya teoría de que la Tierra se movía alrededor del Sol alteró profundamente la visión del universo de los trabajadores posteriores, pero fue rechazada por la iglesia católica. Copérnico creó un nuevo modelo, en el que el Sol está en el centro y la Tierra se mueve alrededor de él en un círculo. También predijo que la Tierra gira alrededor de su eje una vez al día.

**Leonhard Euler** abarcó casi todos los aspectos de las matemáticas, desde la geometría hasta el cálculo, pasando por la trigonometría, el álgebra y la teoría de números, así como la óptica, la astronomía, la cartografía, la mecánica, las pesas y las medidas e incluso la teoría de la música. Las importantes contribuciones de Euler fueron tan numerosas que términos como "fórmula de Euler" o "teorema de Euler" pueden significar muchas cosas diferentes según el contexto. Sólo en la mecánica, tenemos los ángulos de Euler (para especificar la orientación de un cuerpo rígido), el teorema de Euler (que dice que toda rotación tiene un eje), las ecuaciones de Euler para el movimiento de los fluidos y la ecuación de Euler-Lagrange (que proviene del cálculo de variaciones).

**Sir Isaac Newton** fue un matemático, físico, astrónomo, teólogo y escritor inglés (descrito en su época como un "filósofo natural") ampliamente reconocido como uno de los mayores matemáticos y científicos más influyentes de todos los tiempos. Newton construyó el primer telescopio reflector práctico y desarrolló una sofisticada teoría del color basada en la observación de que un prisma separa la luz blanca en los colores del espectro visible.

**Carl Friedrich Gauss** era un gran matemático alemán en el siglo XIX. Sus descubrimientos y escritos influyeron y dejaron una huella duradera en las áreas de la teoría de los números, la astronomía, la geodesia y la física, especialmente en el estudio del electromagnetismo.

**Pierre de Fermat** es un matemático francés ampliamente considerado como el padre de la teoría numérica moderna. Fermat fue uno de los principales matemáticos de la primera mitad del siglo XVII y descubrió el principio fundamental de la geometría analítica. Sus métodos para determinar las tangentes a las curvas y sus puntos máximos y mínimos le valieron el título de "inventor del cálculo diferencial".

**René Descartes** fue un filósofo, matemático y científico francés que inventó la geometría analítica, que conectaba los campos de la geometría y el álgebra, hasta entonces distintos. Descartes está considerado como uno de los fundadores de la filosofía moderna y de la geometría algebraica, así como una de las figuras intelectuales más notables del Siglo de Oro holandés, ya que pasó una parte importante de su vida laboral en la República Holandesa.

Muchos otros grandes matemáticos influyeron en los descubrimientos científicos y facilitaron el progreso tecnológico a lo largo de los periodos históricos. Todos los productos modernos integran los conocimientos y las innovaciones de estos grandes científicos. Estudiar sus teorías por separado, mediante un enfoque basado en clases magistrales, hace que para muchos estudiantes sea muy difícil ver las implicaciones prácticas. Seguir una metodología STEAM práctica es la mejor táctica, ya que los estudiantes crearán diferentes artefactos y comprenderán varios de los conceptos subyacentes al mismo tiempo.

## 2. Conclusiones

Como podemos ver en este capítulo hasta ahora, los temas STEAM están mucho más conectados con la historia de lo que parece. Casi todos los descubrimientos, principios y técnicas recientes en los campos STEAM se basan en descubrimientos antiguos, diseñados por grandes personas, como se ha descrito en detalle aquí. Hoy en día, los investigadores y científicos crean nuevas conexiones, contextos y aplicaciones a partir de descubrimientos históricos.

La historia ofrece un amplio concepto de los descubrimientos: se puede observar cuáles fueron las necesidades que condujeron a un descubrimiento, cuáles fueron los problemas cuando se "dio vida" y cómo se aplicó y utilizó

después. En todas estas historias se pueden encontrar muchos datos divertidos, que pueden aportar algunos aspectos positivos en las actividades de aprendizaje. La historia completa de una actividad puede ayudar a los profesores a dar un marco conceptual, lo que conduce a una experiencia más intensa para los alumnos cuando se conecta con el enfoque de aprendizaje práctico STEAM.

El proceso de aprendizaje, en el que unimos la historia y los temas STEAM, es divertido, atractivo y educativo, y los alumnos lo disfrutan. En cambio, aprender basándose en hechos introducidos por alguien, en materias complejas como las matemáticas, la tecnología, la ingeniería y la ciencia, es más o menos monótono y poco motivador.

Si los alumnos llegan a conocer el relato histórico, lo conectan con los descubrimientos históricos y, con un experimento práctico, prueban ellos mismos cómo funciona, estamos a medio camino del éxito del aprendizaje experimental. A partir de aquí, los profesores deben guiar a los alumnos para que piensen y debatan sobre lo que aprenden, al tiempo que les ayudan a aplicar sus conocimientos de forma holística. De este modo, se cubrirán todos los factores clave de una experiencia de aprendizaje exitosa. Este enfoque de aprendizaje puede utilizarse ampliamente en el plan de estudios formal o informal. También se puede incorporar el uso de las nuevas tecnologías fácilmente.

## Capítulo 6: Nadie se queda atrás (Inclusión)

Como hemos visto en la guía pedagógica, en este proyecto nos esforzamos por crear materiales inclusivos. La inclusión consiste en hacer que el aprendizaje y los materiales sean flexibles, accesibles y comprensibles para todos los alumnos. La idea es promover el aprendizaje STEAM a través de la Historia, y como ya hemos comprobado, los alumnos con trastornos específicos de aprendizaje (TEA) especialmente forman parte del grupo de alumnos con más probabilidades de quedarse atrás en las asignaturas STEAM.

El uso de manipulaciones y de elementos de contextualización es una gran ayuda para involucrar a los alumnos que tienen dificultades en las asignaturas STEAM, especialmente a los que tienen un TEA. Para lograr nuestro objetivo, necesitamos elevar a todos los alumnos, prestando especial atención a los que son más susceptibles de quedarse atrás. Por lo tanto, la inclusión es un tema muy importante que tratar en este proyecto. Como uno de los grupos más específicos que necesitan una atención especial, en este capítulo nos centraremos en los estudiantes con TEA.

### 1. Dificultades de aprendizaje y cómo ayudar

#### 6.1.1. Pequeño recordatorio de las dificultades de aprendizaje; ¿Qué son?

En este proyecto, nos centraremos especialmente en los TEA: Trastornos específicos del aprendizaje. Los TEA son condiciones permanentes que afectan al proceso de aprendizaje de una persona. La forma en la que el cerebro procesa

la información se ve afectada debido a una **causa neurobiológica**. Esto puede afectar a la forma en que el cerebro recibe, integra, retiene y expresa la información. En consecuencia, el **desarrollo cognitivo de una capacidad de aprendizaje** puede verse alterado. Sin embargo, los TEA no se derivan de ningún modo de una deficiencia física, como una deficiencia visual o auditiva, una discapacidad motriz o una discapacidad intelectual. Tampoco se deben a una alteración emocional, ni a una desventaja de tipo económico, ambiental o cultural.

