

E-Book pedagógico

para exposiciones en enseñanza y aprendizaje STEM

mediante el uso de métodos de co-creación

Tabla de contenido

Introducción a las exposiciones en educación y exposiciones en STEM	3
Capítulo I: Beneficios de las Exposiciones como herramienta pedagógica y de aprendizaje (inclusividad de los alumnos con Dislexia).....	8
Capítulo II: Tipos de aprendizaje (aprendizaje experimental; ABP).....	18
Capítulo III: Co-creación en STEM	31
El capítulo IV: Explorar lo digital, lo físico, lo ficticio, la tecnología y el software para la creación digital de arte	42
Capítulo V: Buenas prácticas en entornos similares de la UE	57
Conclusiones:	66
Referencias de los capítulos	68

Tabla de figuras

Figura 1: Imagen de dibujos animados de estudiantes procedente de Freepik (freepik.com).....	4
Figura 2: Imagen de Canva para la educación STEM	5
Figura 3: Exposición en una escuela griega (Escuela secundaria de Proastio Karditsa).....	8
Figura 4: Dislexia-niños-Stem. (De https://www.sdsquared.org/).....	9
Figura 5: Funciones de los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro. (https://www.stepbystepdyslexiasolutions.com/)	10
Figura 6: Este diagrama destaca la conexión entre la identificación de la dislexia y el Currículo para la Excelencia (de https://www.open.edu/openlearncreate)	11
Figura 7: Disco líquido pitagórico, equilibrio pitagórico y rompecabezas de descomposición pitagórica en [Meet Math Museum] (https://www.mathcom.wiki/)	12
Figura 8: El tablero de exhibición de un proyecto de feria de ciencias.....	12
Figura 9. Exposición en una escuela griega (Escuela secundaria de Proastio Karditsa).....	13
Figura 10: Exposición en una escuela griega (Escuela secundaria de Proastio Karditsa).....	13
Figura 11: Matemáticas en la etapa (https://leverageedu.com/blog/mathematics-movies/).....	14
Figura 12: grupo de estudiantes participan en un rol teatral «Esperando una entrevista de trabajo». 14	
Figura 13: Nadja Vohradsky – Sliceforms (https://www.maths.ox.ac.uk/about-us/art-and-oxford-mathematics/oxford-mathematics-online-exhibition-2020)	15
Figura 14: Museo Nacional de Matemáticas (https://momath.org/)	17
Figura 15: Seis modelos de estilos de aprendizaje prominentes (Hawk, Shah, 2007)	19
Figura 16: Estilos de aprendizaje de VARK	19
Figura 17: Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb	24
Figura 18: Estilos de aprendizaje de Kolb	25
Figura 19: Elementos esenciales del aprendizaje basado en proyectos	29
Figura 20: Arte de la imagen moderna (Crédito de la imagen: Getty Images / lithiumcloud)	39
Figura 21: Combinación física y digital de la exposición de arte (fuente www.behance.net)	46
Figura 22: Imagen digital Creación artística (fuente: https://www.lifewire.com/best-digital-art-software-4705458)	43
Figura 23: Diagrama de pasos para una implementación correcta	49
Figura 24: Tipos de actividades físicas (fuente: https://newsinhealth.nih.gov/2020/07/personalized-exercise).....	54
Figura 25: Logotipo del proyecto PERFORM tomado del sitio web del proyecto (http://www.perform-research.eu/)	58
Figura 26: Logotipo del proyecto I-STEM extraído del sitio web del proyecto (https://istem-project.eu/)	59
Figura 27: Logotipo del proyecto STE(A)M IT tomado del sitio web del proyecto (https://steamit.eun.org/).....	60
Figura 28: Logotipo de STEAMBUILDERS extraído del sitio web del proyecto (https://steambuilders.eu/)	61
Figura 29: Enlace a la plataforma VXDesigners tomado del sitio web del proyecto (https://vxdesigners.eu/)	62
Figura 30: Logotipo del proyecto DLaB, tomado de https://dlaberasmus.com/	63
Figura 31: Logotipo del proyecto STEAMonEdu tomado de https://steamonedu.eu/	64
Figura 32: Proyecto de elección, fuente https://www.euchoice.eu/	65

Introducción a las exposiciones en educación y exposiciones en STEM

En un mundo en el que la mayoría de nuestras actividades cotidianas dependen cada vez más de las materias STEM y de los empleos orientados a estas materias, se ha producido un aumento significativo de la necesidad de mejorar la educación en estos ámbitos. Andrews (2015) especula que la retórica en torno a los empleos STEM se traduce en "empleos para el futuro", y el Foro Económico Mundial (2016) determina que la alfabetización STEM es una medida de la preparación futura de los países (Sheffield, Koul, Blackley, Fitriani, Rahmawati & Resek 2018, p 67). De ahí que sea vital atraer a más estudiantes hacia las carreras orientadas a STEM.

¿Qué es la educación STEM?

La educación STEM en su esencia, significa educar a los estudiantes en las cuatro disciplinas que componen su nombre (Ciencia, Tecnología, Educación y Matemáticas). En lugar de formar a los alumnos en cada disciplina por separado, STEM combina las cuatro en un enfoque interdisciplinar (Myhill, 2020). Sin embargo, la educación STEM ha experimentado una gran reforma en la actualidad, con la integración de asignaturas artísticas y la enseñanza con estilo artístico, creando el enfoque educativo **STEAM** (A, que ahora significa Artes).

¿Cómo beneficia STEAM a las asignaturas STEM y no STEM?

La integración de las asignaturas artísticas y, por consiguiente, los métodos de enseñanza de estilo artístico han beneficiado enormemente tanto a la educación STEM como a la no STEM. Para comprender los beneficios de la educación STEAM, debemos entender el concepto de habilidades duras y blandas y el papel que desempeñan en la educación. Las habilidades **duras** son habilidades que se han adquirido y mejorado a través de la educación y la experiencia (Connett, 2023). Son habilidades, capacidades y conjuntos de destrezas específicas que un individuo aprende y realiza en tareas específicas de su trabajo (Gillis, 2023). Por otra parte, las **competencias interpersonales** son más conductuales que técnicas. Son habilidades interpersonales que permiten a las personas comunicarse con otras, y atributos personales que ayudan a los miembros de un equipo a interactuar entre sí y a tener éxito en sus tareas (Kenton, 2023). Por lo tanto, las asignaturas STEM están limitadas por las habilidades duras, lo que hace que los estudiantes piensen de forma más mecánica, trabajen en el objetivo de su asignatura y no promuevan el trabajo colaborativo y el debate. Mediante la incorporación de las soft-skills artísticas, los estudiantes de STEM son capaces de aprender nuevas formas de trabajar en torno a una asignatura objetiva e innovar en su trabajo. Lo mismo puede decirse de los estudiantes no STEM que, hasta ahora, han estado más orientados a las soft-skills. Por lo tanto, también pueden beneficiarse del aprendizaje de hard-skills y formarse de una manera interdisciplinar diferente. Gracias a esta nueva forma de enseñar las asignaturas STEAM, también se han empezado a realizar exposiciones como forma de educación no formal.

Las exposiciones se utilizan como práctica educativa habitual para mejorar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de reflexión del público (VXDesigners, 2020). Además, ofrecen una plataforma a los estudiantes que les permite presentar sus ideas y perfeccionar sus habilidades vinculando su aprendizaje y sus conocimientos prácticos. Mediante las exposiciones, los estudiantes pueden centrarse en abordar áreas de estudio a través de la creación y presentación de modelos (Experifun Educational Solutions Pvt. Ltd., 2018). Los museos y las exposiciones son vitales para el aprendizaje informal. Ofrecen un potencial sin explotar para comunicar información social, cultural y científica, corregir conceptos erróneos y mejorar actitudes y habilidades cognitivas (SchoolEducationGateway, 2021), lo que permite una experiencia más práctica que mejora la comprensión del público de los conceptos presentados.

Conectar las materias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con métodos derivados de las materias artísticas, como las exposiciones, es una forma estupenda de incorporar al público no STEM atrayendo a un mayor número de personas a la vez que se les educa. El público no STEM puede beneficiarse significativamente de las exposiciones sobre temas STEM simplemente porque pueden ser una fuente fiable de información para ellos. Debido a la facilidad de acceso que Internet ha proporcionado en la era digital moderna, se ha producido un notable aumento de la desinformación, especialmente en el sector STEM. Por lo tanto, las exposiciones STEM tienen la capacidad de proporcionar información precisa a su público, ayudando a detener la propagación de esta información falsa. Dependiendo del tipo de exposición STEM, se pueden presentar diferentes oportunidades educativas al público. Por ejemplo, los museos científicos pueden abarcar muchas materias STEM diferentes, ya que suelen organizar exposiciones sobre todas las ciencias implicadas. Otro ejemplo serían las exposiciones de tecnología y/o ingeniería, que pueden ofrecer a su público nueva información sobre la investigación y la innovación en cada sector respectivo.



Figura 1: Imagen de dibujos animados de estudiantes procedente de Freepik (freepik.com)

Exposiciones y estudiantes:

El uso de exposiciones en STEM también ha demostrado ser más eficaz a la hora de aumentar el interés y la motivación de los estudiantes por seguir los campos STEM como carrera profesional (Fundación ARTeria, 2020). Las exposiciones ofrecen una gran variedad de oportunidades para arrojar luz sobre temas científicos. Pueden atraer a estudiantes de todas las disciplinas educativas gracias a la flexibilidad que ofrecen a la hora de crearlas. Las exposiciones en la educación STEM también han demostrado ser

eficaces para promover el interés y la motivación de los estudiantes en los campos STEM (Wahono, Lin & Chang, 2020). Teniendo exposiciones comisariadas por los estudiantes (SCE), los estudiantes pueden obtener información sobre los temas que están investigando (Kampschulte & Parchmann, 2015, p 462). Pueden ayudar a desarrollar las habilidades conocidas como las "4C": pensamiento crítico, comunicación, colaboración y creatividad (Kampschulte & Parchmann, 2015, p 479).

Las exposiciones pueden ofrecer a los alumnos una forma interactiva y atractiva de aprender sobre una materia o un tema concretos. El desarrollo de una exposición puede ofrecer a los estudiantes un entorno de aprendizaje con múltiples niveles. De este modo, se puede impulsar a los estudiantes en el desarrollo de habilidades, como la gestión de proyectos y el pensamiento crítico, apoyándoles en su vida privada y laboral y permitiéndoles formar parte de una sociedad global, habilidades que normalmente no se abordan en la escuela (Kampschulte & Parchmann, 2015, p 462).

Exposiciones y profesores:

La escuela tiene un impacto decisivo en el desarrollo del conocimiento y las interacciones sociales. Es un ámbito de formación de identidades, características y personalidades, y este proceso desempeña un papel vital en la configuración de la sociedad. Sin embargo, las vías educativas formales pueden ser limitantes y no satisfacer las expectativas e intereses de los alumnos, lo que dificulta mucho la labor de los profesores de mantener a los alumnos motivados e interesados en sus temas. Por eso, las vías educativas no formales, como las exposiciones, pueden ayudar tanto a los alumnos como a los profesores (Fundación ARTeria, 2020).

Con la integración de las asignaturas de Arte y STEM, los profesores pueden emplear distintos enfoques a la hora de desarrollar exposiciones, haciendo que estos temas resulten más atractivos para su público. Esto, a su vez, es vital para restablecer el interés de los estudiantes por las asignaturas STEM, permitiendo a los profesores impartirles conocimientos de manera más eficiente.



Figura 2: Imagen de Canva para la educación STEM

Exposiciones en STEM:

Desarrollar una SCE sobre un tema STEM específicamente, ofrece muchas oportunidades para entrenar diversas habilidades. Se ha afirmado que existe una conexión entre el arte y las materias STEM. El uso de exposiciones permite que esta relación se exprese de forma diversa y que un público más amplio consuma conocimientos (Karch, 2021). La investigación ha demostrado (Cesar, 2008) que las exposiciones permiten a los estudiantes de distintos niveles de competencia progresar mejor en sus trayectorias académicas (Karch, 2021). Las destrezas en las que se centra el aprendizaje basado en la indagación, utilizado en las exposiciones, son las destrezas fundamentales que se requieren a la hora de diseñar dichas exposiciones. Los estudiantes tienen que gestionar su propia investigación, "formular preguntas, planificar su actividad y extraer y justificar conclusiones sobre lo que han aprendido" (Kuhn, Black, Keselmann & Kaplan, 2000, p.497) (Kampschulte & Parchmann, 2015, p. 464-465). Lai (2018) concluyó en su estudio que los rendimientos académicos en STEM habían aumentado considerablemente gracias al aprendizaje basado en la indagación y recomendó que se siguiera promoviendo este método de enseñanza (Lai, 2018, p 115).

Las SCE ofrecen la oportunidad de aprender a buscar fuentes fiables, recabar distintas opiniones sobre el tema y reflexionar sobre sus conclusiones durante la preparación de las exposiciones de los alumnos. Además, las SCE fomentan las habilidades de cooperación y colaboración, ya que no pueden prepararse fácilmente en solitario, y los estudiantes deben formar equipos y delegar tareas entre ellos. En resumen, las SCE se consideran el entorno perfecto para formar y reflejar las habilidades de los estudiantes debido a la diversidad y cantidad de tareas que conlleva su desarrollo. (Kampschulte y Parchmann, 2015, p. 466).

Hay muchas exposiciones en los campos STEM. Estas exposiciones pueden utilizarse para mostrar y educar sobre los últimos avances e innovaciones en ciencia y tecnología, al tiempo que permiten a su público tener una experiencia más práctica y aprender sobre conceptos científicos complejos.

En cuanto a las asignaturas STEM, como las matemáticas, los educadores se interesan cada vez más por la enseñanza en entornos informales. El uso de métodos interdisciplinarios, como las exposiciones, les permite utilizar entornos ajenos al aprendizaje que fomentan las capacidades de los alumnos que tienen dificultades para aprender en el sistema de clases más tradicional (Vainikainen, 2015, p. 15).

El dilema al que se enfrentan los educadores es si las exposiciones pueden promover el aprendizaje de las materias que los educadores tienen la misión de enseñar. Éste es también uno de los mayores retos para los entornos de aprendizaje abiertos, como los centros de ciencias (Salmi 1993, 2003; Salmi, Sotiriou y Bogner 2009). Sin embargo, se ha demostrado que las exposiciones ayudan a mantener la motivación y el interés de los alumnos, lo que permite a los profesores tener un mayor tirón sobre sus alumnos e impartirles conocimientos. (Braund & Reiss, 2004; Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995; Frantz-Pittner, Grabner, & Bachmann, 2011; Salmi 2003; Thuneberg, Salmi, & Vainikainen, 2014)

(Vainikainen, 2015, p. 16). La utilización de exposiciones para el aprendizaje curricular permite a los profesores guiar a los alumnos hacia objetivos educativos específicos determinados por los profesores (Hauan & Kolsto, 2014, p. 99), permitiendo, a su vez, que los alumnos se mantengan centrados.

Resultados del aprendizaje:

Se ha introducido la importancia de las exposiciones en la educación y en la educación STEM. Las siguientes secciones de la guía explorarán los siguientes temas:

- **Ventajas de las exposiciones como herramienta pedagógica (inclusión de los alumnos con dislexia)**
- **Tipos de aprendizaje (aprendizaje experimental; ABP)**
- **Cocreación en STEM**
- **Explorar lo digital, lo físico, lo ficticio y la tecnología y el software para la creación digital de arte.**
- **Buenas prácticas en entornos similares de la UE**

Capítulo I: Beneficios de las Exposiciones como herramienta pedagógica y de aprendizaje (inclusividad de los alumnos con Dislexia)

Introducción

Las exposiciones son una herramienta popular en la educación porque pueden proporcionar una experiencia de aprendizaje muy atractiva e interactiva. En lugar de limitarse a leer sobre un tema en un libro de texto, los alumnos pueden ver y experimentar la información de primera mano a través de exposiciones, exhibiciones y demostraciones.

Beneficios de las exposiciones en el proceso de aprendizaje

Una de las principales ventajas de las exposiciones es que pueden diseñarse para adaptarse a diversos estilos de aprendizaje. Por ejemplo, algunos estudiantes pueden ser alumnos visuales que se benefician de ver imágenes, gráficos y vídeos. Otros pueden ser estudiantes cinestésicos que prefieren aprender a través de actividades prácticas y de la exploración. Al incorporar distintos tipos de exposiciones, éstas pueden ayudar a captar la atención de alumnos que, de otro modo, tendrían dificultades para aprender con los métodos de enseñanza tradicionales.



Figura 3: Exposición en una escuela griega (Escuela secundaria de Proastio Karditsa)

Las exposiciones también pueden ser muy eficaces para fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas. En lugar de limitarse a recibir información, los alumnos pueden interactuar con las exposiciones, hacer preguntas y sacar sus propias conclusiones basándose en las pruebas que ven.

Otra ventaja es que pueden utilizarse para fomentar el aprendizaje social. Los estudiantes pueden aprender los unos de los otros trabajando en grupos o parejas para explorar las exposiciones y comprometerse con el material, así como desarrollar sus capacidades de comunicación y colaboración. Pueden utilizarse para crear comunidad y fomentar la colaboración entre los alumnos.

Además, las exposiciones pueden utilizarse para enseñar una amplia gama de materias, desde la ciencia y la tecnología hasta la historia y las artes. Las exposiciones también pueden diseñarse para alumnos de distintas edades, procedencias y capacidades, lo que las convierte en una herramienta versátil para los educadores.

También pueden ayudar a que el aprendizaje sea más relevante y significativo para los alumnos, proporcionándoles ejemplos del mundo real y conexiones con sus vidas. Por ejemplo, una exposición sobre energía sostenible puede incluir exposiciones interactivas que muestren cómo funcionan los paneles solares, o una exposición de historia puede incluir artefactos y fuentes primarias que ayuden a los alumnos a comprender el contexto y la importancia de los acontecimientos históricos.

Por último, este método de aprendizaje puede utilizarse para fomentar la creatividad y animar a los alumnos a pensar de forma crítica y analítica. Las exposiciones suelen incluir actividades prácticas y muestras interactivas que desafían a los alumnos a explorar nuevas ideas y establecer conexiones entre distintos elementos de información. Este tipo de aprendizaje activo puede ser especialmente eficaz para ayudar a los alumnos a desarrollar su capacidad de pensamiento crítico.

Cómo utilizar las exposiciones en beneficio de los alumnos con dislexia

Para que las exposiciones sean inclusivas para los alumnos con dislexia, pueden emplearse varias estrategias. Por ejemplo, las exposiciones pueden diseñarse para que sean muy visuales, con gráficos e imágenes claros que transmitan la información de forma fácil de entender. Las exposiciones también pueden estructurarse de forma que ofrezcan múltiples puntos de entrada, permitiendo a los alumnos explorar la información de la forma que mejor se adapte a sus necesidades.



Figura 4: Dislexia-niños-Stem. (De <https://www.sdsquared.org/>)

Además, las exposiciones pueden diseñarse para que sean muy interactivas, con muchas oportunidades para que los alumnos se involucren con el material de forma práctica. Esto puede ser especialmente útil

para los estudiantes con dislexia, que pueden tener dificultades para mantener el interés con formas más pasivas de instrucción.

Ventajas de las exposiciones para los alumnos con dislexia

Una de las ventajas de las exposiciones como herramienta pedagógica para los alumnos disléxicos es que pueden ayudar a fomentar la creatividad y animar a los alumnos a pensar con originalidad. Las exposiciones suelen permitir a los alumnos ver las cosas de una forma nueva, explorar diferentes perspectivas y establecer conexiones entre elementos de información aparentemente dispares. Para los estudiantes disléxicos, que pueden tener dificultades con formas más tradicionales de instrucción, este tipo de pensamiento creativo puede ser especialmente valioso.