Tenemos alumnos con diferentes trastornos de aprendizaje como: Dislexia, Disgrafía, Discalculia, Disfasia y Dispraxia. Cada uno de estos TEA se beneficia de un estilo de aprendizaje alternativo para utilizar un medio cognitivo de aprendizaje que difiere del medio con el que tiene dificultades.

### 6.1.2 Adaptaciones en el contexto de la ENF

Las adaptaciones en el contexto de la educación no formal (ENF) nos permiten una mayor libertad en cuanto a los estilos de aprendizaje. Las adaptaciones habituales contempladas en nuestra guía pedagógica pueden, y deben, por supuesto, seguir poniéndose en práctica. Serían adaptaciones como:

- **La adaptación de la estructura de la lección** (objetivo claro, conjunto claro de directrices y subdivisión de las tareas en pequeños pasos, elementos visuales, etc.),
- **La adaptación del entorno de aprendizaje** (desordenado, tranquilo, suficiente estimulación multisensorial, sin sobrecarga de estímulos, sin movimientos oculares prolongados, etc.),
- **La adaptación de las tareas** (tipos de tareas múltiples, modos de doble tarea reducidos, buena estructura y subdivisiones, tareas reducidas que requieren habilidades motoras finas, evitar la manipulación difícil, etc.),

- **Las adaptaciones de los materiales escritos** (texto alineado a la izquierda, en un tipo de letra adaptado como Arial, Century Gothic u OpenDys, con un interlineado de 1,5, en un tamaño de letra entre 12 y 14. Uso de párrafos, subtítulos, colores y viñetas para estructurar el texto, impresión a una cara, con el contraste adecuado)

También es importante la información añadida sobre los objetivos de tolerancia, la cohesión del grupo y el fomento del espíritu de equipo en el aula. Sin embargo, en el contexto de la ENF, esas adaptaciones no se limitan a eso. El uso de la ENF permitirá que haya tipos de materiales didácticos más flexibles y, en consecuencia, implicará diferentes requisitos de competencias.

### 6.1.3 La importancia de la información y la identificación de las dificultades

La creación de contenidos adaptados al mayor número posible de estilos de aprendizaje nos ayudará a crear contenidos más inclusivos. Sin embargo, aunque esto ya es una gran mejora, una de las formas más eficaces de crear contenidos inclusivos eficientes sigue dependiendo de conocer las necesidades y características de la audiencia de la manera más exhaustivamente posible. En el caso de los TEA en particular, no se puede subestimar la importancia de conocer las necesidades especiales específicas de uno (o varios) alumnos en particular.

Los profesores deben tener una comprensión básica de cómo estos trastornos del aprendizaje pueden influir en la experiencia de aprendizaje y en el rendimiento general de un alumno. Además, aunque los profesores no están habilitados para dar un diagnóstico científico por sí mismos, están en la mejor posición para reconocer los primeros signos de un posible TEA e informar a los padres de la necesidad de verificarlo con un profesional para obtener un

diagnóstico médico. Si se ha hecho un diagnóstico profesional, el profesor estará mejor armado para incluir las necesidades del alumno en su planificación individual de las clases y en su método general para asegurarse de cubrir las necesidades del alumno.

Aunque es posible que el profesor no pueda impartir una enseñanza súper-adaptada a todos y cada uno de los alumnos, ser consciente de la situación e intentar incluir una mayor variedad de estilos de aprendizaje en sus métodos de enseñanza puede contribuir en gran medida a ayudar a los alumnos con TEA en su aprendizaje diario. También puede ayudar a los propios alumnos a comprender sus puntos fuertes, sus puntos débiles y sus posibles mecanismos de adaptación al aprendizaje.

## 2. Aprendizaje multisensorial [visual, auditivo, lectura/escritura, alumnos cinestésicos]

### 6.2.1. ¿Qué es el aprendizaje multisensorial?

Hay más de una forma de aprender y diferentes tipos de aprendizaje en los estudiantes. Algunos se orientan más hacia lo visual, otros hacia lo auditivo; aunque esos son los métodos más utilizados en la enseñanza "clásica", algunos estudiantes se orientan también hacia diferentes estilos de aprendizaje. El aprendizaje multisensorial es un método que integra diferentes tipos de elementos de aprendizaje como: visual, auditivo, táctil (tacto) y kinestésico (movimiento) como los más conocidos. Pero algunos estilos de aprendizaje son menos conocidos, como: la enseñanza secuencial, la enseñanza simultánea, la enseñanza reflexiva/lógica, la enseñanza verbal, la enseñanza interactiva, la enseñanza por experiencia directa, la enseñanza por experiencia indirecta y la

enseñanza rítmica/melódica. La idea de éstas es la de estimular más sentidos mientras se aprende, con el fin de activar diferentes partes del cerebro para reforzar el proceso de aprendizaje. Cuanto más variado sea el tipo de entrada sensorial para reforzar un mismo concepto, más probable será que se fije en la memoria.

### **6.2.2. Los beneficios de la educación multisensorial en general**

Una de las principales ventajas de este método es que será eficaz para todos los alumnos, especialmente para los que tienen un trastorno de aprendizaje específico como la dislexia. Esto significa que una lección creada utilizando el aprendizaje multisensorial será beneficiosa para más alumnos que una lección clásica y será más eficiente y flexible en su uso, especialmente para los alumnos con necesidades especiales, sin impedir el aprendizaje de los alumnos que no tienen necesidades especiales. También ayudará al alumno a encontrar el estilo de aprendizaje más adecuado para él, así como las técnicas más eficaces. Esto, a su vez, les ayudará a construir sus métodos personales de aprendizaje y a crear su propio proceso de aprendizaje. Este método también permite al profesor personalizar sus métodos de enseñanza en función de los alumnos presentes durante la clase. Una ventaja añadida es que este método es adaptable a cualquier materia.

### **6.2.3. Los beneficios de la educación multisensorial para la inclusión**

Como ya hemos comentado, el aprendizaje multisensorial es especialmente eficaz para los alumnos con trastornos de aprendizaje. En efecto, al diversificar los tipos de elementos de aprendizaje, se diversifican los medios de asimilación cognitiva de la información para los alumnos. Los alumnos con Trastornos

Específicos del Aprendizaje tienen un problema cognitivo en cuanto a la asimilación de la información: al diversificar esos procesos cognitivos, les das más posibilidades de retener la información a través de rutas cognitivas alternativas. Esto básicamente nivela un poco el campo del aprendizaje para los alumnos con un Trastorno Específico del Aprendizaje.

#### **6.2.4. Ejemplos prácticos de ejercicios de educación multisensorial**

Por ejemplo, podríamos imaginarnos utilizando bloques de construcción para recrear un arco medieval que redistribuyera las fuerzas en el suelo y nos permitiera construir edificios más altos y sólidos (ejemplos: arcos romanos, arcos góticos, etc.). Esta manipulación nos daría el aspecto auditivo al tener al profesor explicando la actividad, el aspecto visual al ver la representación visual en forma de planos y también el aspecto visual del resultado, el aspecto táctil al sentir físicamente el peso y la textura de los bloques de construcción, el aspecto kinestésico al manipular la construcción real del arco y asegurarse de que no se cae, el aspecto interactivo al realizar el experimento en grupos y tener que coordinarse con otros estudiantes para asegurarse de que el arco no se cae mientras se construye y el aspecto de experiencia directa al realizar un experimento práctico, entre otros.

La multiplicación de los tipos de elementos de aprendizaje es más eficaz para que la información se fije en la memoria del alumno.

#### **6.2.5. Aplicación del aprendizaje multisensorial en STEAMbuilders**

Una manipulación física de un concepto STEAM, como hacemos aquí en STEAMbuilders y como se ha tomado en el ejemplo del punto anterior, puede considerarse como educación multisensorial en el sentido de que estamos

utilizando la Historia para explicar conceptos de forma concreta. Los alumnos son capaces al menos de Ver, Oír, Tocar y Manipular (Kinestésico). Podríamos imaginarnos añadiendo otros sentidos a la mezcla, como asociar un olor (¿el olor del yeso en el ejemplo anterior? o, ¿del incienso para las iglesias?).

## 3. El poder de la educación no formal para un aula inclusiva

### 6.3.1 Cómo utilizar la ENF para la inclusión

El uso de la ENF para la inclusión debe hacerse con el espíritu de la diversidad del aprendizaje. La idea de la inclusión es responder a las necesidades de aprendizaje de todos los alumnos, independientemente de los retos o necesidades de aprendizaje que puedan tener. Al utilizar la ENF, estamos abriendo la puerta de las posibilidades en términos de estilos y elementos de aprendizaje. La ENF es también una magnífica oportunidad para concienciar sobre la tolerancia y la valoración de la diferencia en términos de conjuntos de habilidades, tipos cognitivos y tipos de inteligencias de una manera que no es tan posible con el aprendizaje tradicional.

### 6.3.2 Los beneficios de la educación no formal para la inclusión

El uso de la ENF permite una mayor flexibilidad en el aprendizaje y la educación. Como se ha dicho anteriormente, los alumnos con necesidades especiales, especialmente los alumnos con TEA, a menudo no están preparados para seguir un estilo de enseñanza tradicional basado en el libro de texto. El uso añadido de la NFE permitirá a los educadores multiplicar tanto los tipos de apoyo a la enseñanza como los elementos de aprendizaje, al tiempo que se fomenta el

compromiso de todos los alumnos y se les ayuda en su proceso de aprendizaje permanente.

### 6.3.3 Los beneficios de la inclusión en la educación en un contexto no formal

En cuanto a los beneficios de la inclusión en un contexto formal, en primer lugar, la inclusión permitirá que toda la clase se eleve en el proceso de aprendizaje. Al incluir a todos los alumnos en un contexto no formal, se proporciona una mayor variedad de herramientas y métodos de aprendizaje a todos los alumnos, ayudándoles en el desarrollo de su viaje de aprendizaje a lo largo de la vida y dándoles las herramientas para continuar su educación por su cuenta en el futuro en un contexto potencialmente menos inclusivo.

La inclusión en un contexto no formal también permite a los alumnos comprender mejor la variedad de estilos de aprendizaje que existen y la diversidad del conjunto neurológico. Esto no sólo les ayudará a aprender a ser tolerantes con sus compañeros, sino que también les enseñará a reconocer y valorar la neurodiversidad en el futuro. Esto también puede ayudar a promover un grado mayor de autoconfianza en los alumnos para los que el sistema tradicional no ha permitido el éxito académico, ayudándoles a encontrar formas alternativas para prosperar académicamente.

Si bien la inclusión beneficiará directamente a los alumnos con necesidades educativas especiales, también beneficiará a otros alumnos, ya que aunque no tengan una necesidad particular de un enfoque diferente, sólo puede enriquecer su educación y darles más herramientas para utilizar en su propio camino educativo. A su vez, fomentará el compromiso y la motivación de los alumnos.

## Capítulo 7: Prácticas existentes

### 1. Prácticas existentes de educación no formal / práctica / experimental

Como hemos visto anteriormente en la guía pedagógica, los resultados del proyecto de estudio de Pisa han preocupado a los gobiernos de toda Europa.

A lo largo de los años, los gobiernos, los municipios, las escuelas y los profesores han pedido que se actúe. Se han llevado a cabo numerosos proyectos de desarrollo, tanto a nivel nacional como internacional, y sigue siendo como si los objetivos alcanzados por los alumnos en la enseñanza no fueran suficientes. Nuestro sistema escolar está perdiendo demasiados alumnos, quizás porque, con su enfoque unilateral en el conocimiento y las habilidades provenientes del libro, el sistema no es inclusivo...

El grado de complejidad de la enseñanza es tan alto que exige entornos y estructuras humanas en las que los profesores deben estar a la altura tanto de sus propias intenciones como de las expectativas del mundo exterior, en parte para interactuar positivamente con los alumnos y en parte para contribuir a su desarrollo versátil. En el curso escolar 2019/2020, la escuela pública danesa, Folkeskolen, contaba con el 78,5% de los alumnos. ¡La Folkeskole danesa no ofrece ese marco! La doctora, investigadora y consultora escolar Louise Klinge describe la Folkeskolen de la siguiente manera:

"1 adulto para 28 niños. En un aula cuadrada con hasta 1,7 metros cuadrados por alumno. Hasta hace poco, los profesores tenían que comunicar 3.170 objetivos académicos comunes. Al menos 122.000 de los alumnos proceden de familias con abuso de alcohol, y aproximadamente uno de cada cuatro niños ha

estado expuesto a la violencia física en el hogar. El profesor se enfrenta a los retos de los niños, pero como punto de partida no recibe supervisión ni la oportunidad de dar un giro a los principales dilemas y problemas con un psicólogo.