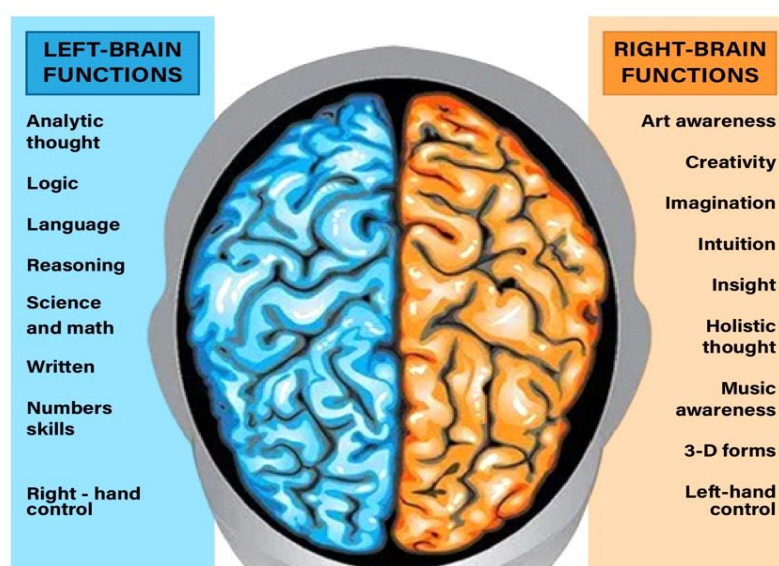


Figura 5: Trabajos de los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro. (<https://www.stepbystepdyslexiasolutions.com/>)

Las exposiciones también pueden ayudar a aumentar la confianza y la autoestima de los alumnos con dislexia. Muchos alumnos disléxicos pueden sentirse desanimados o frustrados por sus dificultades con la lectura y la escritura, pero las exposiciones les ofrecen una plataforma para mostrar sus puntos fuertes y su talento. Al crear exposiciones que destaquen sus habilidades y perspectivas únicas, los alumnos disléxicos pueden sentirse orgullosos y realizados, lo que puede ayudarles a aumentar su confianza y motivación.

Además, las exposiciones pueden proporcionar a los alumnos disléxicos un sentimiento de propiedad y control sobre su aprendizaje. Al permitirles participar activamente en la creación y el diseño de las exposiciones, pueden sentirse dueños y responsables de su aprendizaje. Esto puede ser un estímulo para los alumnos disléxicos, que pueden sentir que tienen poco control sobre sus experiencias académicas en las aulas más tradicionales.

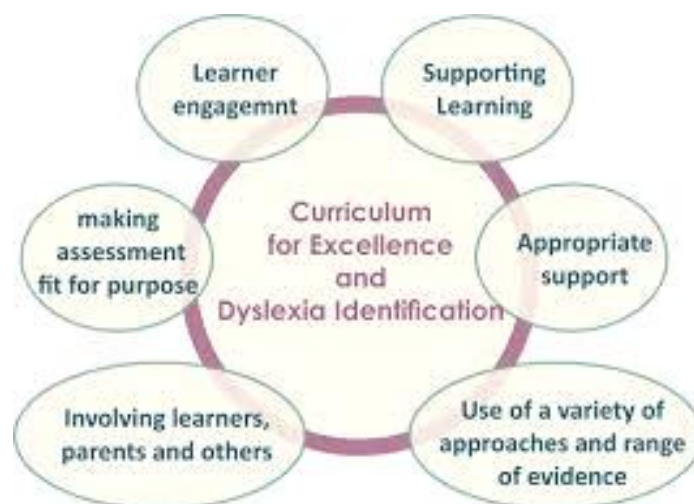


Figura 6: Este diagrama destaca la conexión entre la identificación de la dislexia y el Currículo para la Excelencia (de <https://www.open.edu/openlearncreate>)

En general, las exposiciones pueden proporcionar a los alumnos disléxicos una experiencia de aprendizaje muy atractiva, interactiva e integradora. Al adaptar las exposiciones a las necesidades e intereses de los alumnos, los educadores pueden crear una experiencia de aprendizaje que sea eficaz y agradable para todos.

Es importante recordar que las exposiciones no son más que una herramienta de la caja de herramientas pedagógicas. Aunque pueden ser muy eficaces en determinadas situaciones, puede que no sean la mejor opción para todas las asignaturas o todos los alumnos. Al igual que con cualquier otro método de enseñanza, es importante tener en cuenta las necesidades individuales y los estilos de aprendizaje de los alumnos y adaptar la instrucción en consecuencia.

Tipos de exposiciones:

Las exposiciones pueden adoptar muchas formas, desde exhibiciones en museos y ferias de ciencias hasta exposiciones en las aulas. He aquí algunos ejemplos de cómo pueden utilizarse las exposiciones como herramienta pedagógica:

Exposiciones en museos: Muchos museos tienen exposiciones diseñadas específicamente con fines educativos. Por ejemplo, un museo de historia puede exponer un periodo de tiempo o un acontecimiento concreto, mientras que un museo de ciencias puede exponer un concepto científico determinado. Estas exposiciones pueden ser muy interactivas, con actividades prácticas y demostraciones que permiten a los alumnos familiarizarse con el material de forma divertida y educativa.

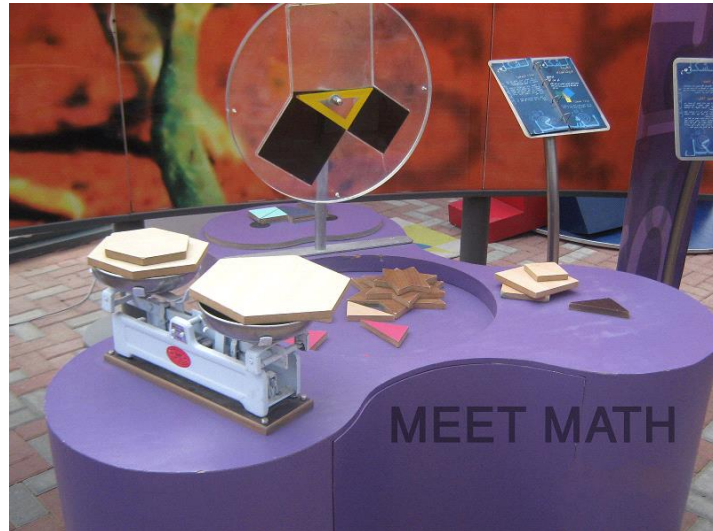


Figura 7: Disco líquido pitagórico, balanza pitagórica y rompecabezas de descomposición pitagórica en [Conoce el Museo de las Matemáticas] (<https://www.mathcom.wiki/>)

Ferias de ciencias: Las ferias de ciencias son una forma popular de que los estudiantes exploren conceptos científicos y realicen experimentos. Mediante la creación de una exposición que muestre su trabajo, los estudiantes pueden demostrar sus conocimientos y relacionarse con otras personas interesadas en los mismos temas. Las ferias de ciencias pueden ser especialmente eficaces para fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, ya que los alumnos deben diseñar y realizar sus propios experimentos y sacar sus propias conclusiones basándose en las pruebas que recojan.

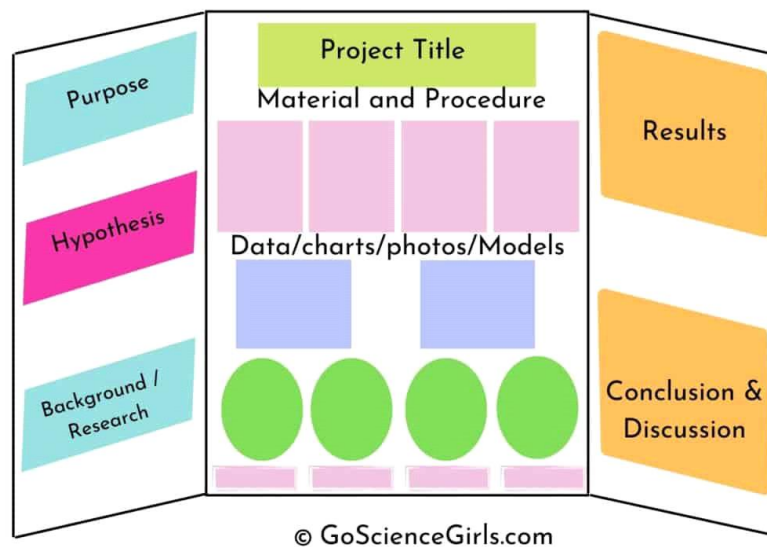


Figura 8: El tablero de exhibición de un proyecto de feria de ciencias

Exposiciones en el aula: En el aula, las exposiciones pueden servir para mostrar el trabajo de los alumnos o para proporcionar ayudas visuales que ayuden a ilustrar conceptos clave. Por ejemplo, un profesor de ciencias sociales puede tener una exposición en la que se muestren las diferentes culturas del mundo,

mientras que un profesor de lengua y literatura puede tener una exposición en la que se muestren diferentes géneros literarios. Al crear exposiciones visualmente atractivas e informativas, los profesores pueden ayudar a que el material sea más accesible e interesante para los alumnos.

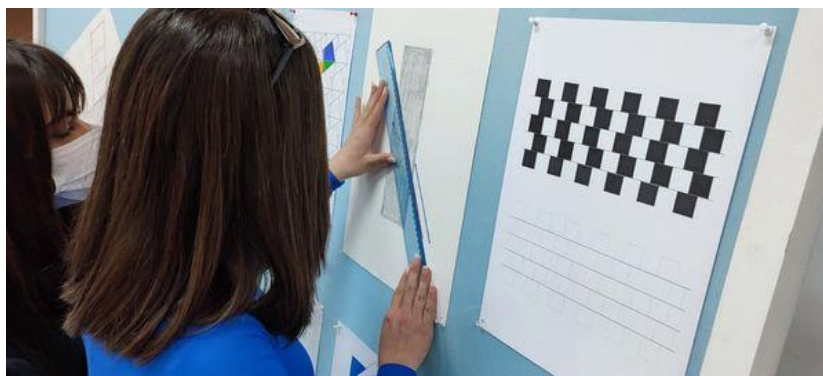


Figura 9. Exposición en una escuela griega (Escuela secundaria de Proastio Karditsa)



Figura 10: Exposición en una escuela griega (Escuela secundaria de Proastio Karditsa)

El teatro: El teatro, como forma de exhibición, da vida a la magia de contar historias a través de actuaciones en directo sobre el escenario. Es una experiencia cautivadora y envolvente que involucra los sentidos y las emociones del público. En una exhibición teatral, los alumnos tienen la oportunidad de presenciar una interacción dinámica de personajes, diálogos, música y elementos visuales, lo que crea un entorno de aprendizaje rico y convincente. Una de las principales ventajas del teatro como forma de exhibición es su capacidad para fomentar la imaginación y la creatividad. Gracias al poder de las representaciones en directo, los alumnos se ven transportados a mundos, épocas y perspectivas diferentes. Son testigos del arte de contar historias que se despliega ante sus ojos, lo que puede encender su propia creatividad e inspirarles a explorar nuevas ideas y conceptos. El teatro también cultiva la empatía y la inteligencia emocional entre los alumnos. Al presenciar las luchas, los triunfos y los conflictos de los personajes, los alumnos desarrollan una comprensión más profunda de la experiencia

humana. Esta conexión emocional mejora su capacidad para relacionarse con los demás, pensar críticamente sobre cuestiones sociales y apreciar diversas perspectivas. Para los estudiantes con dislexia, que pueden depender del aprendizaje visual y experiencial, el teatro ofrece una oportunidad única de comprometerse con emociones complejas y dinámicas sociales. Además, el teatro fomenta la colaboración y el trabajo en equipo. En la producción de una obra participan actores, directores, diseñadores y técnicos que trabajan juntos por un objetivo común.

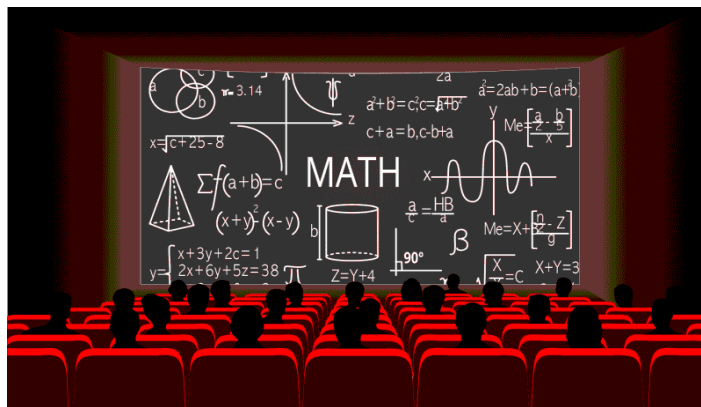


Figura 11: Las matemáticas en el escenario (<https://leverageedu.com/blog/mathematics-movies/>)

Los alumnos que participan en producciones teatrales aprenden el valor de la comunicación eficaz, la cooperación y la resolución de problemas. Estas habilidades son esenciales no sólo en el ámbito del teatro, sino también en diversos aspectos de la vida, como los proyectos de grupo, el trabajo en equipo y las futuras carreras profesionales. Para los estudiantes con dislexia, el teatro ofrece beneficios adicionales. Los alumnos disléxicos suelen destacar en el aprendizaje visual y auditivo, y el teatro proporciona una experiencia multisensorial que se adapta a sus puntos fuertes. Pueden observar las expresiones faciales, el lenguaje corporal y los movimientos de los actores, lo que ayuda a la comprensión visual. Al mismo tiempo, oyen los diálogos, la música y los efectos sonoros, lo que refuerza la comprensión auditiva.



Figura 12: grupo de estudiantes participan en un rol teatral «Esperando una entrevista de trabajo»

Esta combinación de estimulación visual y auditiva mejora su experiencia de aprendizaje y comprensión del material. La naturaleza inclusiva del teatro también beneficia a los alumnos con dislexia. Las representaciones teatrales suelen incorporar apoyos visuales, como el vestuario, el atrezzo y la escenografía, que pueden ayudar a la comprensión y al recuerdo. Además, a través de la participación en producciones teatrales, los alumnos disléxicos pueden aumentar la confianza en sí mismos, mejorar su capacidad de hablar en público y desarrollar su creatividad y autoexpresión. En resumen, el teatro como forma de exposición ofrece numerosos beneficios para todos los alumnos, incluidos los que padecen dislexia. Su naturaleza inmersiva y multisensorial despierta la imaginación, cultiva la empatía y fomenta la colaboración. Para los alumnos disléxicos, el teatro proporciona una experiencia visual y auditiva que mejora la comprensión, aumenta la confianza en sí mismos y fomenta su capacidad creativa. Al incorporar el teatro a los entornos educativos, los educadores pueden aprovechar su poder para implicar e inspirar a alumnos de todas las capacidades, fomentando el amor por las artes y una comprensión más profunda del mundo que les rodea.

Exposiciones virtuales: Con el auge del aprendizaje online, las exposiciones virtuales son cada vez más populares. A estas exposiciones se puede acceder desde cualquier lugar con conexión a Internet y pueden ser muy atractivas, con elementos interactivos y contenidos multimedia. Las exposiciones virtuales pueden ser especialmente útiles para los alumnos con dislexia, ya que pueden diseñarse para que sean muy visuales e interactivas, con textos que se presentan de forma que sean fáciles de leer y comprender.

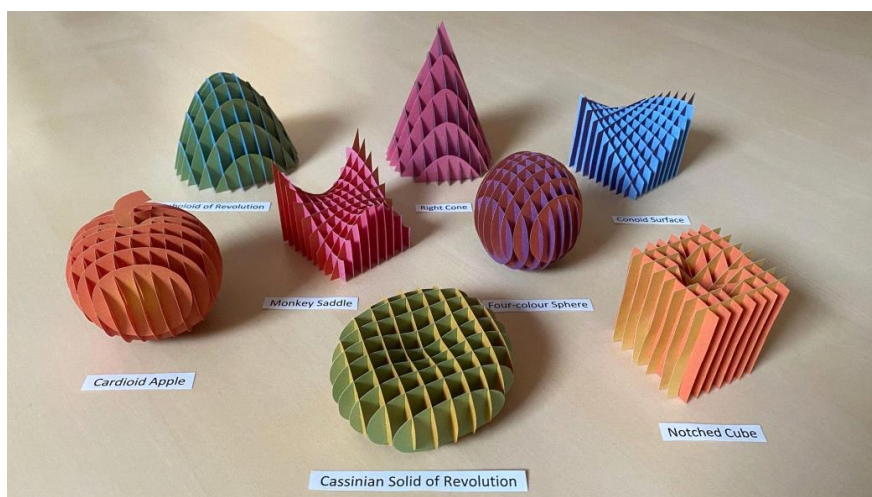


Figura 13: Nadja Vohradský – Sliceforms (<https://www.maths.ox.ac.uk/about-us/art-and-oxford-mathematics/oxford-mathematics-online-exhibition-2020>)

En todos estos ejemplos, las exposiciones se utilizan como herramienta pedagógica para implicar a los alumnos en la materia, promover el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas y fomentar el aprendizaje social y colaborativo. Al adaptar las exposiciones a las necesidades e intereses de los alumnos, los educadores pueden crear una experiencia de aprendizaje eficaz y agradable.

El papel de las exposiciones de arte y de los museos en particular

Las exposiciones de arte sirven como plataformas para mostrar el trabajo creativo de estudiantes y artistas, ofreciendo una visión de periodos de tiempo o culturas específicas. A través de exposiciones comisariadas que ponen de relieve diversos estilos y técnicas, los estudiantes tienen la oportunidad de profundizar en los aspectos históricos y contextuales de diversas formas de arte. Además, las exposiciones de arte pueden ser inmersivas e interactivas, lo que permite a los estudiantes participar en actividades prácticas, crear sus propias obras de arte y explorar diferentes técnicas y materiales artísticos.

En las dos últimas décadas se han producido avances significativos en el ámbito de la educación cultural. Se han realizado esfuerzos para animar tanto a niños como a adultos a reconocer, explorar y celebrar su patrimonio cultural. Esta iniciativa pretende contrarrestar la exclusión social y fomentar el bienestar individual y colectivo. Los museos, las galerías, las exposiciones y numerosas actividades educativas no formales desempeñan un papel fundamental en este proceso al proporcionar espacios para que las personas se comprometan con su patrimonio, promuevan la inclusión y contribuyan a la prosperidad compartida.

Las exposiciones y los museos ofrecen oportunidades para un compromiso crítico con temas importantes, asociados a la historia, la memoria y la identidad.

El compromiso, la inspiración y el aprendizaje activo son las prioridades de los museos y galerías, que intentan establecer relaciones entre los visitantes y su patrimonio cultural.

Estas instituciones funcionan como un agente, un medio para facilitar las presentaciones, el compromiso con el pasado y el fortalecimiento de la memoria de masas. Los museos actúan como instituciones que preservan, transmiten y examinan la memoria colectiva y los relatos históricos. La historia nos permite acceder al pasado tal y como se interpreta y comparte a través de la memoria colectiva. En tiempos de incertidumbre, esta memoria compartida puede proporcionar a los individuos un sentido de pertenencia y conectarlos con conceptos familiares, ayudándoles a navegar por el mundo.

Aunque las excursiones escolares a museos y exposiciones no son un concepto novedoso, estos espacios no se limitan únicamente a los estudiantes; son beneficiosos para cualquiera. Independientemente de la diversidad del público, hacer turismo e interactuar con diversas colecciones aumenta la motivación para el aprendizaje informal.