“Muchas normas para las escuelas (y dentro de ellas) se han heredado durante generaciones, y a menudo se dan por sentadas. Pero en los más de 200 años que llevamos con la escuela pública, nunca se ha demostrado que sea lo mejor para el niño y la sociedad:

- Esperar que los niños y jóvenes hagan las mismas cosas en determinados momentos
- Dividir la realidad en temas curriculares
- Considerar los procesos de aprendizaje como específicamente vinculados a actividades especialmente diseñadas
- Dejar que los niños se concentren en muchas asignaturas diferentes el mismo día, y dejar que una campana decida cuándo debe empezar y terminar el compromiso en una asignatura
- No dejar que los niños y jóvenes rara vez, o quizás nunca, pueden sumergirse en lo que les interesa
- Evaluar a los niños y los jóvenes a través de los números en relación con si pueden dar cuenta de la correcta comprensión del mundo que la escuela ha transmitido
- Dar más importancia a las habilidades académicas que a las creativas y prácticas
- Dividir a los niños por edad
- Tener un profesor para 28 alumnos
- No tener en cuenta las condiciones cotidianas desiguales de los niños y servir comidas escolares saludables
- Dejar que casi toda la enseñanza tenga lugar en el interior del edificio

- "Academizar la enseñanza de tal manera que los meta-términos académicos hoy en día deben ser aprendidos por los alumnos más jóvenes".

Louise Klinge concluye con dureza: "Perdemos muchos niños por el camino" y las encuestas Pisa respaldan su afirmación.

Su crítica al sistema escolar demuestra simplemente que, si queremos trabajar con los beneficios de la educación de los niños, se trata de una cuestión compleja en la que hay muchos retos que resolver. Probablemente no se resuelva con un único método innovador. ¿La escuela es sólo un lugar en el que los adultos han decidido qué conocimientos y qué habilidades organiza la enseñanza, o nos atrevemos a preguntar a los alumnos lo que piensan?

Las siguientes declaraciones son de la Conferencia Virtual en "Entornos de aprendizaje inclusivos: Oportunidades de participación para todos", celebrada el 12 de diciembre de 2020.

Louise Klinge presentó **los sueños de algunos niños sobre la escuela:**

- "Una asignatura en la que aprendes a fabricar tus propios muebles".
- "Aprende sobre la historia construyendo esa época".
- "Semana de campamento de la Edad de Piedra en un terreno alejado de la escuela".
- "Contacto con niños de otros países".
- "Haz las cosas a mano en lugar de buscarlas en un libro".
- "Textiles en la clase, para que puedas coser".
- "Puede haber tablones y madera para poder construir".
- "En realidad, todos los días, tener danés en una editorial, y física y química en un laboratorio real".
- "Ordenar la basura".

Es notable ver el anhelo de los estudiantes por una enseñanza tangible, que debe tener su origen en el mundo real, que no se divide en asignaturas, sino que atraviesa las asignaturas y que, casi con seguridad, puede tener su origen en problemas concretos.

Una subárea dentro de la enseñanza STEAM es cuando la enseñanza se traslada fuera del espacio normal de enseñanza de la clase, por ejemplo, en la naturaleza, en el supermercado, en el cementerio, en las empresas o en los museos. Este tipo de enseñanza se denomina, en los países nórdicos, "escuela al aire libre" (en danés: Udeskole). Sin embargo, puede ser un término engañoso, ya que a menudo se confunde con la enseñanza en la naturaleza y las materias relacionadas con ella. "Escuela al aire libre" es más que eso. Por lo tanto, es la descripción correcta: "Enseñanza dirigida fuera del aula". Trasladar la enseñanza fuera del aula ofrece oportunidades muy especiales: la enseñanza en la naturaleza o en instituciones culturales en interacción con la enseñanza en el aula crea oportunidades especiales para el aprendizaje de los alumnos.

Un estudio de 2014 publicado por la American Society for Engineering Education identificó varias características de los programas STEM de calidad:

- El contexto es motivador, atractivo y real.
- Los alumnos integran y aplican contenidos matemáticos y científicos significativos e importantes.
- Los métodos de enseñanza se basan en la investigación y se centran en el estudiante.
- Los estudiantes participan en la resolución de retos de ingeniería utilizando un proceso de diseño de ingeniería.
- El trabajo en equipo y las comunicaciones son un punto importante. A lo largo del programa, los estudiantes tienen libertad para pensar de forma

crítica, creativa e innovadora, así como oportunidades para fracasar y volver a intentarlo en entornos seguros.

Es interesante comparar esto con la experiencia de la investigación, que muestra los beneficios de "trasladar la enseñanza fuera de las aulas familiares":

- **Ángulo físico/salud:** Los niños que aprenden en un contexto práctico suelen moverse más que los niños en entornos institucionales o escuelas tradicionales.
- Varios meta-estudios muestran una **conexión entre la actividad física y el aprendizaje**, y en una declaración de la "Conferencia de consenso sobre la actividad física y el aprendizaje" celebrada del 25 al 27 de octubre de 2011, investigadores de Dinamarca y Suecia expresan lo siguiente: "Sobre la base de los resultados de las investigaciones presentadas y de los debates de la conferencia, podría concluirse que existe una conexión documentada entre la actividad física y el aprendizaje, independientemente de la edad".
- **El ángulo social:** Las actividades de enseñanza y aprendizaje bien desarrolladas en el entorno favorecen un buen clima social en los grupos, apoyan la capacidad de concentración, de inmersión y sientan una buena base para la inmersión.
- **Aprender en contexto:** El aprendizaje a través del entorno local parece tener sentido para los niños, los jóvenes y los educadores. Los profesores afirman que los niños disfrutan más de estas formas de aprendizaje que de la enseñanza tradicional en el aula.
- **El argumento de la versatilidad:** La escuela al aire libre puede significar un aprendizaje más versátil. La escuela al aire libre puede significar un aprendizaje más versátil en comparación con:
  - El conocimiento del catálogo
  - El conocimiento analógico

- El conocimiento dialógico
- El conocimiento del cuerpo

Con diversas formas de conocimiento, se ven afectadas muchas partes diferentes del cerebro y se forman varias conexiones neuronales complejas (neuropedagogía):

- Memoria episódica - narrativa
- Memoria procedimental - corporal
- Memoria semántica - lingüística y factual
- **El argumento de la investigación cerebral:** Los niños contribuyen más activamente a los procesos lingüísticos en los procesos de aprendizaje al aire libre, y el lenguaje utilizado en estos contextos es más imaginativo y exploratorio.

## 2. Educación STEAM existente

A nivel nacional en Dinamarca:

A partir de septiembre de 2020, los profesores del grupo profesional de ciencias podrán estudiar un máster en enseñanza de STEM. La idea forma parte de la estrategia nacional de ciencias y se lleva a cabo a través del aprendizaje electrónico, la práctica y la orientación en su propia escuela, así como las jornadas de enseñanza en la universidad.