Las escuelas desempeñan un papel fundamental en el fomento del conocimiento y las interacciones sociales. Sirven de plataforma para formar identidades, rasgos y personalidades, ejerciendo así una influencia significativa en la sociedad.

Los profesores responsables de la enseñanza del arte y la historia tienen un papel vital que desempeñar en el desarrollo y la puesta en práctica de actividades que expongan a los alumnos a un compromiso

directo con el arte. Pueden demostrar cómo puede utilizarse el arte para transmitir el pasado, el presente y el futuro, contribuyendo así a una comprensión global de la historia.



Figura 14: Museo Nacional de Matemáticas (<https://momath.org/>)

Ciertamente, no es responsabilidad exclusiva de los profesores de arte e historia conectar a los grupos escolares con el mundo exterior, aunque inicialmente pueda parecer la opción más obvia. La educación cultural, que abarca la exploración de lugares emblemáticos, museos y exposiciones, puede resultar beneficiosa para diversas disciplinas. La relación entre el arte y asignaturas como matemáticas, geometría, biología, física, geografía, así como humanidades, es evidente. Por ejemplo, visitar un museo de la naturaleza brinda una oportunidad excepcional para comprender la propia naturaleza. Del mismo modo, las clases de literatura pueden sacar provecho de una visita a un museo donde se exponga una versión manuscrita de una obra determinada. La geometría puede enfocarse como el arte de analizar el cubismo o buscar analogías entre distintos estilos artísticos: edificios, como el Partenón, famoso por sus soluciones arquitectónicas.

Los educadores y desarrolladores de planes de estudios deben tener en cuenta que el aprendizaje no depende sólo de las instrucciones orales del profesor, sino también de la participación de los alumnos en sus capacidades cognitivas, sus habilidades personales, la resolución de problemas y la formación de hipótesis. El profesor asume el papel de facilitador, dirigiendo y apoyando a los alumnos en este proceso, en lugar de ser el único centro del aprendizaje. Hacer hincapié en el aprendizaje más allá de los confines del aula es ventajoso, ya que fomenta el crecimiento académico y personal de los individuos, por lo que debería incorporarse a los programas educativos escolares.

Capítulo II: Tipos de aprendizaje (aprendizaje experimental; ABP)

Tipos de estilos de aprendizaje en educación

Está comprobado que las personas aprenden de formas diferentes. El enfoque tradicional de la enseñanza y el aprendizaje indicaba que el profesor debía saber cómo enseñar a sus alumnos utilizando diferentes estrategias para hacer llegar el mensaje a la memoria a largo plazo de los alumnos, de modo que pudieran volver a sacarlo en el examen o la prueba adecuados (Fleming, 1995). En las dos últimas décadas se ha empezado a hablar de diferentes estilos y modelos de aprendizaje. Según Hawk y Shah (2007), el estilo de aprendizaje forma parte de nuestra personalidad y consiste en algunos rasgos disposicionales y adaptaciones características. Ridwan, Sutresna y Haryeti (2019) definen el estilo de aprendizaje como una estrategia de aprendizaje que funciona mejor para cada individuo. Las personas aprendemos de diferentes maneras y cada uno de nosotros tiene sus propias preferencias o estilos de aprendizaje diferentes en la forma en que procesamos, reconocemos y memorizamos la información (Ridwan, Sutresna, Haryeti, 2019). Cada uno de nosotros tiene su propio conjunto de fortalezas, debilidades y formas preferidas de aprendizaje. El término en educación que describe estas preferencias se denomina estilos de aprendizaje. Cada estilo de aprendizaje esboza las formas más eficaces que tienen los alumnos de recibir información, interpretarla, organizarla y memorizarla (Choudhary, 2021). Hoy en día, la principal premisa en educación es que los alumnos aprenden de formas diversas y que un único enfoque de enseñanza no funciona para todos los alumnos (Hawk, Shah, 2007). Hablamos de estilos de aprendizaje múltiples o superpuestos, también llamados aprendizaje multimodal (Choudhary, 2021). Los educadores e investigadores han identificado muchos modelos de estilos de aprendizaje a lo largo de los años. Algunos de los más importantes son los modelos de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, Dunn&Dunn, Kolb, Gregorc, RASI (Revised approaches to studying inventory) y VARK (Hawk, Shah, 2007).

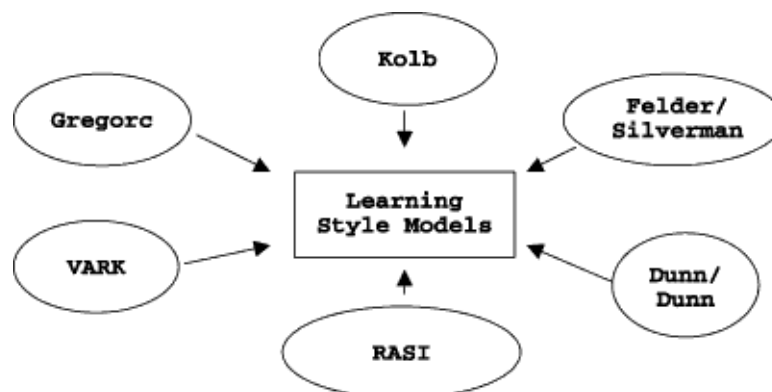


Figura 15: Seis modelos de estilos de aprendizaje (Hawk, Shah, 2007)

En la actualidad, uno de los modelos más utilizados es el VARK de Fleming (Othman, Amiruddin, 2010). Fleming (2001) define el estilo de aprendizaje como "las características de un individuo y sus formas preferidas de recopilar, organizar y pensar sobre la información" (Hawk, Shah, 2007:6).

El modelo de estilo de aprendizaje VARK desarrollado por Fleming y Mills, es un modelo sensorial que es una extensión del modelo neuro-lingüístico anterior (Eicher, 1987 citado en Hawk, Shah, 2007) y clasifica a los estudiantes en cuatro modos diferentes, basados en diferentes sentidos - visual (V), auditivo (A), lectura (R) y cinestésico (K) (Othman, Amiruddin, 2010). El nombre VARK es el acrónimo de esos cuatro sentidos (Ridwan, Sutresna, Haryeti, 2019):



Figura 16: Estilos de aprendizaje VARK

• Visual

Los alumnos cuyo estilo de aprendizaje dominante es el visual son más propensos a aprender utilizando demostraciones y descripciones. Les gusta utilizar listas y mapas mentales para ordenar sus ideas y su mente. Además, a los estudiantes visuales les gusta utilizar figuras, imágenes y herramientas simbólicas como gráficos, mapas, diagramas de flujo, jerarquías, modelos, folletos, dibujos e imágenes (Murphy et al., 2004 citado en Othman, Amiruddin, 2010; Hawk, Shah, 2007). Mientras aprenden, se ayudan de rotuladores fluorescentes, diferentes colores, dibujos, imágenes de palabras y diferentes disposiciones espaciales (Hawk, Shah, 2007). Piping (2005) descubrió en su estudio que los alumnos con inteligencia visual suelen tener mucha imaginación y es probable que sean creativos e imaginativos (Othman, Amiruddin, 2010). Fleming (1995) afirmó que esto no significa que este tipo de alumnos se limiten únicamente a la información visual, sino que les gusta que la información les llegue de forma visual. Utilizan su memoria visual para retener la información durante más tiempo (Choudhary, 2021).

Formas de implicar a los alumnos visuales (Choudhary, 2021):

- Utilizar mapas, diagramas, cuadros, gráficos, mapas e imágenes
- Incluye tecnología como proyectores, presentaciones de Power Point, simulaciones de realidad virtual, museos virtuales, etc.
- Utilizar diferentes técnicas de codificación por colores
- Fomenta los mapas mentales y los bocetos

- **Auditivo**

Los estudiantes auditivos aprenden predominantemente escuchando (Drago, Wagner, 2004 citado en Othman, Amiruddin, 2010). En otras palabras, son las personas que tienden a comprender y retener la información oyéndola o diciéndola en voz alta (Choudhary, 2021). Aprenden escuchando a sus profesores y después discuten con sus compañeros sobre el tema que les han enseñado. Les ayuda a aclarar su comprensión (Othman, Amiruddin, 2010). Les gusta participar en debates (Choudhary, 2021). Según Miller (2001), los estudiantes auditivos procesan y memorizan la información mediante el aprendizaje o la lectura en voz alta. Los alumnos pueden reforzar su memoria escuchando grabaciones de audio, viendo conferencias en vídeo y enseñando a otros y debatiendo temas. Suelen leer con facilidad, narrar con ingenio, a menudo escriben cuentos y poesías, aprenden lenguas extranjeras con rapidez, tienen un buen vocabulario y recuerdan fácilmente nombres y hechos (Othman, Amiruddin, 2010). Este tipo de alumnos puede notar rápidamente el cambio en el tono de alguien (Choudhary, 2021). Formas de implicar a los alumnos auditivos (Choudhary, 2021):

- Leer utilizando diferentes tonos, subrayando lo más importante.
- Grabar clases de voz o videoclases
- Fomentar las presentaciones, discusiones y debates en clase
- Utiliza el aprendizaje entre iguales: pídeles que enseñen y ayuden a los demás

- **Lectura/escritura**

Los alumnos cuyo estilo de aprendizaje dominante es la lectura y la escritura prefieren la palabra impresa y el texto como método para obtener información (Othman, Amiruddin, 2010). Este tipo de alumnos aprende mejor a través de material escrito o escribiendo el material ellos mismos (Choudhary, 2021). Tienden a aprender utilizando glosarios, libros de texto, redacciones, definiciones, folletos impresos, manuales, páginas web y apuntes de clase. A menudo les gusta organizar los apuntes de clase en forma de esquema, parafrasear las lecciones y los apuntes y obtienen los mejores resultados en los exámenes con preguntas de opción múltiple (Murphy et al., 2004 citado en Othman, Amiruddin, 2010; Hawk, Shah, 2007). Aunque aprenden fácilmente de los libros de texto, prefieren aprender utilizando sus propios apuntes tomados en clase (Othman, Amiruddin, 2010). Suelen poseer un amplio vocabulario y

a menudo se ayudan a aprender utilizando mnemotecnias, acrónimos, rimas, trabalenguas y otros métodos de memorización similares (Choudhary, 2021).

Formas de implicar a los alumnos verbales (Choudhary, 2021):

- Utiliza la mnemotecnica en la enseñanza, animales a memorizar datos de esta forma
- Notas, guiones
- Animales a escribir
- Utiliza juegos de palabras como los crucigramas

- **Quinestésica**

Los tipos cinestésicos tienden a aprender utilizando la experiencia y la práctica (Othman, Amiruddin, 2010). Les gusta experimentar su aprendizaje utilizando todos sus sentidos, incluyendo el tacto, el olfato, el gusto y la vista (Fleming, 1995). Murphy et al. (2004) dijeron que los estudiantes kinestésicos deben pasar por algún tipo de experiencia para aprender algo (Othman, Amiruddin, 2010). Drago y Wagner (2004) describen a estos estudiantes como activos, con mucha energía. Prefieren aplicar el tacto, el movimiento y la interacción a su entorno (Drago, Wagner, 2004 citado en Othman, Amiruddin, 2010). Tipos cinestésicos como las excursiones, el ensayo y error, los laboratorios, las recetas y soluciones a problemas, los enfoques prácticos y el uso de sus sentidos (Hawk, Shah, 2007). Quieren experiencias concretas y multisensoriales en su aprendizaje (Fleming, 1995). Según Armstrong (2004) los estudiantes que prefieren este estilo de aprendizaje son aficionados a moverse, ser activos y aprender habilidades físicas más fácilmente. Les gusta pensar mientras se mueven, utilizan el movimiento como ayuda para recordar, son buenos en los deportes y tienen una buena coordinación (Othman, Amiruddin, 2010). Debido a las circunstancias en las que los estudiantes están en clase con mayor frecuencia pasivos y se sientan en su asiento, ese tipo de estudiantes suelen estar desmotivados y pasivos (Drago, Wagner, 2004 citado en Othman, Amiruddin, 2010). Estudiar durante horas suele ser una experiencia muy desalentadora para ellos. A menudo son descritos por sus profesores como inquietos, extrovertidos y enérgicos (Choudhary, 2021). El sistema educativo tal y como lo conocemos es, al menos, halagador para ese tipo de estudiantes. Los métodos que funcionan mejor para ellos rara vez se utilizan, por lo que estos estudiantes tienen más dificultades para aprender.

Formas de implicar a los alumnos cinestésicos (Choudhary, 2021):

- Fomentar el movimiento durante las clases, como los juegos de rol
- Garantizar pausas suficientes entre las clases para moverse
- Utilizar accesorios y modelos interactivos
- Utilizar tecnología moderna e interactiva
- Mantenerlos ocupados repartiendo materiales, limpiando la pizarra, etc.

Tabla 1. Actividades que se adaptan a los estilos de aprendizaje VARK *Actividades que se adaptan a los estilos de aprendizaje VARK (Fleming, 2001 citado en Hawk, Shah, 2007)*

Visual	Auditivo	Lectura/escritura	Kinestésico
Diagramas	Debates, argumentos	Libros, textos	Ejemplos de la vida real
Gráficos	Debates	Folletos	Ejemplos
Colores	Conversación	Lecturas	Conferenciantes invitados
Gráficos	Cintas de audio	Comentarios por escrito	Demostraciones
Textos escritos	Vídeo + audio	Toma de notas	Actividad física
Diferentes tipos de letra	Seminarios	Ensayos	Construir
Disposición espacial	Música	Opción múltiple	Juegos de rol
Diseños	Drama	Bibliografías	Modelos de trabajo

Muchos investigadores han llegado a la conclusión de que la mayoría de los estudiantes tienen preferencias multimodales (VARK). Los que no tienen el estilo de aprendizaje dominante se denominan multimodales y son la combinación de las cuatro preferencias. Los estudiantes con un estilo de aprendizaje multimodal no aprenden simplemente sentados en un aula escuchando al profesor, tomando notas y memorizando tareas. Por eso, el proceso de enseñanza debe ser multisensorial y variado. Para garantizar un aprendizaje eficaz, los profesores deben intentar ofrecer actividades visuales, auditivas, de lectura/escritura y kinestésicas. Según Shah et al. (2011), es importante que los profesores utilicen estrategias de aprendizaje activo (Ridwan, Sutresna, Haryeti, 2019). Las teorías de aprendizaje experimental como el modelo de Kolb y las teorías de aprendizaje basado en proyectos ponen a los estudiantes en un papel activo en su educación.

- **Teoría del Aprendizaje Experiencial en Educación**

La teoría experiencial del aprendizaje es una teoría que implica un proceso en el que el conocimiento se adquiere a través de un cambio en la experiencia, por lo que el conocimiento es un resultado que consiste en el conocimiento existente y un cambio en la experiencia que se basa en el conocimiento existente (Kolb, Boyatzis, Mainemelis, 2001). El proceso de aprendizaje consiste en la experiencia, la cognición, la percepción y el comportamiento del individuo que aprende. Esta teoría del aprendizaje fue introducida y desarrollada por el teórico estadounidense Kolb (1971) basándose en los trabajos anteriores de Lewin,

Piaget y Dewey. La teoría experiencial del aprendizaje parte de supuestos basados en un paradigma de aprendizaje holístico, por lo que sitúa al individuo en el centro del aprendizaje, y la educación y la crianza se consideran procesos mutuamente entrelazados e inseparables. En el contexto de la educación, este enfoque del aprendizaje implica la dependencia y correlación de contenidos entre las materias educativas, el reexamen de los conocimientos existentes y la transformación continua de la experiencia. (Lewis, Williams, 1994; Kolb, Boyatzis, Mainemelis, 2001; McCarhy, 2010).

De acuerdo con estos supuestos, la teoría del aprendizaje experimental representa un modelo de aprendizaje a través de un proceso circular que consta de cuatro fases (Kolb, Boyatzis, Mainemelis, 2001). Al mismo tiempo, no basta con que un individuo tenga alguna experiencia en la que se base el aprendizaje posterior, sino que es necesario que la experiencia existente sea objetiva y que se generalice y formule de tal manera que dicha experiencia pueda luego plasmarse y aplicarse en nuevas situaciones. El proceso y el éxito del propio aprendizaje dependen de la información existente y de las posibilidades de su transformación. La adquisición de experiencia tiene lugar a través de la experiencia concreta y la conceptualización abstracta, y la transformación de la experiencia en conocimiento tiene lugar de dos formas opuestas, a través de la observación reflexiva y la experimentación activa. (Kolb, Kolb, 2005). Kolb et al. (2001) afirman que para que un individuo aprenda eficazmente, debe experimentar el proceso de aprendizaje a través de las cuatro fases:

- Experiencia concreta (EC): durante el aprendizaje, el individuo experimenta nueva información y se basa en sus sentidos para percibir la realidad concreta.
- Conceptualización abstracta (CA): durante el aprendizaje, un individuo experimenta nueva información de tal manera que piensa sobre ella, la analiza lógicamente y se guía por el razonamiento.
- Observación reflexiva (OR): durante el aprendizaje, un individuo observa a otros individuos que participan en una determinada experiencia y, al mismo tiempo, reflexiona sobre la situación y analiza lo que ocurre a su alrededor y, de este modo, recopila información para ampliar su propia experiencia y conocimientos.
- Experimentación activa (EA): durante el aprendizaje, el individuo comprueba y aplica la nueva información en situaciones prácticas concretas.

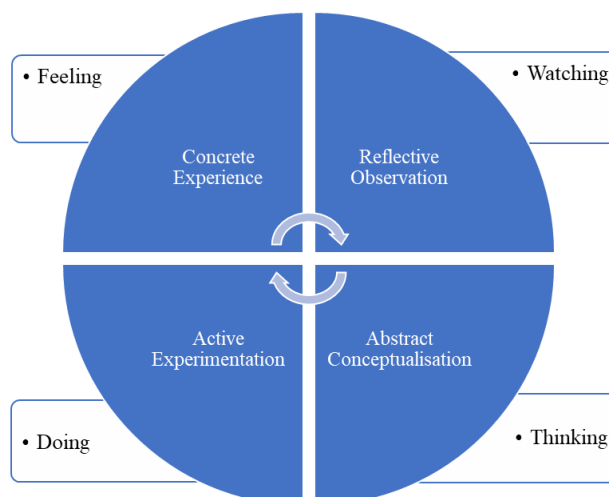


Figura 17: El modelo de aprendizaje experimental de Kolb

El proceso de aprendizaje puede comenzar en cualquiera de las cuatro fases mencionadas, y puede tener lugar en todas las fases simultáneamente y/o pasar de una fase a otra. Kolb (1985) señala que durante el proceso de aprendizaje cada individuo adopta diferentes estilos de aprendizaje en diferentes situaciones, pero en general cada individuo tiene un estilo de aprendizaje dominante frente a otro estilo. De lo anterior se desprenden, según Kolb (1985), cuatro estilos de aprendizaje:

- El estilo de aprendizaje divergente se crea mediante una combinación de experiencia concreta y observación reflexiva. Los individuos que pertenecen a este estilo de aprendizaje aprenden observando las situaciones desde distintos puntos de vista, y consiguen el mejor efecto de aprendizaje mediante la creación de nuevas ideas y prefieren aprender trabajando en grupo.
- El estilo de aprendizaje convergente es el resultado de una combinación de conceptualización abstracta y experimentación activa. Las personas que pertenecen a este estilo de aprendizaje aprenden mediante una gran capacidad de resolución de problemas con la ayuda de conocimientos teóricos, y obtienen los mejores resultados de aprendizaje mediante la experimentación con nuevas ideas que podrían aplicarse en la práctica.
- El estilo de aprendizaje asimilador es el resultado de una combinación de conceptualización abstracta y observación reflexiva. Los individuos que pertenecen a este estilo de aprendizaje tienen una amplia gama de información que se resume en una estructura lógica, y consiguen el mejor efecto de aprendizaje a través de la lectura, la escucha y la investigación bibliográfica.
- Un estilo de aprendizaje acomodaticio se crea mediante una combinación de experiencia concreta y experimentación activa. Los individuos que pertenecen a este estilo de aprendizaje aprenden a través de la experiencia práctica directa con el objetivo de completar tareas, y logran el mayor éxito en el aprendizaje a través del aprendizaje colaborativo, la enseñanza sobre el terreno y el trabajo por proyectos.

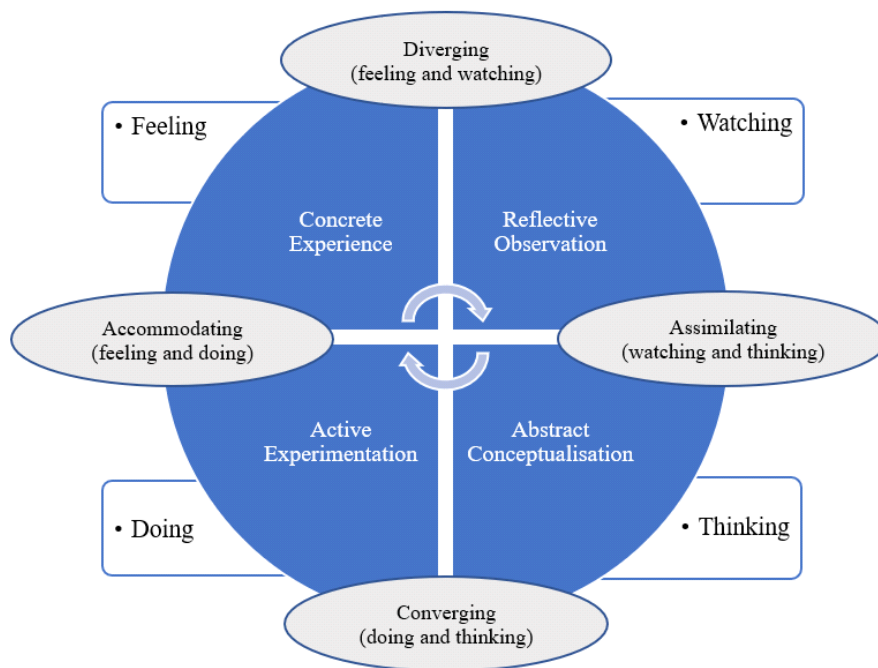


Figura 18: Estilos de aprendizaje de Kolb

Posteriormente, Kolb y sus compañeros perfeccionaron el modelo de aprendizaje existente de tal forma que introdujo cinco estilos de aprendizaje adicionales: northerner (el individuo tiene éxito en CE, es bueno en AE y RO, tiene problemas en AC); westerner (el individuo tiene éxito en AE, es bueno en CE y AC, tiene problemas en RO); easterner (el individuo tiene éxito en RO, es bueno en CE y AC, tiene problemas en AE); southerner (el individuo tiene éxito en AC, es bueno en AE y RO, tiene problemas en CE); balancing (el individuo es igualmente bueno con los componentes de adquirir experiencia y con los componentes de transformar la experiencia en conocimiento). Los supuestos de la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb han sido probados y confirmados por diversos autores científicos y profesionales, y también ha influido en numerosos científicos que estudian los modelos y estilos de aprendizaje (Honey, Mumford, 1989; Gregorc, Ward, 1977; Fleming, Baume, 2006). El modelo de aprendizaje experiencial es óptimo para su uso con alumnos de secundaria, estudiantes y adultos que están aprendiendo, y Kolb y Kolb (2005) señalan que el modelo de aprendizaje experiencial durante el aprendizaje y la enseñanza debe constar de las cuatro fases del modelo, ajustadas según las características individuales y el estilo de aprendizaje de cada individuo.

El aprendizaje experimental pertenece a los métodos progresivos de aprendizaje y enseñanza a través de los cuales se capacita a las personas que aprenden para que adquieran una comprensión más profunda de los nuevos contenidos que es necesario adoptar, y los resultados del aprendizaje se correlacionan con beneficios para el entorno, el medio ambiente y la comunidad local. Por tanto, a través del aprendizaje experimental, los alumnos aprenden a aplicar teorías y conocimientos en situaciones concretas y reales

(Beaudin, Quick, 1995; Kolb, Kolb, 2005). Este tipo de aprendizaje tiene lugar a través del aprender haciendo, a través del análisis y reconocimiento de los lados positivos y negativos de una situación, a través del aprendizaje por ensayo y error, y este tipo de aprendizaje requiere la participación activa del alumno. (Beaudin, Quick, 1995). Con sus métodos de aprendizaje, el aprendizaje experimental se aleja de los métodos tradicionales de aprendizaje y enseñanza en los que la comunicación entre profesor y alumno es unidireccional y en los que el alumno no está en el centro del aprendizaje y la enseñanza. El aprendizaje experiencial sitúa al estudiante en el centro del aprendizaje, y el profesor es un mentor y consejero en ese proceso (Wurdinger, Carlson, 2010). Por lo tanto, existen diferentes métodos para aplicar el aprendizaje experiencial en la educación, y algunos de estos métodos son los siguientes:

- proyectos/tareas en grupos pequeños - implica el aprendizaje colaborativo en grupos más pequeños, y la interacción mutua y el objetivo común del grupo son la clave del éxito en el aprendizaje. Aplicando este método, los alumnos desarrollan una conexión positiva, son responsables de su trabajo dentro del grupo y alcanzan el objetivo trabajando juntos. Los alumnos adquieren habilidades de colaboración, desarrollan la confianza en sí mismos y la responsabilidad hacia los demás miembros del grupo, y participan en la evaluación colaborativa y crítica del trabajo del grupo. El profesor tiene el papel de planificar y dirigir el proceso de enseñanza y organiza la realización de la lección y apoya el trabajo de los grupos.
- Prácticum/prácticas de campo - implica el aprendizaje a través de la experiencia práctica sobre el terreno y/o en instituciones con el objetivo de integrar el aprendizaje del aula en un entorno práctico. Este aprendizaje es una parte obligatoria del plan de estudios y del programa educativo al que asiste una persona con el objetivo de adquirir competencias para trabajar en la profesión. Con este método, el estudiante se prepara y familiariza con el mercado laboral y adquiere habilidades prácticas concretas para el trabajo, adopta hábitos laborales y responsabilidad hacia el trabajo, y el estudiante es guiado a través del trabajo práctico por un experto como líder mentor que forma y enseña al estudiante a trabajar en la profesión.
- Aprendizaje-servicio - implica un enfoque educativo en el que el alumno aprende a través del programa educativo planificado y, al mismo tiempo, participa a nivel voluntario en el trabajo de diversas organizaciones de la comunidad local con el fin de profundizar en la comprensión de lo que aprende en el aula. Con este método, se anima a los estudiantes a desarrollar un aprendizaje basado en la experiencia y el propio proceso de aprendizaje se aleja del aprendizaje en el aula. Los conocimientos existentes se complementan con el aprendizaje a través de la participación activa en las actividades de la comunidad local en general. Este enfoque del aprendizaje desarrolla las aptitudes humanísticas, sociales y cívicas de los alumnos, así como la participación activa de los individuos en la sociedad y la concienciación sobre los problemas sociales existentes.
- Enseñanza de estudiantes - implica la participación en un programa educativo seleccionado que incluye el aprendizaje in situ en un centro asociado específico. Este método de aprendizaje

experimental permite a los estudiantes poner en práctica sus conocimientos y habilidades mediante el aprendizaje formal e informal en un entorno de compañeros. Esta forma de aprendizaje suele durar varias semanas, dependiendo del programa.

- Estudiar en el extranjero - implica aprender en el extranjero, aprender a través de otra cultura, valores y costumbres en una institución educativa que regula legalmente las competencias adquiridas. Al aprender a través de programas educativos extranjeros, los estudiantes desarrollan habilidades comunicativas y sociales, valores y normas interculturales, capacidad de organización e independencia. Al dominar un programa extranjero, las competencias adquiridas por el estudiante se reconocen en la institución de origen.
- Experiencias de voluntariado: implica el aprendizaje por iniciativa propia a través del trabajo voluntario benéfico en la comunidad local. Este trabajo puede o no estar directamente relacionado con el programa educativo al que asiste el estudiante, y puede tener lugar de manera formal o informal. Con este enfoque del aprendizaje, los estudiantes desarrollan la implicación activa de los individuos en la sociedad y la conciencia de los problemas sociales existentes.
- Aprendizaje - implica la formación para el trabajo después de la graduación en el contexto de unas prácticas para una ocupación y/o lugar de trabajo específicos con el objetivo de que el individuo se convierta en un experto en el trabajo que realiza. El aprendizaje tiene lugar bajo la dirección de un mentor experto, e incluye la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades prácticas necesarias para el trabajo de nivel inicial. Con este método de aprendizaje experimental, el individuo se implica directamente en el mundo laboral donde recibe formación para un trabajo específico, y la finalización del programa da lugar a una credencial nacional para la ocupación elegida.
- Experiencias de educación cooperativa: implica métodos de aprendizaje cooperativo en los que se anima activamente a los alumnos a pensar y trabajar en equipo. Con este método de aprendizaje, los individuos comparten y desarrollan conocimientos, habilidades e ideas entre sí. Los alumnos desarrollan la interdependencia positiva, la responsabilidad individual y de grupo, la igualdad, la solidaridad y las habilidades intrapersonales. Este método de aprendizaje experimental implica un método estructurado de aprendizaje y educación que combina la educación en el aula con la experiencia laboral práctica para apoyar a los individuos en su transición de la escuela al mercado laboral. El aprendizaje tiene lugar a tiempo completo durante la educación ordinaria. El aprendizaje a través de este método está estructurado y centrado en los logros del alumno. En el aprendizaje cooperativo, el reparto de papeles entre los miembros del grupo está claro, y ésta es también una de las condiciones clave para el éxito en el aprendizaje.
- Becas: aprendizaje orientado al desarrollo profesional, académico o personal financiado por determinadas organizaciones, instituciones, asociaciones o el Gobierno, que determina las

condiciones de obtención de recursos financieros. Esta forma de aprendizaje puede durar desde varias semanas hasta varios años, dependiendo del programa de becas.

- **Aprendizaje Basado en Proyectos en la educación**

Uno de los primeros defensores de los principios del aprendizaje basado en proyectos fue John Dewey, que sentó las bases de la educación basada en proyectos en su tesis sobre el aprendizaje a través del trabajo. Dewey (1938/1997) señala que el propósito del profesor no es imponer ideas a los alumnos ni moldear sus hábitos, sino guiar al alumno como miembro de la sociedad y la comunidad y ayudarlo a ser capaz de responder correctamente a las distintas situaciones de la vida. Basándose en los supuestos expuestos, los investigadores y científicos que se ocupan de la crianza y la educación avanzaron los supuestos básicos del método original de aprendizaje a través del trabajo hacia el aprendizaje basado en proyectos. El aprendizaje basado en proyectos es un enfoque del aprendizaje en la enseñanza que permite a los alumnos desarrollar sus conocimientos y habilidades a través de diversos proyectos, e incluye la participación activa de los alumnos en el trabajo por proyectos sobre diversos temas y cuestiones que los alumnos pueden encontrar en el mundo real. (Barron, 1998; Beckett, Slater, 2019; Bender, 2012; Falk, 2008; Markham, 2011; Polman, 2000).

En un sentido pedagógico, el aprendizaje basado en proyectos consta de varios procesos: definición de problemas y limitaciones, generación de ideas para resolver el problema, trabajo sobre posibles soluciones al problema, comprobación de los resultados (Dewey, 1938/1997; Falk 2008). Estos procesos pueden tener lugar a lo largo de varias semanas, y el curso del aprendizaje depende del alcance y los objetivos del proyecto. Los proyectos pueden ser complejos y a largo plazo, pero también sencillos y de menor duración. Independientemente de la duración y el nivel de complejidad, el aprendizaje basado en proyectos tiene los mismos beneficios educativos para el estudiante, y la aplicación del PBL en la educación suele tener lugar de acuerdo con la metodología del PBL: elección de un tema y planteamiento de una pregunta de investigación, reto o tarea; selección y formación del equipo; proyección del contenido final o realización del reto; planificación; Investigación; análisis y síntesis; exposición de resultados/contenidos/productos; informe final sobre una pregunta de investigación, reto y/o tarea; evaluación y autoevaluación (Beckett, Slater, 2019; Bender, 2012; Markham, 2011; Polman, 2000).

El aprendizaje basado en proyectos, al igual que el aprendizaje experimental, se aleja de los métodos tradicionales de aprendizaje y enseñanza. En los métodos tradicionales de aprendizaje y enseñanza, a los alumnos se les presentan primero contenidos que deben memorizar y, a continuación, se les asigna un problema a través del cual se ilustra su solución. En el aprendizaje basado en proyectos, el propio proceso de aprendizaje se centra en el aprendizaje basado en problemas y en la resolución de problemas (Dewey, 1938/1997; Markham, 2011; Polman, 2000). En primer lugar, se plantea un problema en el contexto de la comprensión de la tarea problemática según la elección del alumno; a continuación, los

alumnos, mediante la cooperación, recopilan e intercambian información e investigan el contenido y los materiales que necesitan para resolver el problema, y después aplican lo que han aprendido para resolver el problema específico y presentar los resultados de forma innovadora e interesante. Así, durante este tipo de aprendizaje, se hace hincapié en el compromiso del alumno, la cooperación mutua, y el alumno es un sujeto activo en el proceso de aprendizaje y dominio de los contenidos educativos, desde la idea hasta la realización. Los alumnos aprenden de una manera innovadora, pero también ven el aprendizaje en sí de una forma más positiva. Los resultados del aprendizaje son un reflejo de los logros, los conocimientos y las habilidades de los alumnos, y el proyecto en el que trabajan los alumnos al finalizarlo se convierte en material público, de modo que otros miembros de la comunidad también pueden aprender de los contenidos educativos creados. Este tipo de aprendizaje pretende desarrollar las capacidades creativas de los alumnos para trabajar en problemas complejos y mejorar la cooperación entre los estudiantes y todos los alumnos. Se desarrollan la reflexión crítica y los procesos cognitivos de nivel superior, y de este modo se crean nuevos conocimientos en cooperación (Beckett, Slater, 2019; Cook-Sather, Matthews, 2021). Precisamente por centrarse en la cooperación y la creatividad, el aprendizaje de este modo tiene más éxito si durante el aprendizaje y la enseñanza se utilizan las tecnologías de la información y la comunicación, que permiten una comunicación eficaz, pero también la realización y presentación del proyecto de forma creativa. A través de este enfoque del aprendizaje, se anima a los estudiantes a desarrollar las habilidades necesarias para el siglo XXI. El uso de la tecnología permite el diseño contemporáneo de soluciones para determinadas situaciones problemáticas del mundo real, lo que contribuye a la autenticidad del contenido, la innovación, la flexibilidad y la motivación para el aprendizaje.

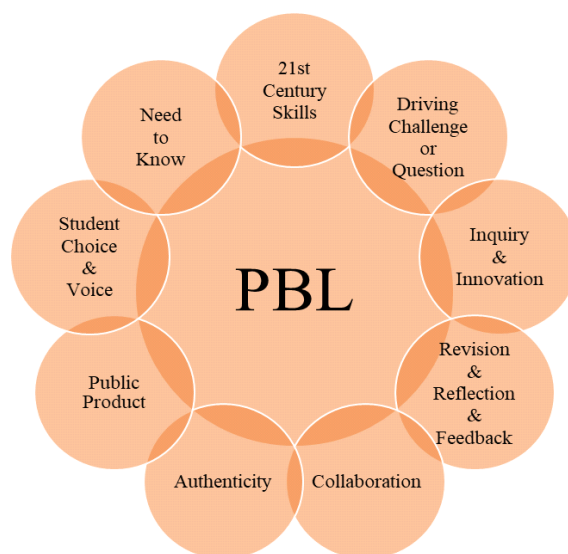


Figura 19: Elementos esenciales del aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos es aplicable en sus proporciones a casi todos los niveles educativos y en todas las materias y áreas educativas, y algunas de las áreas pueden ser:

- Proyectos colaborativos en clase (incluye actividades en las que se resuelve un problema de forma colectiva y colaborativa),
 - Proyectos STEM (incluye la toma de conceptos STEM que los estudiantes exploran en el contexto de su aplicación para resolver problemas y/o retos del mundo real mientras desarrollan habilidades del siglo XXI),
 - Proyectos artísticos (incluye modelos de proyectos que conducen a los alumnos a actividades creativas y auténticas),
 - Proyectos de servicio a la comunidad (incluye actividades que implican a los estudiantes en la resolución de necesidades sociales, en beneficio de la comunidad local, como limpieza de residuos, arreglo de parques, catástrofes naturales),
 - Proyectos tecnológicos (incluye la integración de la tecnología en el aprendizaje, el desarrollo y la introducción de procesos de producción innovadores mediante la aplicación de conocimientos técnicos),
 - Excursiones (incluye actividades de aprendizaje e investigación en un entorno real y sobre el terreno) y otras.
- El aprendizaje basado en proyectos implica un enfoque pedagógico, cuya aplicación permite a los estudiantes crear y adquirir conocimientos más profundos a través de la exploración activa de retos y problemas del mundo real, de tal manera que participan activamente en proyectos significativos. A través de esta forma de aprendizaje, los estudiantes desarrollan y crean soluciones prácticas a un problema real que les resulta cercano (Beckett, Slater, 2019; Falk, 2008;). Según, el aprendizaje a través de proyectos ayuda a los estudiantes a resolver problemas complejos, especialmente en el campo STEM. Este tipo de aprendizaje requiere que los alumnos tengan competencias básicas, como la lectura, la escritura y la aritmética, pero también competencias de la era digital, que incluyen el trabajo en equipo y el uso de contenidos educativos digitales. Para tener éxito en el aprendizaje, y especialmente en el campo STEM, es importante utilizar métodos combinados de aprendizaje basado en proyectos y experimental. Uno de los métodos más novedosos es el uso de herramientas, es decir, exposiciones en el aprendizaje y la enseñanza. El uso de exposiciones en la enseñanza proporciona una experiencia de aprendizaje interactiva mediante exhibiciones y demostraciones que guían a los estudiantes hacia la resolución de tareas complejas. Su ventaja es que son flexibles y pueden generarse para adaptarse a distintos estilos de aprendizaje.

•

• **Conclusión**

- El aprendizaje experimental y el aprendizaje basado en proyectos permiten a los estudiantes desarrollar competencias que son importantes en la sociedad del conocimiento y que son importantes para el aprendizaje permanente. Se hace hincapié en el uso de la tecnología en el aprendizaje y la

enseñanza. Lo característico del aprendizaje basado en proyectos es que los estudiantes participan en una investigación continua y colaborativa, y aquí es donde se encuentra la principal diferencia entre el aprendizaje basado en proyectos y el basado en experiencias. En el aprendizaje por proyectos, el principal componente para lograr los resultados del aprendizaje es la cooperación entre los estudiantes. Para dominar las tareas problemáticas en el campo STEM, la co-creación es una de las técnicas más importantes para lograr el éxito en el aprendizaje y la enseñanza. La co-creación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas implica un proceso de colaboración en el que se reúnen diferentes investigadores, profesionales, educadores y miembros de la comunidad, con el objetivo de crear conjuntamente soluciones a problemas complejos en el proceso de aprendizaje y enseñanza.