"La idea es formar a futuras personas de recursos locales o municipales dentro de la enseñanza de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) para que puedan ayudar a fortalecer la persona y la enseñanza interdisciplinaria dentro de la gama de ciencias en la escuela primaria", dice Jan Alexis Nielsen,

jefe de estudios de la nueva educación y profesor asociado del Departamento de Didáctica de las Ciencias Naturales, donde se anclará la nueva educación.

La enseñanza existente tiene lugar principalmente en las conocidas asignaturas de ciencias, naturaleza e ingeniería, así como en asignaturas relativamente nuevas, como "Artesanía y Diseño" en la escuela primaria pública danesa "Folkeskolen", que sustituye a las asignaturas de Carpintería y Costura a partir del curso escolar 2016/17. En el nuevo plan de estudios nacional, se aclara que la asignatura debe trabajar con la innovación y el espíritu empresarial. Desde 2007, en la formación del profesorado, la carpintería y la costura han sido sustituidas por el diseño de materiales.

El objetivo de la enseñanza de la Artesanía y el Diseño es que los alumnos adquieran conocimientos y habilidades a través del trabajo práctico con diferentes materiales - preferentemente madera, metal y textil. La enseñanza contribuirá a que el alumno desarrolle el conocimiento de la cultura material a través de la artesanía y el diseño.

### **La educación STEM en las instituciones privadas:**

Hay mucho interés en ofrecer formación y materiales STEM, también por parte de empresas privadas como LEGO, (que es la abreviatura de Play Well en danés. LEg GOdt) que son mundialmente conocidas por el juguete llamado "ladrillo Lego", que está diseñado para construir modelos de casi todo, desde universos conocidos como STAR Wars y Harry Potter hasta edificios, máquinas, etc. LEGO es uno de los principales proveedores de materiales educativos, lecciones, software, programación, portales en línea y soporte. La enseñanza está dirigida a niños de prácticamente todas las edades y en muchos idiomas. Incluso hay material didáctico para la educación en casa. LEGO es una empresa privada que vive de la venta de productos relacionados con Lego.

## La educación STEM en Europa:

School Education Gateway es un ejemplo de un portal educativo en línea de Europa, donde es posible encontrar inspiración de proyectos Erasmus+ basados en STEM/STEAM, por ejemplo. La innovación comienza con STEAM, DLAP, etc.

### 3. Explorar las técnicas no formales de los museos - Experimentando con herramientas y técnicas antiguas

Un "punto de inflexión" diferente pero no menos eficaz en la enseñanza de STEAM puede encontrarse en los servicios escolares de los museos. Los museos no sólo son una oportunidad evidente para ver y escuchar, sino también para tocar y hacer.

Estudiar la Edad de Piedra es una oportunidad obvia para desarrollar una comprensión básica de la aparición, el mantenimiento y los materiales de la vida. En el Museo de los Neandertales de Alemania, los alumnos pueden aprender a orientarse en la oscuridad fabricando una pequeña lámpara de aceite. El Centro de la Edad de Piedra de Ertebølle, en Dinamarca, ofrece la oportunidad de adquirir experiencia con el tiro con arco, la navegación en botes de troncos excavados y muchas pequeñas artesanías, como la producción de colores y patrones de la Edad de Piedra.



Izquierda: Museo Neanderthal, Alemania

Derecha: Centro de la Edad de Piedra Ertebølle, Dinamarca.

La Edad Media también tiene un reconocimiento histórico tangible. El Centro Medieval de la isla de Lolland es una recreación de un pueblo medieval de principios del siglo XIV a tamaño 1:1. Aquí encontrarás a los artesanos, ciudadanos y guerreros de la ciudad, vestidos con trajes auténticos. Además, la aldea medieval, Sundkøbing, también alberga un parque tecnológico inspirado en los inventos medievales/renacentistas, como algunos de los inventos de Leonardo da Vinci que los estudiantes pueden probar. En el parque tecnológico existe la posibilidad de reservar cursos.



Guedelon es una reconstrucción viva del Castillo de Saint-Fargeau en Francia. También es un centro de formación en habilidades patrimoniales. Guedelon ofrece cursos en los que, por ejemplo, se pueden seguir los pasos del constructor y explorar oficios, técnicas, conocer a los artesanos, etc.



Foto: <https://www.facebook.com/Guedelon/photos/3761200530627052>

## Juegos de rol en el museo

Un enfoque completamente diferente y muy motivador para la difusión del patrimonio cultural, las técnicas, los oficios, etc., puede ser a través de los llamados cursos de juegos de rol, en los que los alumnos se visten con trajes, reciben nuevos nombres y características y participan en una existencia antigua.



Imagen 1: En el casco antiguo de Aarhus (Dinamarca), los estudiantes pueden probar "Un día como niños en 1864". Fuente: [www.dengamleby.dk](http://www.dengamleby.dk) con permiso



Imagen 2: En la mansión Hessel, en Dinamarca, los estudiantes pueden intentar ser empleados como criados o compañeros en 1870. También conocen un acto con el estricto maestro de la mansión, el Sr. Christoffersen. Fuente: Museo Vestthimmerlands

Los cursos de juegos de rol, en los que los alumnos prueban y aprenden técnicas/artesanías, etc. proporcionan a los estudiantes una relación emocional con el pasado. A menudo se considera que es muy motivador para los alumnos aprender mediante juegos de rol y trabajos prácticos, en los que se siguen los procesos y los resultados, por ejemplo, la cocina, la matanza de cuerdas, la forja, etc.

## Conclusiones

Este folleto sobre la educación no formal en STEAM es el segundo resultado escrito de STEAMbuilders, un proyecto Erasmus+ que consiste en una colaboración entre Bélgica, Chipre, Dinamarca, Francia, Grecia, Eslovenia y España. El folleto se centra principalmente en las herramientas para el aprendizaje en una educación no formal, analizando la importancia y las dificultades de este enfoque.

En el primer capítulo, se analiza una introducción al enfoque no formal. Se examinan a fondo las herramientas de aprendizaje (principios y técnicas) y los ejemplos de experiencias educativas, siempre bajo el ámbito de su incorporación a los planes de estudio oficiales de STEAM.

A continuación, se consideran las diferencias entre la educación formal y la no formal, vinculándolos ambos enfoques en una experiencia educativa holística en STEAM. Además, un entorno de aprendizaje más práctico se adapta a las diversidades y necesidades especiales de los alumnos, a la vez que educa e implica a todos en el proceso. A través del patrimonio y la historia, el folleto presenta modelos positivos con los que los estudiantes pueden relacionarse.