Capítulo III: Co-creación en STEM

1. Introducción:

¿Qué es la co-creación?

La co-creación en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se refiere al proceso de colaboración en el que diversas partes interesadas, como investigadores, profesionales, educadores, profesionales de la industria y miembros de la comunidad, se reúnen para crear e innovar conjuntamente soluciones a problemas complejos.

La co-creación está emergiendo en la educación, el concepto ha sido definido por varios autores y expertos en el tema, y esto ha permitido la creación de diferentes definiciones:

"El concepto implica involucrar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje haciendo que contribuyan utilizando medios digitales al diseño de actividades de aprendizaje, al desarrollo de rúbricas de calificación y a la creación de contenidos, permitiendo así su agencia como aprendices del siglo XXI" ((Browne et al. 2017; Gros y López 2016) en Reyna y Meier, 1:2020)

Una de las primeras definiciones fue dada en 2009 por Peter Pfoeifer y Martina Merz *"un proceso de creación conjunta de valor, que implica la interacción entre varios actores en el proceso de innovación, como usuarios, clientes, proveedores y empleados, así como partes interesadas externas como universidades, instituciones de investigación y autoridades públicas"*, mientras que una de las definiciones más recientes es la de Cynthia E. Selin en 2018 como *"un proceso de creación de valor y comprensión compartida entre diversas partes interesadas, a través del compromiso de colaboración en la generación, difusión y aplicación de conocimientos y tecnología"*.

Este proceso implica la participación activa de todas las partes interesadas en el diseño, desarrollo y ejecución de proyectos, programas e iniciativas relacionados con STEM. La co-creación en STEM reconoce que son necesarias diversas perspectivas y conocimientos para resolver problemas complejos y crear soluciones innovadoras.

La co-creación en STEM puede adoptar muchas formas, como el diseño participativo, la investigación colaborativa, la investigación participativa basada en la comunidad y la ciencia ciudadana. Este enfoque es cada vez más popular en los campos STEM, ya que promueve enfoques más inclusivos y equitativos para la resolución de problemas y la innovación.

2. Proyectos STEM en las escuelas y aplicación de la co-creación

Los proyectos STEAM son un tipo de aprendizaje experimental que integra múltiples materias, como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas. Estos proyectos están diseñados para animar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y creatividad. Los proyectos STEAM son a menudo interdisciplinarios y requieren que los estudiantes trabajen en colaboración para resolver problemas del mundo real. Este enfoque de la enseñanza hace hincapié en la importancia del aprendizaje práctico y anima a los estudiantes a aplicar sus habilidades a situaciones del mundo real.

Uno de los principales objetivos de los proyectos STEAM es crear un entorno de aprendizaje atractivo e interactivo. Al combinar varias asignaturas, los alumnos pueden experimentar un enfoque más global y holístico del aprendizaje. Este enfoque anima a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda del material y fomenta el amor por el aprendizaje. Los proyectos STEAM también brindan a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus conocimientos a problemas del mundo real, lo que puede generar un sentimiento de logro y orgullo.

Los proyectos STEAM son cada vez más populares en las escuelas y aulas de todo el mundo. Esto se debe a que ofrecen una forma única de enseñar a los estudiantes mediante la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas en un solo proyecto. Los proyectos STEAM son prácticos y ofrecen a los alumnos la oportunidad de explorar y aprender de forma creativa y divertida. En este artículo exploraremos por qué las escuelas y los educadores utilizan los proyectos STEAM para enseñar a sus alumnos.

La co-creación en STEM puede ser especialmente beneficiosa para las escuelas, ya que puede mejorar el aprendizaje y el compromiso de los estudiantes en las materias STEM. He aquí algunos tipos de co-creación que pueden aplicarse a la educación STEM en las escuelas:

- **Diseño participativo del plan de estudios:** Los profesores pueden implicar a los estudiantes en el diseño del plan de estudios STEM. Este enfoque puede ayudar a garantizar que el plan de estudios sea relevante y atractivo para los estudiantes y satisfaga sus necesidades de aprendizaje.

- **Proyectos de investigación dirigidos por los alumnos:** Los profesores pueden animar a los alumnos a realizar proyectos de investigación sobre temas de su interés. Este enfoque puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación y obtener una comprensión más profunda de los conceptos STEM.
- **Asociaciones industriales:** Las escuelas pueden asociarse con industrias STEM locales para ofrecer a los estudiantes oportunidades de participar en proyectos STEM del mundo real. Este enfoque puede ayudar a los estudiantes a comprender cómo se aplica STEM en el lugar de trabajo y adquirir una valiosa experiencia.
- **Proyectos comunitarios:** Las escuelas pueden colaborar con organizaciones comunitarias en proyectos STEM. Este enfoque puede ayudar a promover la participación de la comunidad en la educación STEM y proporcionar a los estudiantes oportunidades para aplicar sus habilidades STEM a problemas del mundo real.
- **Espacios Maker:** Los centros escolares pueden crear espacios "maker" en los que los alumnos colaboren en proyectos STEM prácticos. Este enfoque puede ayudar a fomentar la creatividad, la innovación y las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes.

3. Diseño de proyectos de co-creación STEM de éxito

Diseñar con éxito proyectos de co-creación STEM es un aspecto crucial para garantizar que el proyecto sea eficaz y tenga impacto. Al diseñar un proyecto de co-creación STEM, es esencial tener en cuenta las metas, los objetivos y los resultados específicos del proyecto. Además, es necesario identificar a las partes interesadas adecuadas que participarán en el proyecto. El diseño del proyecto también debe incorporar los principios de la co-creación, lo que significa que todas las partes interesadas deben tener las mismas oportunidades de contribuir al desarrollo del proyecto.

Uno de los pasos fundamentales para diseñar con éxito un proyecto de co-creación STEM es determinar las metas y objetivos específicos del proyecto. Las metas y los objetivos deben estar claramente definidos para garantizar que todas las partes interesadas tengan una comprensión compartida de lo que el proyecto pretende lograr. Las metas y los objetivos también deben ser mensurables, para poder seguir y evaluar los progresos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esto ayudará a garantizar que el proyecto se mantiene centrado y alineado con los resultados previstos.

Otro aspecto importante para diseñar con éxito un proyecto de cocreación STEM es identificar a las partes interesadas adecuadas que participarán en el proyecto. Esto incluye la identificación del público objetivo o beneficiarios del proyecto y su participación en el diseño y desarrollo del proyecto. Además, es esencial identificar a los socios y colaboradores clave que participarán en el proyecto, como expertos

de distintos campos, instituciones educativas y organizaciones comunitarias. Esto ayudará a garantizar que el proyecto sea completo e incorpore diversas perspectivas y conocimientos.

Por último, para diseñar un proyecto de co-creación STEM de éxito es necesario incorporar los principios de la co-creación. Esto significa que todas las partes interesadas deben tener las mismas oportunidades de contribuir al desarrollo del proyecto, desde la ideación hasta la ejecución. Esto puede lograrse mediante talleres de colaboración, sesiones de creación de prototipos y otros métodos participativos. Al implicar a todas las partes interesadas en el diseño y desarrollo del proyecto, es más probable que éste tenga éxito y repercusión, y que las partes interesadas se impliquen más en los resultados del proyecto.

EJEMPLO DE CÓMO DISEÑAR CON ÉXITO PROYECTOS DE CO-CREACIÓN STEAM

IDENTIFICAR EL PROBLEMA

Puede tratarse de un problema del mundo real o de un reto relacionado con la educación STEM.

INVOLUCRAR A LAS PARTES INTERESADAS

Involucra a diversas partes interesadas en el proceso de co-creación, incluidos estudiantes, educadores, profesionales del sector y miembros de la comunidad. Asegúrate de que sus puntos de vista están representados y de que participan en todas las fases del proyecto.

DESARROLLAR UNA VISIÓN COMPARTIDA

Incluyendo metas, objetivos y resultados. Asegúrate de que todas las partes interesadas están alineadas en torno a la visión y de que ésta refleja las necesidades y preferencias del público destinatario.

DISEÑAR EL PROYECTO

Incluyendo las actividades, el calendario y los recursos necesarios. Asegúrate de que el proyecto es viable y de que aborda el problema o reto identificado.

EJECUTAR EL PROYECTO

Trabajar en colaboración con las partes interesadas para garantizar su éxito. Supervisar los avances y hacer los ajustes necesarios.

EVALUAR EL PROYECTO

Evaluar el proyecto de cocreación para valorar su impacto en las partes interesadas y la medida en que ha alcanzado sus metas y objetivos. Utilizar las conclusiones para mejorar futuros proyectos de cocreación.

4. Ejecución de proyectos de cocreación STEAM

Los proyectos de co-creación STEAM son esfuerzos de colaboración entre estudiantes, profesores y profesionales de la industria que integran ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Estos proyectos se basan en la experiencia combinada de múltiples partes interesadas para crear experiencias de aprendizaje significativas y atractivas para los estudiantes. La puesta en marcha de proyectos de co-creación STEM requiere una cuidadosa planificación, coordinación y comunicación entre todas las partes implicadas.

Un aspecto clave de la ejecución de proyectos de co-creación STEM es la identificación de las metas y objetivos del proyecto. Esto implica comprender las necesidades e intereses de los estudiantes, así como las habilidades y conocimientos que los profesionales de la industria pueden aportar. Los profesores también deben tener en cuenta las normas curriculares y los resultados del aprendizaje que quieren abordar a través del proyecto. Una vez establecidos estos objetivos, los profesores pueden trabajar con los profesionales de la industria y los estudiantes para diseñar un proyecto que sea a la vez estimulante y factible.

Otro factor importante a la hora de poner en práctica los proyectos de co-creación STEM es crear un entorno de aprendizaje propicio. Los estudiantes deben sentirse cómodos asumiendo riesgos y experimentando con nuevas ideas, y los profesores deben estar preparados para proporcionar orientación y apoyo a lo largo del proyecto. Los profesionales de la industria también pueden desempeñar un papel de mentores y entrenadores de los estudiantes, ayudándoles a desarrollar las habilidades y conocimientos que necesitan para tener éxito en el proyecto y más allá. Al fomentar un entorno de aprendizaje colaborativo y solidario, los profesores pueden ayudar a los alumnos a desarrollar un sentimiento de propiedad y orgullo por su trabajo.

Por último, la ejecución de proyectos de co-creación STEM requiere una evaluación y reflexión continuas. Los profesores deben evaluar la eficacia del proyecto en el logro de sus metas y objetivos, y hacer los ajustes necesarios. Esto puede implicar la recopilación de comentarios de los estudiantes, profesionales de la industria y otras partes interesadas, y el uso de esos comentarios para mejorar el proyecto en futuras iteraciones. Mediante la evaluación continua y el perfeccionamiento de los proyectos de co-creación STEM, los profesores pueden asegurarse de que están proporcionando experiencias de aprendizaje significativas y atractivas que preparan a los estudiantes para el éxito en la fuerza de trabajo del siglo 21.

Los proyectos de co-creación STEAM son un enfoque que incorpora la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) en un entorno de colaboración. Este proceso permite a los alumnos descubrir y crear soluciones a problemas del mundo real. El éxito de los proyectos de co-creación STEM requiere un enfoque colaborativo que implique a diferentes partes interesadas, como estudiantes,

educadores, investigadores e industrias. La idea que subyace a la co-creación es combinar diferentes perspectivas y conocimientos para crear soluciones innovadoras que respondan a las necesidades de la comunidad.

5. Resultados de los proyectos de co-creación STEM de éxito

Los resultados de los proyectos de co-creación STEM son numerosos. En primer lugar, mejoran los conocimientos y competencias de los alumnos en los campos STEM. Esto se debe a que el enfoque fomenta un entorno de aprendizaje práctico en el que los alumnos pueden aplicar los conocimientos teóricos a situaciones del mundo real. También ofrece a los alumnos la oportunidad de desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas. A través de la colaboración, los alumnos pueden desarrollar soluciones creativas e innovadoras que pueden aplicarse a diferentes escenarios.

Otro resultado del éxito de un proyecto de co-creación STEM es el desarrollo de habilidades sociales y emocionales. El trabajo en equipo fomenta la interacción social y mejora las capacidades de comunicación y liderazgo. El enfoque colaborativo también ayuda a los alumnos a desarrollar la empatía y la comprensión de diferentes perspectivas. Esto es importante porque ayuda a los alumnos a desarrollar un sentido de comunidad y responsabilidad hacia los demás miembros.

Por último, los proyectos de co-creación STEM que tienen éxito repercuten positivamente en la comunidad. Las soluciones desarrolladas a través de este enfoque suelen estar orientadas a abordar las necesidades de la comunidad. Por lo tanto, los resultados de estos proyectos tienen el potencial de crear un impacto positivo en la vida de las personas. Las soluciones desarrolladas pueden aplicarse para mejorar la calidad de vida, promover el desarrollo sostenible o incluso crear oportunidades de empleo. Esto, a su vez, crea una sensación de logro y realización para los alumnos implicados.

En conclusión, los proyectos de co-creación STEM son una forma eficaz de fomentar el aprendizaje colaborativo en los campos STEM. Los proyectos exitosos tienen numerosos resultados que incluyen la mejora de los conocimientos y habilidades de los estudiantes, el desarrollo de habilidades sociales y emocionales, y la creación de impactos positivos en la comunidad. Por lo tanto, los educadores deberían considerar la posibilidad de incorporar proyectos de co-creación STEM en sus planes de estudio para proporcionar a los alumnos un enfoque de aprendizaje práctico e innovador.

Tipos de proyectos de co-creación

- **Diseño participativo:** Este tipo de co-creación implica la participación activa de los usuarios finales en el proceso de diseño de nuevos productos, tecnologías o servicios relacionados con STEM. Este enfoque garantiza que el producto final se adapte a las necesidades y preferencias del público destinatario. Algunos ejemplos de cómo aplicar el diseño participativo en un aula que pueden incluirse en la co-creación:

- Temas de aprendizaje basado en proyectos: Involucrar a los estudiantes en la selección de temas de aprendizaje basados en proyectos. Ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aportar ideas, debatir y votar sobre posibles temas de interés. Este enfoque participativo garantiza que los estudiantes tengan voz en la configuración de sus experiencias de aprendizaje, fomentando la motivación intrínseca y el compromiso.
 - Planificación de las clases: Involucrar a los alumnos en el proceso de planificación de la lección solicitando su opinión sobre las actividades, los recursos y los métodos de evaluación. Anímalos a sugerir temas, proyectos o experimentos que consideren interesantes y relevantes. Al incorporar sus ideas, los estudiantes se convierten en participantes activos en el proceso de aprendizaje y se sienten dueños de su educación.
- **Investigación en colaboración:** La investigación colaborativa consiste en reunir a expertos de diferentes campos STEM para que trabajen juntos en proyectos de investigación. Este enfoque permite poner en común recursos y conocimientos, lo que da lugar a resultados de investigación más completos e innovadores. Algunos ejemplos de cómo aplicar la investigación colaborativa en un aula que pueden incluirse en la co-creación:
 - Investigaciones científicas: Dividir a los alumnos en pequeños grupos y asignales diferentes preguntas o hipótesis de investigación relacionadas con un concepto científico específico. Cada grupo realiza experimentos, recoge datos y analiza los resultados en colaboración. A continuación, presentan los resultados de su investigación a la clase, fomentando así una experiencia de aprendizaje compartido.
 - Investigaciones matemáticas: Formar grupos de alumnos para explorar conceptos matemáticos más allá del plan de estudios. Cada grupo selecciona un problema o tema matemático específico y, en colaboración, lleva a cabo una investigación, experimentando con distintos enfoques y analizando los resultados. Presentan sus conclusiones y soluciones a la clase, fomentando el razonamiento matemático y la capacidad de resolver problemas.
 - **Investigación participativa basada en la comunidad:** La investigación participativa basada en la comunidad implica trabajar con los miembros de la comunidad para abordar cuestiones relacionadas con STEM que afectan a su salud y bienestar. Este enfoque reconoce que los miembros de la comunidad tienen conocimientos y experiencia valiosos que pueden contribuir al proceso de investigación y garantiza que la investigación responda a las necesidades de la comunidad. He aquí algunos ejemplos de cómo aplicar y desarrollar la investigación participativa basada en la comunidad en un aula:
 - Desarrollo comunitario sostenible: Los estudiantes colaboran con miembros de la comunidad, urbanistas o expertos en sostenibilidad para investigar y proponer iniciativas de desarrollo sostenible. Pueden explorar temas como las energías

renovables, los espacios verdes o la reducción de residuos. Mediante la investigación y el análisis, elaboran recomendaciones y las presentan a las partes interesadas de la comunidad o a los funcionarios de la administración local.

- Evaluación de las necesidades de la comunidad: Los estudiantes se asocian con organizaciones locales sin ánimo de lucro o proveedores de servicios comunitarios para realizar una evaluación de las necesidades de la comunidad. Colaboran con los miembros de la comunidad para identificar problemas acuciantes o lagunas en los servicios. Mediante encuestas, entrevistas o grupos de discusión, recopilan datos para fundamentar la toma de decisiones y la asignación de recursos. Los estudiantes pueden presentar sus conclusiones a la organización comunitaria, abogando por intervenciones específicas.
- **Ciencia ciudadana:** La ciencia ciudadana implica la participación del público en proyectos de investigación relacionados con STEM. Este enfoque permite recopilar grandes cantidades de datos al tiempo que fomenta la participación del público en la ciencia.
 - Cartografía de la contaminación lumínica: Los estudiantes participan en la cartografía de la contaminación lumínica en su comunidad midiendo los niveles de brillo del cielo. Pueden utilizar aplicaciones de smartphone o medidores de luz para recopilar datos y contribuir con sus hallazgos a proyectos de ciencia ciudadana centrados en el estudio de la contaminación lumínica y sus efectos en los ecosistemas y la salud humana.
 - Seguimiento de la migración de las aves: Los alumnos participan en el seguimiento de la migración de las aves observando y registrando las especies de aves, su comportamiento y sus pautas migratorias. Pueden contribuir con sus observaciones a programas regionales o nacionales de seguimiento de aves, como eBird o el Great Backyard Bird Count, ayudando a los científicos a comprender las poblaciones de aves y los patrones migratorios.
- **Proyectos de educación STEM:** La co-creación en la educación STEM puede implicar la colaboración con educadores, estudiantes y profesionales de la industria para desarrollar e implementar programas e iniciativas innovadoras de educación STEM. Este enfoque puede ayudar a fomentar el compromiso y el interés de los estudiantes por las materias STEM, así como a prepararlos para futuras carreras en campos STEM.
 - Robótica y programación: Los estudiantes pueden participar en proyectos de robótica en los que diseñan, construyen y programan robots para realizar tareas específicas. Pueden explorar conceptos como sensores, motores y algoritmos mientras desarrollan habilidades de resolución de problemas y pensamiento computacional.

- Desarrollo de aplicaciones: Los estudiantes pueden aprender los fundamentos del desarrollo y diseño de aplicaciones creando aplicaciones móviles que resuelvan problemas del mundo real. Pueden explorar el diseño de la interfaz de usuario, la codificación y la experiencia del usuario mientras desarrollan sus propias aplicaciones educativas o de utilidad.

Áreas de interés en la co-creación

- **Aprendizaje, enseñanza y evaluación:** La co-creación puede aplicarse al desarrollo y la aplicación de estrategias innovadoras de aprendizaje, enseñanza y evaluación. Esto implica trabajar en colaboración con estudiantes, educadores y otras partes interesadas para diseñar y aplicar enfoques adaptados a las necesidades y preferencias del público destinatario.
- **Diseño curricular y consultoría pedagógica:** La co-creación puede utilizarse para implicar a las partes interesadas en el diseño y el desarrollo del plan de estudios y los enfoques pedagógicos. Este enfoque garantiza que el plan de estudios sea pertinente y atractivo para los estudiantes y satisfaga sus necesidades de aprendizaje.
- **Investigación e indagación temáticas:** La co-creación puede aplicarse a proyectos de investigación en áreas temáticas específicas. Se trata de reunir a expertos de distintas disciplinas para que colaboren en proyectos de investigación que aborden problemas complejos.
- **Beca de Enseñanza y Aprendizaje (SoTL):** La SoTL implica investigar y estudiar las prácticas de enseñanza y aprendizaje para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. La co-creación puede utilizarse para implicar a los estudiantes y otras partes interesadas en el proceso de investigación, garantizando que la investigación responda a las necesidades y preferencias del público destinatario.

6. Conclusión

En conclusión, la co-creación en la educación STEM ofrece un enfoque colaborativo e innovador para abordar problemas complejos y fomentar experiencias de aprendizaje significativas. Al implicar activamente a diversas partes interesadas, como estudiantes, educadores, profesionales de la industria y miembros de la comunidad, los proyectos de co-creación ofrecen oportunidades para la comprensión compartida, la creación de valor y la generación de conocimiento. A través del diseño participativo, la investigación colaborativa, las iniciativas basadas en la comunidad y la ciencia ciudadana, los proyectos

de co-creación capacitan a los estudiantes para convertirse en contribuyentes activos en su educación y en la comunidad STEM en general.

La puesta en marcha de proyectos de co-creación STEM en las escuelas requiere una cuidadosa planificación, coordinación e integración de los principios de la co-creación. Los educadores pueden crear entornos de aprendizaje atractivos e interactivos implicando a los alumnos en el diseño de los planes de estudio, fomentando los proyectos de investigación dirigidos por ellos, promoviendo las asociaciones con la industria, promoviendo proyectos comunitarios y creando espacios para los creadores. Diseñar con éxito proyectos de co-creación STEM implica definir claramente las metas y los objetivos, identificar a las partes interesadas y garantizar la igualdad de oportunidades para la contribución. La evaluación y la reflexión continuas también son cruciales para perfeccionar y mejorar estos proyectos a lo largo del tiempo.

Los resultados de los proyectos de co-creación STEM de éxito son polifacéticos. Mejoran los conocimientos y habilidades de los alumnos en los campos STEM, desarrollan competencias sociales y emocionales y tienen un impacto positivo en la comunidad. Los estudiantes adquieren habilidades prácticas y creativas para resolver problemas, colaboran eficazmente y adquieren un sentimiento de propiedad y orgullo por su trabajo. Las soluciones desarrolladas a través de proyectos de co-creación pueden abordar las necesidades de la comunidad, promover la sostenibilidad y crear beneficios tangibles para la sociedad.

Incorporar proyectos de co-creación a la educación STEM proporciona un enfoque de aprendizaje práctico e innovador que prepara a los estudiantes para los retos de la mano de obra del siglo XXI. Al fomentar la colaboración, el pensamiento crítico y el sentido de la responsabilidad, los educadores pueden capacitar a los estudiantes para que contribuyan activamente a su propio aprendizaje y a la mejora de sus comunidades. A medida que el campo de la educación STEM sigue evolucionando, la co-creación ofrece un camino prometedor hacia experiencias de aprendizaje más inclusivas, atractivas e impactantes.

El capítulo IV: Explorar lo digital, lo físico, lo ficticio, la tecnología y el software para la creación digital de arte

1- Introducción:

En este capítulo, definiremos y aclararemos los conceptos teóricos de digital, físico y phygital que se utilizarán para la co-creación digital de arte que puede ser explotado para el aprendizaje STEM. También, se explorará la sinergia entre la tecnología digital y las experiencias físicas para un e-book pedagógico moderno y eficiente basado en actividades artísticas. Además, definiremos el importante papel del software tecnológico en este novedoso ecosistema. Por último, se debatirán las repercusiones de lo físico en el rendimiento de la creación digital de arte.

2- Los conceptos de enfoques digital, físico y phygital

Los profesores y expertos pueden seguir y utilizar métodos y enfoques digitales, físicos y fitogénicos para co-crear contenidos artísticos con los que enseñar a alumnos y niños. Estos términos se utilizan principalmente para describir distintos tipos de experiencias e interacciones en este campo.

2.1 Técnicas físicas y pedagogías:

Entre estos métodos, los enfoques pedagógicos físicos ofrecen oportunidades para que los alumnos exploren su creatividad, desarrollen habilidades técnicas, se relacionen con los materiales, experimenten con diferentes técnicas y expresen sus ideas visualmente. Los educadores artísticos suelen combinar estos enfoques para crear una experiencia educativa artística integral y completa. La pedagogía física [1] se refiere a los métodos y enfoques utilizados para enseñar y aprender arte a través de la participación física y la manipulación de materiales. Hace hincapié en la exploración práctica, la experimentación y el desarrollo de habilidades. A continuación, se presentan algunos enfoques pedagógicos físicos clave que suelen utilizarse en la educación artística:

- El dibujo suele considerarse la base de las artes visuales. Consiste en utilizar diversos instrumentos de dibujo, como lápices, carboncillo o pasteles, para representar objetos, personas o ideas sobre el papel. Los ejercicios de dibujo ayudan a desarrollar la capacidad de observación, la coordinación ojo-mano y la habilidad para representar formas, perspectivas y texturas.
- La pintura consiste en aplicar pigmento a una superficie utilizando pinceles, espátulas u otras herramientas. Permite a los artistas explorar la teoría del color, la composición, la textura y

diferentes técnicas pictóricas como la veladura, el empaste o la técnica húmedo sobre húmedo. Aprender a mezclar colores, aplicar pinceladas y crear variaciones tonales son habilidades importantes que se desarrollan a través de la pintura.

- La escultura consiste en crear obras de arte tridimensionales dando forma o manipulando materiales como arcilla, madera, piedra, metal u objetos encontrados. La escultura ayuda a desarrollar la conciencia espacial, la comprensión de la forma y el volumen y la capacidad de trabajar en tres dimensiones. Se pueden explorar técnicas como la talla, el modelado, el vaciado o el ensamblaje.
- La cerámica consiste en trabajar la arcilla para crear cerámica o esculturas. Las técnicas incluyen la construcción a mano (pellizcar, enrollar o construir losas) y el torno. La cerámica enseña a los estudiantes a trabajar con un material maleable, técnicas de esmaltado y cocción, y a comprender las propiedades de la arcilla.
- Las técnicas de grabado, como la impresión en relieve, la calcografía, la litografía o la serigrafía, consisten en transferir una imagen de una superficie preparada a otra, normalmente papel. El grabado fomenta la experimentación, la planificación y el trabajo en múltiplos. Los estudiantes aprenden a desarrollar habilidades técnicas, crear texturas, explorar opciones de color y participar en el proceso de grabado.
- El collage consiste en combinar distintos materiales, como papel, tela, fotografías u objetos encontrados, para crear una composición unificada. La técnica mixta consiste en utilizar diversos materiales y técnicas artísticas en una misma obra. Estos enfoques fomentan la creatividad, la superposición y la experimentación con diferentes texturas y materiales.
- El arte escénico (por ejemplo, el teatro) implica la creación de obras de arte y habilidades escénicas que se presentan a través de acciones o representaciones en vivo. Puede incluir elementos como el movimiento, el arte corporal, el sonido y los medios basados en el tiempo. El arte escénico anima a los alumnos a explorar sus cuerpos, las relaciones espaciales y la interacción con el público.
- Las técnicas del mimo y el teatro físico hacen hincapié en la comunicación no verbal, el lenguaje corporal y la narración a través del movimiento. El entrenamiento en mimo ayuda a los actores a desarrollar la precisión, el control y la capacidad de transmitir significados únicamente a través de la fisicalidad. Explora el uso del atrezzo, el espacio y la narrativa física.
- El arte cinético incorpora el movimiento a las obras de arte, a menudo utilizando componentes mecánicos o tecnológicos. Explora la relación entre arte y movimiento, creando experiencias interactivas y dinámicas. Los alumnos aprenden sobre mecánica, ingeniería e integración de la tecnología con la expresión artística.
- La fotografía consiste en capturar imágenes con cámaras y explorar diversas técnicas fotográficas, como la composición, la iluminación, la exposición y el tratamiento posterior.

Anima a los estudiantes a desarrollar su percepción visual, su capacidad para contar historias y sus habilidades técnicas en la creación de imágenes.

STEM-Xhibitions recomienda el uso de los enfoques pedagógicos físicos vinculados al teatro, que proporcionan a los actores una serie de herramientas y técnicas para desarrollar su expresividad física, su presencia escénica y su trabajo con los personajes. Combinando la narración, los gestos corporales y las técnicas de voz, los educadores teatrales crean una experiencia de formación completa que prepara a los actores para las exigencias físicas del escenario.

2.2 Los métodos digitales para crear arte



Figura 20: Foto de arte moderno (Crédito de la imagen: Getty Images / lithiumcloud)

Las técnicas digitales hacen referencia a tecnologías que existen únicamente en el ámbito digital, como herramientas virtuales, sitios web, aplicaciones móviles, plataformas de redes sociales y otras formas de comunicación en línea. Las experiencias digitales suelen ofrecerse a través de dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles o tabletas, y pueden abarcar desde simples interacciones basadas en texto hasta complejas experiencias multimedia que incorporan vídeo, audio y gráficos. A la hora de crear arte, la pedagogía digital puede ofrecer numerosas oportunidades de exploración, creatividad y colaboración. En la bibliografía existen algunos enfoques pedagógicos digitales de uso común en la educación artística:

- Las herramientas virtuales integran las tecnologías de realidad virtual y aumentada en la educación artística. La RV permite a los estudiantes crear y experimentar entornos artísticos digitales inmersivos, mientras que la RA puede superponer elementos digitales a entornos del mundo real, mejorando las formas artísticas tradicionales o creando instalaciones interactivas.
- La incorporación del uso de tabletas digitales de dibujo permite a los profesores que proponen a los alumnos dibujar y pintar directamente en una pantalla con un lápiz óptico. Estas tabletas

simulan los medios artísticos tradicionales y ofrecen funciones como la sensibilidad a la presión, lo que permite un control más preciso y una experiencia artística más táctil.

- Los espacios de colaboración en línea utilizan plataformas digitales y comunidades en línea para facilitar los proyectos artísticos colaborativos y la crítica entre iguales. Profesores, expertos y alumnos pueden colaborar en obras de arte compartidas, intercambiar comentarios y entablar debates sobre sus procesos creativos, ayudándoles a desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de comunicación.
- La exploración de técnicas de narración digital puede utilizarse en la creación artística. Profesores y expertos pueden combinar el arte visual con elementos narrativos, animación o elementos interactivos para crear obras de arte multimedia para los alumnos que transmitan una historia o un mensaje.
- Las Exposiciones y Portafolios Digitales guían a los usuarios (por ejemplo, profesores) en la creación de portafolios digitales o galerías en línea para mostrar sus obras de arte. Esto les permite compartir sus creaciones con un público más amplio, recibir comentarios y desarrollar destrezas de conservación y presentación digital.
- La gamificación y las experiencias artísticas interactivas introducen elementos de gamificación y experiencias artísticas interactivas para atraer a los estudiantes. Esto podría implicar el diseño de juegos artísticos digitales, instalaciones interactivas o experiencias inmersivas que fomenten la exploración, la experimentación y la resolución creativa de problemas.

Es importante adaptar estos enfoques pedagógicos digitales a las necesidades específicas de profesores, expertos y estudiantes y a los recursos disponibles. Además, evaluar y actualizar periódicamente las estrategias pedagógicas para incorporar las nuevas tecnologías y las tendencias emergentes en el campo del arte digital.

2.3 El enfoque phygital

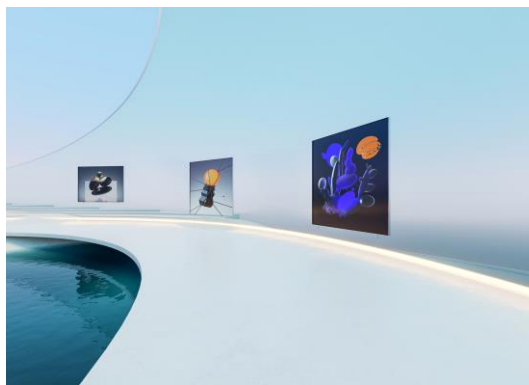


Figura 20: Combinación física y digital de exposición de arte (fuente www.behance.net)

La pedagogía phygital [2] se refiere a un enfoque de la educación que combina elementos físicos y digitales para mejorar la experiencia de aprendizaje (P. Quirke y A. Saeed AlShamsi, 2023). Cuando se aplica a la creación artística, la pedagogía phygital puede ofrecer a los artistas interesantes oportunidades de explorar nuevas técnicas, soportes y experiencias interactivas. He aquí un breve resumen de cómo puede utilizarse la pedagogía phygital para crear arte. Además, es una mezcla de mundos físico y digital, en la que las experiencias físicas se ven mejoradas por la tecnología digital y viceversa. En el comercio minorista, las experiencias phygital pueden incluir quioscos digitales que ofrezcan información y recomendaciones sobre productos, herramientas virtuales de prueba o promociones personalizadas a través de dispositivos móviles mientras se compra en la tienda.

La pedagogía phygital en la creación artística ofrece a los artistas mayores posibilidades de creatividad, experimentación y participación del público. Al combinar los ámbitos físico y digital, los artistas pueden crear experiencias artísticas únicas y dinámicas que traspasan los límites de las formas artísticas tradicionales:

- La combinación de herramientas físicas y digitales anima a los artistas a combinar materiales y técnicas artísticas tradicionales con herramientas y tecnologías digitales. Esto podría implicar el uso de medios físicos como la pintura, la arcilla o el papel junto con herramientas digitales como software de diseño gráfico, programas de modelado 3D o herramientas de realidad virtual (RV).
- Las instalaciones y exposiciones interactivas promueven la creación de instalaciones o exposiciones artísticas interactivas que atraigan a los espectadores de forma física y digital. Los artistas pueden incorporar elementos como sensores de movimiento, pantallas táctiles o realidad aumentada (RA) para fomentar la participación del público y la exploración de sus obras de arte.
- Los proyectos artísticos colaborativos pueden facilitar los proyectos artísticos colaborativos aprovechando las plataformas y herramientas digitales. Los artistas pueden conectarse con otros desde distintos lugares, trabajando juntos en un lienzo digital compartido o utilizando

herramientas de colaboración virtual para crear obras de arte colectivamente. Este enfoque fomenta la colaboración, la retroalimentación y el intercambio de ideas entre artistas.

- La narrativa digital y los multimedia animan a los artistas a explorar la combinación del arte visual con otros medios, como el audio, el vídeo, la animación o la narrativa interactiva. Los artistas pueden utilizar técnicas de narración digital para crear experiencias artísticas envolventes y atractivas que trasciendan la obra de arte estática tradicional.
- La educación artística a través de plataformas en línea también puede extenderse al ámbito de la educación artística. Las plataformas y cursos en línea pueden combinar tutoriales en vídeo, ejercicios interactivos y aulas virtuales para ofrecer experiencias integrales de educación artística. Este enfoque permite a los artistas aprender y practicar técnicas artísticas utilizando herramientas tanto físicas como digitales, y recibir comentarios de instructores y compañeros.

En las exposiciones STEM, las experiencias phygital pueden incluir el uso de herramientas virtuales para mejorar la experiencia de aprendizaje, o el uso de plataformas de aprendizaje en línea que se integran con las actividades físicas del aula. Las experiencias phygital también pueden encontrarse en instalaciones artísticas, espectáculos y eventos. Por ejemplo, una exposición de arte puede utilizar tecnología de realidad aumentada para añadir elementos digitales a obras de arte físicas, o un concierto puede utilizar tecnología digital para crear efectos visuales envolventes.

3-El papel del software tecnológico en la creación digital de arte

Este capítulo no sugiere que todos los profesores deban convertirse en expertos programadores o desarrolladores web. Más bien, se hace hincapié en la importancia de tener una actitud y aptitud hacia las tecnologías, la voluntad de utilizarlas eficazmente en el aula y la comprensión de cómo y por qué deben utilizarse. Además, la tecnología y el software han revolucionado el mundo del arte, proporcionando a los artistas nuevas herramientas y medios para crear arte digitalmente y ampliando las posibilidades de expresión artística. Esto también ha dado lugar a una mayor accesibilidad y distribución del arte digital.

La creación digital de arte se ha hecho cada vez más popular en los últimos años, con el desarrollo de tecnología y software avanzados que permiten a los artistas crear impresionantes obras de arte digitales. El uso de herramientas digitales para la creación artística ofrece un amplio abanico de posibilidades a los artistas, como una mayor flexibilidad, precisión y rapidez en el proceso creativo.

Existen muchas herramientas de software y hardware diferentes para la creación de arte digital, cada una con sus propias características y ventajas. Algunas de las opciones más populares son Adobe Creative Suite, Procreate, Corel Painter, Sketchbook, Blender, Maya y ZBrush. Estas herramientas

ofrecen a los artistas una amplia gama de opciones para crear obras de arte digitales, como pintura, dibujo, modelado 3D, animación y mucho más. Además del software, también existen herramientas de hardware diseñadas específicamente para la creación de arte digital, como tabletas de dibujo, monitores interactivos e impresoras 3D. Estas herramientas proporcionan a los artistas una experiencia más táctil y natural al trabajar digitalmente, lo que les permite crear obras de arte precisas y expresivas.

En general, el uso de la tecnología y el software para la creación de arte digital ha revolucionado el mundo del arte, permitiendo a los artistas explorar nuevos medios y técnicas, y creando nuevas oportunidades para la creatividad y la expresión. En el mercado existen diversas herramientas y programas informáticos que permiten a profesores y expertos crear contenidos digitales específicamente diseñados para crear arte, como Adobe Photoshop, Illustrator o Procreate. Enséñales a utilizar estas herramientas con eficacia, incluyendo técnicas como la superposición, la mezcla y la manipulación de pinceles digitales.

Además, los expertos pueden explorar tutoriales en línea, vídeos instructivos y comunidades de arte digital. Plataformas como YouTube, Skillshare o los foros de arte en línea ofrecen una gran cantidad de recursos donde los estudiantes pueden aprender nuevas técnicas, inspirarse y relacionarse con otros artistas. Los educadores se enfrentan al reto continuo de perfeccionar sus técnicas de enseñanza y aprendizaje para satisfacer las crecientes demandas y expectativas de los estudiantes, que a menudo se describen como expertos digitales. Los estudiantes esperan que las experiencias de enseñanza y aprendizaje que encuentran a lo largo de sus años de escolarización formal se vean enriquecidas por el uso de las tecnologías digitales, pero muchos profesores tienden a confiar en enfoques autodidactas o de aprendizaje entre iguales para desarrollar sus habilidades tecnológicas. En consecuencia, los tipos de tecnología que utilizan pueden no ser tan actuales como lo que requieren sus alumnos, o lo que se necesita para una enseñanza eficaz.