Si queremos tener personas diversificadas y formadas, todas deben participar. La enseñanza basada en STEAM —utilizando los métodos y las prácticas correctas— puede ser especialmente útil para los alumnos con problemas especiales de aprendizaje. Quizás la enseñanza STEAM pueda incluso ayudar a abrir los ojos a todas las personas, independientemente de su diagnóstico, para que alcancen sus objetivos personales y educativos. Mientras seguimos navegando por un futuro incierto, las prácticas existentes en la enseñanza

experiencial y STEAM —como la exploración de museos o la experimentación con herramientas antiguas— reclaman una investigación sistemática para mejorarlas y convertirlas en material académico cotidiano inclusivo.

# Referencias

## Capítulo 1

1. Apprentissage dans le domaine des STEAM : des projets européens combinant science et arts, School Education Getaway, 2018, <https://www.schooleducationgateway.eu/fr/pub/latest/practices/steam-learning-science-art.htm>
2. Equipo de dotheGAP, Qué es la educación no formal y por qué es importante, 2018, <https://dothegap.com/blog/en/what-is-non-formal-education-and-why-it-is-important/>
3. Echosciences Occitanie, Un nuevo nombre y muchas pistas de acción: vuelta a la 3ª reunión del Polo Territorial de Referencia, 2018, <https://www.echosciences-sud.fr/communautes/pole-territorial-de-reference-en-occitanie/articles/un-nouveau-nom-et-de-nombreuses-pistes-d-action-retour-sur-la-3e-rencontre-du-pole-territorial-de-reference>
4. Mahira Spiteri, Los beneficios del aprendizaje no formal, Comisión Europea, 2016, <https://epale.ec.europa.eu/en/blog/benefits-non-formal-learning>
5. Manifestaciones Escolares 2021 - 2022, Ciencia Fermat, 2021, <https://www.fermat-science.com/activit%C3%A9s-scolaires/manifestations-scolaires/>
6. Par Sylvie Ann Hart, Apprentissage formel, informel, non-formel, des notions difficiles à utiliser.. pourquoi?, Observatoire competences - emplois, 2013 <https://dothegap.com/blog/en/the-benefits-of-non-formal-education-and-how-an-exchange-can-facilitate-them/>
7. Peter Bentsen, UDESKOLE IN SCANDINAVIA: Teaching and Learning in Natural Places, Children and Nature, 2013, <https://www.childrenandnature.org/resources/udeskole-in-scandinavia-teaching-learning-in-natural-places>
8. Youth Partnership, Vers la reconnaissance de l'éducation et de l'apprentissage non formels et du travail de jeunesse en Europe, 2011, [https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/47261818/Pathways\\_FR.pdf/d538631e-4b8e-42fd-9fe5-2931ba86a3d2](https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/47261818/Pathways_FR.pdf/d538631e-4b8e-42fd-9fe5-2931ba86a3d2)

## Capítulo 2

1. Bekerman, Z., y Silberman-Keller, D. (2004). Non-formal Pedagogy: Epistemología, retórica y práctica. *Education and Society*, 22, 45-63. <https://doi.org/10.7459/es/22.1.04>
2. Binazzi, A. (2016). El papel de la educación formal y no formal para el empoderamiento de los niños y como herramienta de prevención de la violencia. *Estudios Culturales Comparados - Perspectivas Europeas y Latinoamericanas*, 77-87 Páginas. <https://doi.org/10.13128/CCSELAP-19999>
3. Broome, K. (2018, 14 de febrero). *¿Quién inventó la escuela?* | *Science Trends*. <https://sciencetrends.com/invented-school-created-standardized-education/>
4. Carlson, S. (1998). *Pedagogía aplicada a la educación no formal*. [https://www.researchgate.net/publication/242495251\\_Pedagogy\\_Applied\\_to\\_No\\_nformal\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/242495251_Pedagogy_Applied_to_No_nformal_Education)
5. Dib, C. Z. (1988). Educación formal, no formal e informal: Conceptos/aplicabilidad. *AIP Conference Proceedings*, 173, 300-315. <https://doi.org/10.1063/1.37526>
6. Educación formal y no formal: Ensayo sobre la educación. (2015). *UKEssays.Com*. <https://www.ukessays.com/essays/education/formal-and-non-formal-education-education-essay.php>
7. Huston, M. (2008). *Una breve historia de la educación*. *Psychology Today*. <http://www.psychologytoday.com/blog/freedom-learn/200808/brief-history-education>
8. Kurtz-Costes, B. (2001). Families as Educational Settings. En N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 5275-5279). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/02373-1>
9. Ng, H. H. (2018). Hacia una síntesis de las pedagogías formales, no formales e informales en el aprendizaje de la música popular. *Research Studies in Music Education*, 42(1), 56-76. <https://doi.org/10.1177/1321103X18774345>
10. Spiteri, M. (2016, 18 de agosto). Los beneficios del aprendizaje no formal [Texto]. *EPALE - Comisión Europea*. <https://epale.ec.europa.eu/en/blog/benefits-non-formal-learning>
11. Tipos de educación: Formal, Informal y No Formal. (2019, 5 de febrero). *ExamPlanning*. <https://examplanning.com/types-education-formal-informal-non-formal/>
12. Vicente, A. (1982). Elementos cruciales para la planificación de la educación no formal y formal en los países en desarrollo. 235.
13. Qué es la educación formal? (2019, 15 de diciembre). A través de la educación.

<https://www.througheducation.com/everything-you-need-to-know-about-formal-education>

14. ¿Qué es el aprendizaje formal? - Glosario de aprendizaje en línea. (2016, 30 de agosto). Growth Engineering. <https://www.growthengineering.co.uk/what-is-formal-learning/>

### Capítulo 3

1. Birdwell, J., Scott, R., y Koninckx, D. (2015). Aprender haciendo. London: Demos
2. Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education, Creativity & Learning Thinking, In: European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE 2013 ), Université Toulouse le Mirail, Francia.
3. Churchill, D. (2003). Principios de diseño eficaces para el aprendizaje basado en actividades: El papel crucial de los "objetivos de aprendizaje" en la enseñanza de las ciencias y la ingeniería. Singapur: Instituto Nacional de Educación de la Universidad Tecnológica de Nanyang.
4. Haury, D., y Rillero, P. (1994). ¿Cuáles son los beneficios del aprendizaje práctico? ¿Cómo justificar un enfoque práctico? En *Perspectives of hands-on science teaching* (cap. 2). Extraído de [ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/contareas/science/eric/eric-2.htm](https://ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/contareas/science/eric/eric-2.htm)
5. Aprender haciendo. (2021, 22 de abril). Federación Unida de Profesores. <https://www.uft.org/news/feature-stories/awards-honors/learning-doing>
6. Sweller, J. (2016). Memoria de trabajo, memoria a largo plazo y diseño instruccional. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5, 360-367.

### Capítulo 4

1. Aprendizaje experimental - Recursos didácticos". Consultado el 3 de junio de 2021. <https://carleton.ca/edc/teachingresources/high-impact-practices/experiential-learning/>.
2. Ord John, John Dewey y el aprendizaje experiencial: Developing the theory of youth work, 2012, [tps://www.youthandpolicy.org/wp-content/uploads/2017/06/ord-yandp108.pdf](https://www.youthandpolicy.org/wp-content/uploads/2017/06/ord-yandp108.pdf).
3. Kisfalvi, Veronika, y David Oliver. 'Creating and Maintaining a Safe Space in Experiential Learning'. *Journal of Management Education* 39, 2015. <https://doi.org/10.1177/1052562915574724>.
4. Kolb, David. The Process of Experiential Learning'. En *Experiential Learning*:

- Experience as the Source of Learning and Development, 313-31, 2000.
5. Loveless, Becton. 'Experiential Learning: La guía completa'. Education corner. Consultado el 3 de junio de 2021.
  6. Reese, Hayne W. "El principio de aprender haciendo". Behavioral Development Bulletin 17, no. 1: 1, 2011.
  7. Schank, Roger C. Lo que aprendemos cuando aprendemos haciendo. (Informe técnico nº 60). Northwestern University, Institute for Learning Sciences, 1995.
  8. Voukelatou, G. The Contribution of Experiential Learning to the Development of Cognitive and Social Skills in Secondary Education: Un estudio de caso. Educ. Sci, 9, 127, 2019. <https://doi.org/10.3390/educsci9020127>.
  9. Williams, Morgan K. 'John Dewey en el siglo XXI', 12. 2017.
  10. Bates, A. W. Tony. '3.6 Aprendizaje experimental: Learning by Doing (2)'. En Teaching in a Digital Age. Tony Bates Associates Ltd, 2015.
  11. Cormany, Dan, y Andrew Hale Feinstein. Implementation of Effective Experiential Learning Environments'. Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL Conference 35, 2008. <https://journals.tdl.org/absel/index.php/absel/article/view/386>.
  12. Roger C. Schank, What we learn when we learn by doing, Institute of the Learning Sciences Northwestern University, 1995, [http://cogprints.org/637/1/LearnbyDoing\\_Schank.html](http://cogprints.org/637/1/LearnbyDoing_Schank.html).
  13. Hayne W. Reese, The Learning by Doing Principle, 2011, <https://doi.org/10.1037/h0100597>.
  14. Morgan K. Williams, John Dewey en el <sup>st</sup>siglo XXI, 2017, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1158258.pdf>.
  15. Teaching in a Digital Age, Capítulo 3, Open Text Bc, (n.d.) <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/chapter/4-4-models-for-teaching-by-doing/>.
  16. Becton Loveless, Experiential Learning: The Complete Guide, Education Corner, (n.d.), <https://www.educationcorner.com/experiential-learning-guide.html>.

## Capítulo 5

### Parte 5.1.1

1. Af Anne Katrine Gjerløff, Løgn og Levn - arkæologi og det historiske kildebegreb, 1999, <http://www.archaeology.dk/upl/13338/AF12.AnneKatrineGjerlff.pdf>
2. Paludan Helge, Historien bliver videnskab, (n.d.), [https://denstoredanske.lex.dk/historie\\_\(Historien\\_blicher\\_videnskab\)](https://denstoredanske.lex.dk/historie_(Historien_blicher_videnskab))

3. Pietas, Jen y Poulsen, Jens Aage: Editores de Historia pp.30-33
4. Pietas, Jens y Poulsen, Jens Aage: Editor de Historia, Hans Reitzels Forlag 2019, páginas 40-42
5. Pietas, Jens y Poulsen, Jens Aage: Editores de Historia 11-30.
6. Pietas, Jens y Poulsen, Jens aage: Editores de historia p.
7. Tácito, Publio Cornelio: "Germanina", comentado y traducido por Allan S. Lund, Wormianum, 2016

### Parte 5.1.2

1. Cohen, Daniel J. y Roy Rosenzweig. (2005) *Digital History: A Guide to Gathering, Preserving, and Presenting the Past on the Web*. Filadelfia: University of Pennsylvania Press.
2. Galgano, M. J., Arndt, J. C., & Hyser, R. M. (2008). *Haciendo historia: Research and writing in the digital age*. Boston, MA: Thomson Wadsworth.
3. Fallows, J. (2013). Los 50 mayores avances desde la rueda, *The Atlantic*, <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2013/11/innovations-list/309536/>
4. Proceso Haber, *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Haber\\_process](https://en.wikipedia.org/wiki/Haber_process)
5. DiscoverTec, La evolución de la tecnología: Pasado, presente y futuro <https://www.discovertec.com/blog/evolution-of-technology>
6. Rotherbeng Gritz Jennie, Ranting Against Cant, *The Atlantic*, <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2013/11/innovations-list/3095>

### Parte 5.1.3

1. Cantrell, S. (2015). *Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas: elementos clave en la evolución de la culpa del arte contemporáneo*. Universidad George Mason, Fairfax.
2. Chorobate <https://en.wikipedia.org/wiki/Chorobates>
3. Dióptrico de Heron <https://en.wikipedia.org/wiki/Dioptra>
4. Elepoli <https://it.wikipedia.org/wiki/Elepoli>
5. Gastraphetes <https://en.wikipedia.org/wiki/Gastraphetes>
6. La turbina de vapor de Heron <https://en.wikipedia.org/wiki/Aeolipile>
7. Mesolabio <https://second.wiki/wiki/mesolabio>
8. Cuentakilómetros <https://en.wikipedia.org/wiki/Odometer>
9. Onagro [https://en.wikipedia.org/wiki/Onager\\_\(arma\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Onager_(arma))
10. Rossi, C., Russo, F., & Russo, F. (2009). *Los inventos de los antiguos ingenieros: Precursores del presente*. Dordrecht: Springer.