3.1 Software Tecnológico:



Figura 22: Imagen de creación de Arte digital (fuente: <https://www.lifewire.com/best-digital-art-software-4705458>)

La tecnología y el software se han convertido en parte integrante de la pedagogía, transformando la forma en que los alumnos aprenden y los profesores enseñan. Desde las plataformas de aprendizaje en línea hasta el software educativo, la tecnología se utiliza de diversas formas para mejorar la experiencia de aprendizaje. He aquí algunos ejemplos de cómo se utilizan la tecnología y el software en el contexto de la creación artística.

- Las plataformas de aprendizaje en línea como Moodle, Blackboard y Canvas permiten impartir cursos en línea, proporcionando a los estudiantes acceso a los materiales del curso, las tareas y las evaluaciones desde cualquier lugar con conexión a Internet.
- El software educativo puede utilizarse para proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas y atractivas, como simulaciones, juegos y realidad virtual. Algunos ejemplos de software educativo son Minecraft: Education Edition, Kahoot y Quizlet.
- La tecnología puede facilitar la colaboración entre alumnos y profesores, permitiéndoles trabajar juntos en proyectos y compartir ideas en tiempo real. Algunos ejemplos de herramientas de colaboración son Google Drive, Microsoft Teams y Slack.
- La tecnología puede utilizarse para crear y entregar evaluaciones, como cuestionarios y exámenes, así como para proporcionar información a los estudiantes. Algunos ejemplos de herramientas de evaluación son Google Forms, Quizlet y Turnitin.
- La tecnología puede utilizarse para crear y compartir contenidos multimedia, como vídeos y podcasts, para complementar los materiales de aprendizaje tradicionales. Algunos ejemplos de herramientas multimedia son iMovie, Audacity y Screencastify.

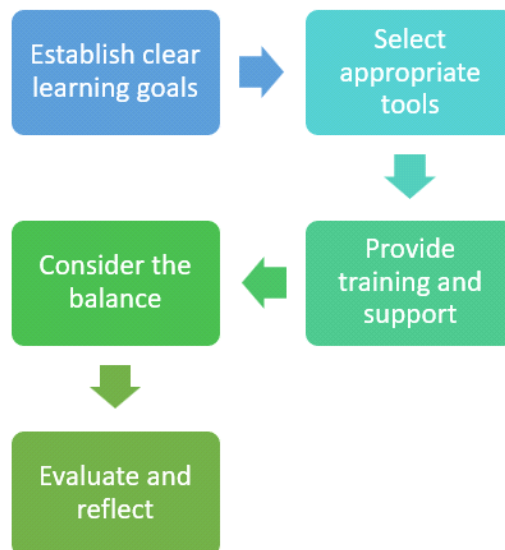


Figura 21: Diagrama de pasos para una implementación exitosa

La fusión de la tecnología y el software en la pedagogía requiere una planificación meditada y la consideración de las necesidades y preferencias de los estudiantes, así como de los recursos y la

infraestructura disponibles. En la siguiente subsección, se presentan los pasos esenciales y los consejos clave que pueden ayudar a facilitar la implementación con éxito de la tecnología y el software en el contexto de la pedagogía:

- **Establecer objetivos de aprendizaje claros:** Identifique objetivos de aprendizaje claros y determine cómo la tecnología y el software pueden apoyar esos objetivos.
- **Seleccionar las herramientas adecuadas:** Seleccionar herramientas tecnológicas y de software que se alineen con los objetivos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes, y garantizar que sean accesibles para todos los estudiantes.
- **Proporcionar formación y apoyo:** Los profesores y alumnos pueden necesitar formación y apoyo para utilizar eficazmente la tecnología y el software. Considere la posibilidad de ofrecer talleres o recursos en línea para ayudar a desarrollar las habilidades y la confianza.
- **Considere el equilibrio:** Equilibre el uso de la tecnología y los programas informáticos con los métodos de enseñanza tradicionales para garantizar una experiencia de aprendizaje completa y eficaz.
- **Evaluar y reflexionar:** Evaluar periódicamente la eficacia del uso de la tecnología y el software en la pedagogía y reflexionar sobre cómo pueden mejorarse para satisfacer mejor las necesidades de los estudiantes.

La tecnología y los programas informáticos se utilizan de diversas maneras para mejorar la experiencia de aprendizaje en pedagogía. Las plataformas de aprendizaje en línea, el software educativo, las herramientas de colaboración, las herramientas de evaluación y las herramientas multimedia son sólo algunos ejemplos. Para aplicar con éxito la tecnología y el software en la pedagogía se requiere una planificación cuidadosa, una selección adecuada de las herramientas, formación y apoyo, tener en cuenta el equilibrio y una evaluación y reflexión periódicas.

3.2 Inventario de software

Existen varias opciones tecnológicas y de software comercializadas y accesibles para la creación digital de arte. Entre las referencias más populares, presentamos el siguiente software:

- **Adobe Creative Suite:** Adobe Creative Suite es una colección de software de diseño que incluye programas populares como Photoshop, Illustrator e InDesign. Estos programas son muy utilizados por artistas, diseñadores y fotógrafos para crear obras de arte digitales.
- **Procreate:** Procreate es una potente aplicación de ilustración digital diseñada específicamente para el iPad. Ofrece una amplia gama de pinceles, texturas y otras herramientas que facilitan la creación de ilustraciones de aspecto profesional.

- **Corel Painter:** Corel Painter es un software de pintura digital que ofrece una gran variedad de pinceles realistas y herramientas para crear efectos de medios tradicionales. Es una opción popular entre artistas e ilustradores profesionales.
- **Autodesk Sketchbook:** Autodesk Sketchbook es una app de dibujo y pintura que ofrece una amplia gama de pinceles y herramientas para crear obras de arte digitales. Está disponible en varias plataformas, como ordenadores de sobremesa, móviles y tabletas.
- **Blender:** Blender es un software de modelado y animación 3D muy popular entre artistas digitales y desarrolladores de juegos. Es un software gratuito y de código abierto que ofrece una amplia gama de funciones para crear modelos 3D, animaciones y efectos visuales.
- **Cinema 4D:** Cinema 4D es un software de modelado, animación y renderizado 3D muy popular entre los artistas de gráficos en movimiento y los profesionales de efectos visuales. Ofrece una amplia gama de funciones avanzadas para crear animaciones y simulaciones 3D complejas.
- **Unity:** Unity es un motor de juegos que se utiliza para crear una amplia gama de juegos y experiencias interactivas. Ofrece una serie de herramientas y funciones para crear entornos 3D, personajes y animaciones.
- **ZBrush:** ZBrush es un software de escultura digital muy popular entre artistas de personajes y escultores. Ofrece una amplia gama de herramientas para crear modelos 3D detallados y realistas.

Estas son las principales tecnologías y programas existentes para la creación digital de arte. La mejor elección dependerá de las necesidades y preferencias específicas del artista. Desde el punto de **vista pedagógico, existen** varias opciones de tecnología y software adecuadas para la creación digital de obras de arte, especialmente para estudiantes y profesores:

- **Tinkercad:** Tinkercad es un software de modelado 3D gratuito, basado en web, fácil de usar y perfecto para principiantes. Es una gran herramienta para enseñar diseño 3D y modelado a los estudiantes de una manera divertida y atractiva.
- **Scratch:** Scratch es un lenguaje de programación visual que permite a los usuarios crear historias interactivas, juegos y animaciones. Es una gran herramienta para enseñar conceptos de programación y codificación a niños y principiantes.
- **Canva:** Canva es un software de diseño gráfico fácil de usar y perfecto para crear contenido visual como carteles, infografías y gráficos para redes sociales. Es una gran herramienta para enseñar diseño gráfico a los estudiantes.
- **Sketchpad:** Sketchpad es una herramienta online gratuita de dibujo y pintura fácil de usar y perfecta para enseñar conceptos de arte digital a principiantes. Ofrece una gran variedad de herramientas y pinceles que permiten a los usuarios crear obras de arte digital de forma rápida y sencilla.

- **Adobe Spark:** Adobe Spark es un conjunto de herramientas en línea gratuitas para crear contenidos visuales como gráficos, videos y páginas web. Es una gran herramienta para enseñar a los estudiantes conceptos de medios digitales y narración de historias.
- **Minecraft:** Minecraft es un videojuego sandbox que permite a los jugadores crear y construir sus propios mundos virtuales. Es una gran herramienta para enseñar conceptos de arquitectura, ingeniería y diseño a niños y principiantes.
- **Google Arts & Culture:** Google Arts & Culture es una plataforma en línea que ofrece acceso a imágenes de alta resolución de obras de arte y visitas virtuales a museos de todo el mundo. Es una gran herramienta para enseñar historia del arte y apreciación a los estudiantes.

4. Exploración de enfoques y pedagogía integradora para la creación artística digital

En un mundo cambiante, se supone que el término "pedagogía" es familiar para la mayoría de las personas y que tienen una idea de a qué se refiere. La pedagogía es la base de la profesión docente, y es probable que cada profesor tenga una idea de cómo sería una pedagogía eficaz para su asignatura o etapa de aprendizaje concretas. Para aclarar, la pedagogía puede definirse como el estudio de la enseñanza y el proceso de ser profesor.

Se ha investigado y especulado mucho sobre el uso de ordenadores en las aulas, y a menudo se ha considerado la tecnología como una herramienta para ayudar tanto a profesores como a alumnos. Sin embargo, la investigación ha demostrado que la tecnología no sólo ayuda en la enseñanza y el aprendizaje, sino que también cambia la forma en que aprendemos y participamos en diferentes tipos de creación de conocimiento. El uso de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje ha contribuido al desarrollo de las teorías del aprendizaje. Además, la tecnología también ha transformado la visión tradicional de los profesores como figuras omniscientes y todopoderosas al frente de la clase, que se limitan a impartir conocimientos a las mentes vacías de los alumnos.

Poner un ordenador en una clase no hace que el aprendizaje sea automáticamente eficaz. Para incorporar eficazmente la tecnología a la enseñanza, los profesores deben saber cómo utilizarla correctamente, comprender las teorías del aprendizaje que subyacen a su uso y ser capaces de seleccionar la tecnología adecuada para lograr los resultados de aprendizaje deseados.

La integración de la tecnología y el arte en el aula tiene muchas ventajas, y este capítulo ofrece una orientación exhaustiva sobre diferentes métodos de enseñanza con tecnología, incluida la exploración de enfoques digitales, físicos y fitogénicos.

4.1 Explora lo digital:

La exploración de las tecnologías digitales en el contexto de la pedagogía puede implicar una amplia gama de actividades y enfoques. Las siguientes ilustraciones destacan la posible exploración de estas tecnologías:

- **Creación de contenidos digitales:** Expertos y profesores pueden explorar herramientas digitales como programas de diseño gráfico, herramientas de edición de vídeo y plataformas de desarrollo web para crear contenidos multimedia con fines didácticos. Por ejemplo, pueden crear infografías, animaciones y vídeos para comunicar sus conocimientos sobre un tema.
- **Realidad virtual y aumentada:** Explorar las tecnologías de realidad virtual y aumentada puede proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje inmersivas que simulan escenarios del mundo real. Por ejemplo, pueden utilizar la realidad virtual para visitar lugares históricos, explorar conceptos científicos o practicar habilidades lingüísticas.
- **Colaboración en línea:** Las tecnologías digitales pueden permitir a los estudiantes colaborar y comunicarse entre sí y con los profesores de nuevas formas. Por ejemplo, pueden utilizar foros de debate en línea, documentos colaborativos y herramientas de videoconferencia para compartir ideas, recibir comentarios y trabajar en proyectos de grupo.
- **Ciudadanía digital:** Explorar las tecnologías digitales también puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de ciudadanía digital, como la seguridad en línea, la privacidad y el uso responsable de la tecnología. Por ejemplo, pueden aprender a utilizar las redes sociales de forma responsable, a proteger su información personal en línea y a evaluar la credibilidad de las fuentes en línea.

Explorar las tecnologías digitales en el contexto de la pedagogía puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus competencias digitales, comprometerse con nuevos modos de aprendizaje y prepararse para un futuro digital.

4.2 Explorar el enfoque físico:



La pedagogía física es el estudio de la educación y el proceso de enseñanza y aprendizaje. La educación física, también conocida como educación física o clase de gimnasia, es un tipo de educación que se centra en las actividades físicas y la forma física. La inclusión de la educación física en la pedagogía es importante porque proporciona a los alumnos conocimientos y habilidades relacionados con la forma física y la salud. La educación física es un componente vital de la pedagogía, ya que contribuye al desarrollo general de los alumnos, no sólo físicamente, sino también mental, social y emocionalmente. A continuación, se exponen algunas de las formas en que la educación física es beneficiosa para los alumnos.

Los expertos en arte pueden explorar y profundizar su comprensión de la pedagogía física de la creación artística a través de diversos medios. He aquí algunas formas de hacerlo:

- Los artistas pueden seguir una educación artística formal matriculándose en escuelas de arte, universidades o programas especializados. Estas instituciones ofrecen cursos y talleres estructurados que se centran en el desarrollo de habilidades técnicas y la exploración de distintos enfoques artísticos. Participar en talleres dirigidos por artistas experimentados o asistir a clases especializadas también puede aportar valiosos conocimientos y formación práctica.
- Buscar la tutoría de artistas consagrados que destaquen en un determinado medio o técnica puede ser muy beneficioso. Trabajar en estrecha colaboración con un mentor permite a los artistas recibir orientación personalizada, comentarios y demostraciones.

Combinar la educación física en la pedagogía requiere un enfoque global que tenga en cuenta las necesidades de cada alumno, así como los factores culturales y ambientales que pueden afectar a su participación en la actividad física. Esto puede implicar la adaptación de las actividades físicas para acomodar a los estudiantes con discapacidades, la creación de entornos seguros e inclusivos para todos los estudiantes, y la provisión de oportunidades para que los estudiantes participen en una variedad de actividades físicas que atiendan a sus intereses y capacidades.

En resumen, la educación física es un componente importante de la pedagogía que contribuye al desarrollo general de los alumnos. Ayuda a promover la forma física, mejorar el rendimiento académico, desarrollar las habilidades sociales, reducir el estrés e inculcar hábitos saludables. Un enfoque global que tenga en cuenta las necesidades individuales de los alumnos es esencial para incorporar la educación física a la pedagogía.

4.3. Explora phygital:

Como se ha definido anteriormente, phygital es un término que combina "físico" y "digital" y se refiere a la mezcla de experiencias físicas y digitales [3]. En el contexto de la pedagogía, el aprendizaje phygital implica la integración de tecnologías digitales en espacios de aprendizaje físicos tradicionales para mejorar la experiencia de aprendizaje (Mele, C., Spena, T.R. 2023). Esto puede incluir el uso de herramientas digitales para la instrucción, la evaluación y la colaboración, así como la incorporación de actividades físicas en entornos de aprendizaje digitales. Los siguientes pasos muestran cómo puede ser beneficioso el aprendizaje phygital en el contexto de la creación artística [4]:

- **Mayor compromiso:** La incorporación de herramientas y tecnologías digitales a los espacios físicos de aprendizaje puede aumentar el compromiso de los estudiantes al proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas y envolventes.
- **Personalización:** Las herramientas digitales pueden ayudar a personalizar el aprendizaje proporcionando una enseñanza y una evaluación adaptadas a las necesidades y preferencias de cada alumno.
- **Accesibilidad:** Las herramientas digitales pueden hacer que el aprendizaje sea más accesible para los estudiantes con discapacidades, como proporcionar software de conversión de texto a voz o de lectura de pantalla para estudiantes con discapacidades visuales.
- **Colaboración:** Las herramientas digitales pueden facilitar la colaboración entre los estudiantes, permitiéndoles trabajar juntos en proyectos y compartir ideas en tiempo real.
- **Flexibilidad:** El aprendizaje phygital permite una mayor flexibilidad en la enseñanza y el aprendizaje, ya que se puede acceder a las herramientas y recursos digitales y utilizarlos en cualquier momento y lugar.

Incorporar el aprendizaje phygital (Anna Lindemann, 2017) a la pedagogía requiere una planificación meditada y tener en cuenta las necesidades y preferencias de los estudiantes, así como los recursos y la infraestructura disponibles. Las siguientes iteraciones presentan las estrategias que pueden ayudar a facilitar la implementación exitosa del aprendizaje phygital:

- **Empiece poco a poco:** introduzca una o dos herramientas o recursos digitales a la vez para que alumnos y profesores se familiaricen con la tecnología.
- **Proporcionar formación y apoyo:** Los profesores y alumnos pueden necesitar formación y apoyo para utilizar eficazmente las herramientas y tecnologías digitales. Considere la posibilidad de ofrecer talleres o recursos en línea para ayudar a desarrollar las habilidades y la confianza.

- **Garantizar la accesibilidad:** Cuando seleccione herramientas y recursos digitales, tenga en cuenta las necesidades de accesibilidad de todos los alumnos y asegúrese de que pueden acceder a la tecnología y utilizarla.
- **Fomentar la colaboración:** Fomente la colaboración y la comunicación entre los alumnos ofreciéndoles oportunidades de trabajar juntos utilizando herramientas y recursos digitales.
- **Evaluar y reflexionar:** Evaluar periódicamente la eficacia de las estrategias de aprendizaje phygital y reflexionar sobre cómo pueden mejorarse para satisfacer mejor las necesidades de los alumnos.

La exploración del aprendizaje phygital es una forma de integrar herramientas y tecnologías digitales en los espacios físicos de aprendizaje para mejorar la experiencia de aprendizaje. Puede aumentar el compromiso, personalizar el aprendizaje, mejorar la accesibilidad, facilitar la colaboración y ofrecer una mayor flexibilidad en la enseñanza y el aprendizaje. Para implantar con éxito el aprendizaje phygital se requiere una cuidadosa planificación, formación y apoyo, y tener en cuenta las necesidades de todos los estudiantes.

5- Creación phygital de las mejores prácticas artísticas:

Crear arte digitalmente puede ser una forma estupenda de que los estudiantes exploren su creatividad y desarrollen sus habilidades artísticas. Y tiene un paso diferente por el que pasar como los siguientes puntos:

- **Elige el software adecuado:** Existen muchas opciones de software para la creación de arte digital, como Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Procreate y Sketchbook, entre otros. Elige el software que mejor se adapte a tus objetivos de enseñanza y a los niveles de habilidad de los alumnos.
- **Enseña lo básico:** Empieza por los fundamentos de la creación artística digital, como el uso de capas, pinceles y paletas de colores. Enseña a los alumnos a utilizar el software y sus distintas herramientas.
- **Incorporar la teoría del arte:** Enseña a los alumnos los elementos del arte y los principios del diseño, como la composición, la teoría del color y la perspectiva. Esto ayudará a los estudiantes a crear un arte estéticamente más agradable y significativo.
- **Proporcionar inspiración:** Muestre a los alumnos ejemplos de arte digital creado por profesionales u otros estudiantes para inspirarles y darles ideas para sus propias creaciones.
- **Fomente la experimentación:** Anima a los alumnos a experimentar con diferentes herramientas, técnicas y estilos para encontrar su propia voz artística.

- **Dar retroalimentación:** Proporcione comentarios constructivos sobre el trabajo de los alumnos para ayudarles a mejorar sus habilidades y seguir desarrollándose como artistas.
- **Muestra el trabajo de los alumnos:** Exponga los trabajos de los alumnos en una galería digital o en las redes sociales para que se sientan orgullosos de sus logros e inspiren a otros.

6. Conclusión:

Basándose en las conclusiones de este capítulo, STEM-Xhibitions utilizará principalmente enfoques phygital para crear contenidos artísticos que se emplearán en el aprendizaje y la enseñanza de campos STEM. Además, el uso de software abierto y accesible garantizará la sostenibilidad de los resultados del proyecto y la reproducción de la creación artística en otros campos STEM. Además, hay que tener en cuenta las limitaciones y técnicas pedagógicas a la hora de co-crear arte o herramientas virtuales para el aprendizaje STEM.