11. Cruz de topógrafo <https://amhistory.si.edu/surveying/type.cfm?typeid=6>
12. El lanzallamas de Beocia <http://kotsanas.com/gb/exh.php?exhibit=140100>
13. El mecanismo de Antikythera  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera\\_mechanism](https://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism)
14. Wikander, Örjan (1985), Archaeological Evidence for Early Water-Mills. An Interim Report, History of Technology

### Parte 5.1.4

1. Boyer, C. B., y Merzbach, U. C. (2011). Una historia de las matemáticas. Wiley
2. Folkerts, Menso, Gray, Jeremy John, Fraser, Craig G., Knorr, Wilbur R. y Berggren, John L.. (2021) "matemáticas". *Encyclopedia Britannica*, 9 nov. 2020,  
<https://www.britannica.com/science/mathematics>.
3. Mathigon. (n.d.). Timeline of Mathematics -. <https://mathigon.org/timeline>
4. Struik, D., J. (1987). A Concise History of Mathematics: Fourth Revised Edition (Dover Books on Mathematics), Dover Publications

## Capítulo 6

1. EuroClio - Inspiring History and Citizenship Educators,(n.d.)  
<https://euroclio.eu/wp-content/uploads/2016/02/Analysis-Report-of-Existing-Resources-and-Recommendations.pdf>
2. 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=Inclusion%3A%20Another%20Way%20to%20Educate,separate%20classes%20remain%20the%20norm>
3. EcomXSEO. (2020, 20 de marzo). *La enseñanza multisensorial llega a todo tipo de alumnos*. Good Sensory Learning.  
<https://goodsensorylearning.com/blogs/news/multisensory-learners>
4. EDA - Asociación Europea de Dislexia. (n.d.). *¿Qué es la dislexia? Asociación Europea de Dislexia* - Organización paraguas de las organizaciones de dislexia en Europa. <https://eda-info.eu/what-is-dyslexia/>
5. Erin E. Peters-Burton, Sharon J. Lynch, Tara S. Behrend y Barbara B. Means. (2014, 10 de enero). *Diseño de escuelas secundarias STEM inclusivas: 10 componentes críticos*. Taylor & Francis.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405841.2014.862125>

6. INSERM. (2019, 24 de octubre). *Problemas específicos de los aprendices*. Inserm - La science pour la santé. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-specifiques-apprentissages>
7. Jennifer Gnagey, Stéphane Lavertu. (2016, 26 de mayo). *El impacto de las escuelas secundarias STEM inclusivas en el rendimiento de los estudiantes*. SAGE Journals. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2332858416650870>
8. 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/>
9. L'APEDA. (n.d.). *Les différents Troubles*. APEDA Belgique | Association belge de Parents et Professionnels pour les Enfants en Difficulté d'Apprentissage. <https://www.apeda.be/comprendre-troubles-dys/les-differents-troubles/>
10. LaForce, M., Noble, E., King, H. et al. (2016, 21 de marzo). Los ocho elementos esenciales de las escuelas secundarias STEM inclusivas. International Journal of STEM Education. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>
11. Lilla Dale McManis (PhD). (2020, 2 de septiembre). *La educación inclusiva: Definición, ejemplos y estrategias de aula*. ResilientEducator.com. <https://resilienteducator.com/classroom-resources/inclusive-education/>
12. Michael Bates. (s.f.). Multisensory learning and teaching for dyslexic students. Dyslexia Reading Well. <https://www.dyslexia-reading-well.com/multisensory-learning.html>
13. Foro de la Ciencia del Patrimonio Nacional. (2021, 11 de marzo). Aumentar el compromiso con la ciencia del patrimonio en la edad escolar, la ciencia del patrimonio, realidad no ficción. <https://nationalheritagescienceforum.wordpress.com/2021/03/12/increasing-engagement-with-heritage-science-at-school-age/>
14. Ralph P Ferretti, Charles MacArthur. (2001, febrero). *Teaching for historical understanding in inclusive classrooms*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/258166501\\_Teaching\\_for\\_Historical\\_Understanding\\_in\\_Inclusive\\_Classrooms](https://www.researchgate.net/publication/258166501_Teaching_for_Historical_Understanding_in_Inclusive_Classrooms)
15. Ren Hullender (PhD), Holly Hoffman (PhD), Julie Cunningham (MA). (2016, marzo). *STEAM: Creando un entorno de inclusión e innovación*. Campus Compact for Michigan - Educating Citizens. Building Communities. <https://micampuscompact.org/wp-content/uploads/large/sites/34/2017/06/CMU-STEAM-White-Paper-March-2016.pdf>

16. 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/>
17. Yeo, D. (2008). *Dyslexia, dyspraxia and mathematics*. John Wiley & Sons.

## Capítulo 7

1. Ejbye-Ernst, N, (2012) Pædagogers formidling af naturen i naturbørnehaver. Emdrup: Ph. d.afhandling. Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.
2. Fagerstam, E. (2014). experiencia de los profesores de secundaria sobre el potencial educativo de la enseñanza y el aprendizaje al aire libre. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, Fiskum, T. A., & Jacobsen, K. (2013). La educación al aire libre da menos demanda
3. Grahn, P. m.fl (1997) Ute på dagis. *Stadt og land* nr. 145. Movium og institut för landskabsplanering, Sveriges Lantbruksuniversitet Alnap 1997.
4. Herholdt, L.(2005). La enseñanza del danés alrededor de la mesa del profesor y bajo las copas de los árboles. Copenhagen:
5. <http://innovationsteam.weebly.com/>
6. Jolly Anne, Museo Tusculum's Forlag y Departamento de Ciencias del Ejercicio y del Deporte
7. Jordet, Arne (2007 ). Nærmiljøet som klasserum. En undersøgelse om uteskolens didaktikk i et dannelsesteoretisk og erfaringspedagogisk perspektiv ( Local community as a classroom) Doctoral Diss.University of Oslo.
8. Jordet, Arne (2010). Klasserommet utenfor-tilpasset opplæring opplæring i et utvidet læringsrom. Cappelen's Forlag Louise Klinge: Competencia relacional/conocimiento interpersonal
9. Lego education, ¿Busca una forma de ofrecer actividades de aprendizaje en casa para niños de todas las edades?, <https://education.lego.com/en-gb/homeschool#tips-and-ideas>
10. Los escolares y los grupos de niños de las nuevas fórmulas para 2021, Guedelon, 2021, <https://www.guedelon.fr/en/les-scolaires-et-les-groupes-d-enfants>
11. Louritsen Helle, Ny kandidatuddannelse til naturfagslærere, <https://www.uvm.dk/statistik/grundskolen/elever/elevtal-i-grundskolen>
12. Centro Middelalder, 2020, <https://middelaldercentret.dk/wp-content/uploads/2020/05/Middealdercentret-Complete-Magazine-PROD-for-printing-final-II.pdf>

13. Competencia relacional/conocimiento interpersonal y habilidades sociales.  
Características, condiciones y perspectivas (Lærerens Relations Kompetence-  
Kendetegn, Betingelser og Perspektiver) Dafolo 2019.
14. STEM vs. STEAM: ¿tienen cabida las artes? 2014, edweek.org

\*La definición de "Udeskole" es comúnmente aceptada como definición oficial.  
Ser "asesor de Udeskole" es un curso creado por la Universidad de Copenhague,  
Dinamarca.