Capítulo V: Buenas prácticas en entornos similares de la UE

Introducción:

Las exposiciones se han utilizado en la enseñanza como práctica educativa generalizada para potenciar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la reflexión de los alumnos en diversas materias. Aunque la visita a exposiciones ha proporcionado a menudo a los alumnos valores de aprendizaje positivos en una diversidad de entornos y sobre una gran variedad de temas, se trata de un proceso de aprendizaje que a menudo sigue siendo bastante pasivo.

La experiencia suele centrarse en seguir el camino creado por otra fuente, el comisario de cada exposición. Este aspecto pasivo no es ideal como proceso de aprendizaje y crea diferencias en la comprensión y el procesamiento de la lección impartida por las exposiciones. Esto hace que algunos estudiantes, a menudo los más familiarizados con las formas de enseñanza orientadas al arte, se involucren con más éxito y se beneficien de la experiencia de aprendizaje, mientras que muchos otros se quedan atrás, especialmente los que siguen asignaturas orientadas a STEM (proyecto VXDesigners, 2020). Por lo tanto, es importante entender esto a la hora de diseñar exposiciones STEM y cómo ajustarlas a las experiencias y enseñanzas que han tenido tanto los estudiantes STEM como los que no lo son.

Al diseñar un proyecto como STEM-xhibitions, es vital pensar en proyectos similares de la UE que hayan abordado el uso de exposiciones en el aprendizaje de STEM. Observar otros proyectos de la UE

y cómo están estructurados, dónde han encontrado el éxito y dónde el fracaso, nos ayuda a navegar nuestro proyecto para evitar cometer errores similares y centrarnos en las formas más eficientes de construir nuestro contenido y guiar los objetivos de nuestro proyecto.

REALIZAR - PERSEIA:



Figura 23: Logotipo del proyecto PERFORM extraído del sitio web del proyecto (<http://www.perform-research.eu/>)

Entre 2016 y 2018, en el marco del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, se llevó a cabo el proyecto PERFORM (Participatory Engagement with Scientific and Technological Research through Performance) en Francia, España y Reino Unido. Su objetivo era investigar los efectos de métodos innovadores de educación científica basados en las artes escénicas para fomentar la motivación y el compromiso de los jóvenes con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) en centros de educación secundaria seleccionados de Francia, España y el Reino Unido (proyecto PERFORM, 2016).

PERSEIA (PERformance-based Science Education Innovative Activities), como parte de los paquetes de trabajo del proyecto, pretendía incorporar actividades basadas en el teatro en la enseñanza de STEM para jóvenes estudiantes. Se aplicó en centros de secundaria del Reino Unido y España como casos de estudio. En España, se utilizó la comedia stand-up para impartir educación y la ciencia busking (teatro callejero) en el Reino Unido (Villanueva, Marimón y González, 2018, p. 5).

Los resultados fueron menos favorables en el caso de la ciencia ambulante que en el de la comedia cómica, que tuvo más éxito a la hora de promover actitudes positivas hacia las materias STEM. Esta última tuvo más éxito a la hora de promover actitudes positivas hacia las disciplinas científicas y tecnológicas. Sin embargo, es importante señalar que el teatro callejero puede dirigirse a un público más amplio. Debido a su naturaleza, era más fácil que el público/la clase participara, mostrando un compromiso más general con los participantes (Villanueva, Marimón y González, 2018, p. 22-23).

Por lo tanto, es muy importante tener en cuenta los resultados de este proyecto, ya que muestran cómo el teatro puede atraer a una gran audiencia, como se ha visto en el caso de la ciencia ambulante. Aun así, al aplicar este método a la educación STEM, es importante recordar que también hay que implicar emocionalmente a los estudiantes, ya que esto promueve resultados más favorables, como se vio en el estudio de caso de la comedia stand-up.

I-STEM:



Figura 24: Logotipo del proyecto I-STEM extraído del sitio web del proyecto (<https://istem-project.eu/>)

I-STEM es una colaboración multinacional financiada por la UE entre universidades, expertos en ciencias, profesionales de la industria de las artes escénicas, profesores de enseñanza secundaria y jóvenes que se ha llevado a cabo desde 2020 hasta el día de hoy. Su objetivo es hacer más accesibles las asignaturas STEM y atraer a estudiantes más creativos haciendo que STEM sea más "divertido" (proyecto I-STEM, 2020). Ofrece un enfoque más artístico de las STEM para hacerlas más comprensibles y atractivas para estudiantes que de otro modo no se habrían interesado por ellas.

Un informe de la Comisión Europea publicado en 2015 muestra que, en estos momentos, Europa necesita un mayor número de personas centradas en la ciencia en todos los niveles de la sociedad y la economía. Cada vez más estudiantes terminan la educación formal con cualificaciones científicas. Sin embargo, no hemos observado un interés por seguir carreras relacionadas con la ciencia ni hemos asistido a una mejora de la innovación basada en la ciencia ni a un aumento del espíritu empresarial. Muchos estudiantes consideran que las asignaturas STEM no son suficientemente atractivas. Como consecuencia, las mentes artísticas, deseadas en la industria científica, a menudo consideran que la ciencia es "aburrida" o "demasiado técnica" para ellos.

Este proyecto incluye clases magistrales gratuitas para profesores y un libro electrónico con técnicas creadas por el proyecto I-STEM para hacer más atractivas las STEM. Utiliza estudios de casos, escenarios de enseñanza para profesores, talleres para estudiantes, animaciones creadas por estudiantes, movilidad de estudiantes entre países y una plataforma para compartir conocimientos (proyecto I-STEM, 2020). Por lo tanto, es importante considerar cómo se pueden hacer más atractivas las asignaturas

STEM para fomentar el compromiso, y las artes escénicas desempeñan un papel importante en ello, lo que es vital tener en cuenta a la hora de crear exposiciones centradas en STEM.

STE(A)M IT:



Figura 25: Logotipo del proyecto STE(A)M IT tomado del sitio web del proyecto (<https://steamit.eun.org/>)

STE(A)M IT es un proyecto financiado por la UE cuyo objetivo era crear y evaluar un marco de referencia conceptual para la enseñanza integrada de STE(A)M. Basándose en este marco, también pretendía desarrollar un programa de capacitación para profesores de STEM de primaria y secundaria, centrado en la contextualización de la enseñanza de STEM, principalmente a través de la cooperación entre la industria y la educación. Por último, pretendía garantizar la contextualización de la enseñanza integrada de STEM mediante el establecimiento de una red de orientadores/asadores profesionales en los centros escolares, que promovieran el atractivo de los empleos de STEM para sus clases (proyecto STE(A)M IT, 2021).

El marco integrado STEM del proyecto incluía un Escenario Maestro de Aprendizaje, que orientaba a los profesores sobre cómo enseñar de forma integrada. Además, contaba con 7 Escenarios de Aprendizaje de Ejemplo para Educación Secundaria (12-16 años) y 4 para Educación Primaria (6-11 años) con escenarios de casos reales, basados en el Escenario de Aprendizaje Maestro. Para continuar, ha creado un programa de desarrollo de capacidades para profesores de Secundaria y Primaria sobre la enseñanza de forma integrada y una red de profesores para intercambiar sobre la enseñanza integrada STE(A)M. Por último, un informe sobre el desarrollo y la utilización de esta metodología de enseñanza en escenarios de casos reales, que incluye consejos y directrices para la integración en los Ministerios de Educación y en los centros escolares (proyecto STE(A)M IT, 2021).

La integración de las prácticas artísticas en las asignaturas STEM es cada vez más común en la educación, ya que abre nuevos métodos para una mejor enseñanza y comprensión de las asignaturas. El proyecto STE(A)M IT lo pone de manifiesto con la aplicación de su marco para enseñar a los estudiantes a integrar métodos artísticos en su enseñanza. Por lo tanto, es vital tener en cuenta este tipo de marcos a la hora de desarrollar exposiciones para mejorar la calidad y la precisión de la enseñanza que se pretende transmitir a través de ellos.

STEAMBUILDERS:



Figura 26: Logotipo de STEAMBUILDERS extraído del sitio web del proyecto (<https://steambuilders.eu/>)

STEAMBUILDERS es otro proyecto financiado por la UE que se desarrolló desde diciembre de 2020 hasta finales de noviembre de 2022 y cuyo objetivo era crear un enfoque más práctico de STEAM que implicara más a los estudiantes y les hiciera estar más interesados en seguir carreras STEAM en el futuro. Su objetivo era mostrar a los estudiantes cómo STEAM está presente en todos los aspectos de la vida. STEAMBUILDERS argumentaba que cuanto mayor es la edad de un alumno en la escuela, menos se despiertan sus intereses y mayor es su actitud negativa hacia la escuela en general, especialmente en asignaturas como Matemáticas, Artes y Ciencias, lo que lleva a que su interés se deteriore (proyecto STEAMBUILDERS, 2020).

Su objetivo era proporcionar a profesores, educadores y profesionales de la educación las herramientas, la pedagogía y la teoría necesarias para poner en práctica este innovador enfoque transversal de STEAM, con la intención de aumentar los niveles de rendimiento e interés por la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM) de los alumnos de 10 a 15 años. Para ello, se desarrollaron los siguientes recursos:

- [Guía pedagógica](#)
- [Un folleto de educación no formal en STEAM](#)
- [35 manipulaciones y sus planos](#)
- [35 Secuencias pedagógicas](#)
- [Manual de buenas prácticas](#)

Dado que el proyecto STEAMBUILDERS ha argumentado que cuanto mayor es un alumno menos se despierta su interés por la escuela en general, es importante tener en cuenta los resultados proporcionados por este proyecto a la hora de diseñar una SCE, ya que los profesores de STEM, los expertos y los estudiantes pueden encontrar puntos en común sobre cómo crear exposiciones eficaces.

VX DISEÑADORES:



Figura 29: Logotipo de VX Designers tomado del sitio web del proyecto (<https://vxdesigners.eu/>)

VX Designers fue otro proyecto financiado por la UE que se ejecutó de octubre de 2020 a septiembre de 2022. Su objetivo era crear una metodología de aprendizaje para aprovechar al máximo las exposiciones como herramienta pedagógica. Sus destinatarios eran alumnos de secundaria, profesores y cualquier persona que pudiera beneficiarse del aprendizaje a través del diseño y el comisariado de exposiciones (proyecto VXDesigners, 2020). Destacaba el desarrollo de medios tecnológicos como la multiplicación y la publicación en línea de obras de arte clásicas. Los alumnos pueden convertirse en co-diseñadores de sus propias exposiciones, utilizando herramientas digitales en un enfoque no formal significativo e innovador del aprendizaje.

Su objetivo era responder a las preguntas

- ¿Cómo pueden las exposiciones formar parte de una experiencia de aprendizaje activo?
- ¿Cómo situar a los alumnos en el centro de la creación de exposiciones?
- ¿Qué le parece centrarse en aspectos digitales e inclusivos en el diseño de exposiciones?

Para ello se centró en crear una herramienta pedagógica que incorporara las exposiciones a la enseñanza. La creación de una "Plataforma generadora de exposiciones" permitió a profesores y alumnos crear exposiciones fácilmente y la plataforma se diseñó teniendo en cuenta a usuarios con diferentes necesidades de aprendizaje (proyecto VXDesigners, 2020). Haciendo clic en la imagen de abajo podrá visitar la plataforma VXDesigners que produjeron para interactuar con ella y obtener más información.

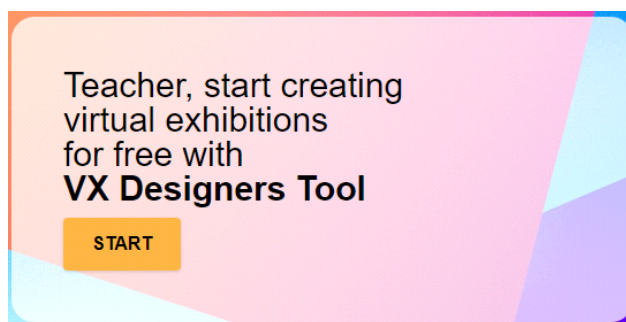


Figura 27: Enlace a la plataforma VXDesigners tomado del sitio web del proyecto (<https://vxdesigners.eu/>)

Además de la plataforma, el proyecto VX Designers ofrecía también los siguientes recursos gratuitos:

- [Exposición y guía escolar](#)
- [Guía del usuario para la creación de exposiciones virtuales](#)
- [Guía pedagógica](#)
- [Diseño de exposiciones y sus secuencias pedagógicas](#)

Tomando de este proyecto la plataforma que puede crear exposiciones virtuales, así como sus otros resultados que proporcionan más información sobre cómo crear exposiciones eficaces, los profesores y expertos pueden centrarse en crear exposiciones para las asignaturas STEM con objetivos concretos, mejorando su eficacia.

DLaB (Aprendizaje Digital a través de las Fronteras):



Figura 28: Logotipo del proyecto DLaB, tomado de <https://dlaberasmus.com/>

El proyecto Digital Learning across Boundaries (DLaB) es un proyecto Erasmus+ que aborda la necesidad de alinear las prácticas educativas europeas con la tecnología digital y las formas en que está cambiando cómo y qué aprenden las personas (proyecto DLaB, 2016). Con un consorcio de Bélgica, Dinamarca, Inglaterra y Noruega, el proyecto adoptó [tres temas de "aprendizaje a través de las fronteras"](#) a lo largo de tres años:

- [Tecnología al aire libre](#): tender puentes entre el aprendizaje formal y el informal ampliando el aprendizaje más allá de los espacios tradicionales de las aulas y apoyando a los alumnos con entornos desfavorecidos gestionando positivamente las transiciones mediante experiencias colaborativas de aprendizaje al aire libre.
- [Stem to SteAm](#): añadir las Artes al estudio integrado de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas, creando recursos de aprendizaje en línea interdisciplinares basados en retos.
- [AICLE con ayuda de la tecnología](#): utilización de contextos curriculares para enseñar competencias lingüísticas y sensibilidad cultural con el objetivo de satisfacer las necesidades lingüísticas de una diversidad de alumnos, incluidos aquellos para los que el inglés es una lengua adicional (EAL/EFL).

Sus subtemas eran:

- **Aprender STEM a través de la expresión creativa:** Se centró en vincular STEM con las artes creativas (música, danza, teatro, artesanía, escritura creativa, fotografía) y explorar las conexiones explícitas entre arte y ciencia.
- **El movimiento maker:** Centrado en la artesanía y la informática, electrónica, impresión 3d, cortadoras láser, sensores, robots
- **STEAM impulsado por la investigación:** centrado en la creación de enfoques pedagógicos, aprendizaje basado en retos o problemas y planteamientos de problemas del mundo real para despertar el interés de los niños y educarlos.

Centrándose en el segundo tema, DLaB, trabajó para añadir las materias artísticas a STEM con el fin de crear recursos de aprendizaje en línea interdisciplinares basados en retos. Con el fin de fomentar la alfabetización STEAM, DLaB se centró en enseñar a los niños formas de aumentar sus habilidades de alfabetización crítica, pensamiento crítico y colaboración entre ellos. Además, este tema se centró en establecer un entorno de aprendizaje seguro y de apoyo en el que los niños pudieran asumir riesgos intelectuales y aprender de sus experiencias. Para continuar, su enfoque en "aprender STEM a través de la expresión creativa: es vital, cuando se trata de crear exposiciones STEM que incorporen métodos artísticos como el aprendizaje a través de la música, la artesanía o incluso el teatro, ya que ayuda a establecer conexiones entre los dos sectores de la educación y promover una forma diferente de enseñar. Los profesores y los expertos en STEM pueden beneficiarse enormemente de ello.

STEAMonEdu:



Figura 29: Logotipo del proyecto STEAMonEdu tomado de <https://steamonedu.eu/>

STEAMonEdu es un proyecto Erasmus+ que se desarrolló entre enero de 2020 y diciembre de 2021. Estaba formado por un consorcio de Rumanía, España (Cataluña), Grecia, Alemania, Italia y Bélgica. Su objetivo era aumentar la adopción y el impacto de la educación STE(A)M invirtiendo en la comunidad de partes interesadas y en el desarrollo profesional de los educadores. (Proyecto STEAMonEdu, 2020)

Adoptó un enfoque participativo ascendente y cumplió:

- [Un plan/manual de entrenamiento](#)
- [Un marco educativo STE\(A\)M](#)
- [Marco de competencias STE\(A\)M y perfil del educador](#)
- [Un curso combinado, incluido un MOOC dirigido a educadores de STE\(A\)M](#)
- [Guía de prácticas educativas STE\(A\)M](#)
- [Guía sobre las políticas educativas de STE\(A\)M](#)
- [Un perfil de metadatos de objetos educativos STE\(A\)M](#)
- [Guía para los responsables de las políticas educativas de STE\(A\)M](#)
- [SELFIE](#) (Autorreflexión sobre el aprendizaje eficaz mediante el **fomento del** uso de tecnologías educativas innovadoras)

STEAMonEdu fue capaz de elaborar un marco educativo STE(A)M mediante la investigación y la incorporación de técnicas de artes creativas, incluyendo competencias, políticas, metodologías y proyectos educativos.

Centrarse en invertir en las partes interesadas de la comunidad y en el desarrollo profesional de los educadores es fundamental para la realización de exposiciones sobre materias STEM. De este modo, se dispone de más expertos para crear exposiciones sobre STEM y se consigue un mayor nivel de compromiso con los participantes y el público, lo que aumenta el alcance de las exposiciones a la hora de educar a las personas.

CHOICE:



Figura 30: Proyecto de elección, fuente <https://www.euchoice.eu/>

CHOICE es un Programa Erasmus+ que se desarrolló desde enero de 2020 hasta diciembre de 2022. Su consorcio estaba formado por organizaciones de Italia, Chipre, Grecia, España y Bélgica. CHOICE tenía como objetivo promover y mejorar la educación STEM en las escuelas mediante el diseño de Recursos Educativos Abiertos (REA) innovadores recogidos en un MOOC que aumentaría las competencias

profesionales de los profesores dotándoles de un enfoque STE(A)M de la enseñanza. (Proyecto CHOICE, 2020)

Durante sus 36 meses de duración, el proyecto produjo los [siguientes resultados:](#)

- **Informes nacionales** que recogen conclusiones sobre iniciativas locales y regionales relacionadas con la reforma de la educación en STEM, buenas prácticas, actitudes de los estudiantes y planteamientos de los profesores a escala local y de la UE.
- **A State-of-the-art Study**, un análisis comparativo de los resultados obtenidos en los países participantes.
- **A Reflective Practice Case Study Compendium**: una recopilación de estudios de casos debatidos durante los grupos de reflexión con expertos de empresas, instituciones de enseñanza superior y autoridades locales realizados en 4 países.
- **Un marco para reformar los planes de estudios**
- **Directrices de trabajo** para orientar a los socios en el diseño y desarrollo de talleres a escala local.
- **Formación para profesores sobre el uso de enfoques STE(A)M en forma de MOOC**
- **Una herramienta de buenas prácticas denominada CHOICE@SCHOOL**, que orienta a los centros escolares, directores y profesores en la integración de los enfoques y herramientas de CHOICE en sus planes de estudio y prácticas de enseñanza de STEM.

Una vez más, el proyecto CHOICE pone de relieve la importancia de formar a profesores y expertos en un enfoque STEAM de la enseñanza para aumentar sus competencias profesionales. Esto, a su vez, ayuda a proporcionarles el enfoque integrado a la hora de crear exposiciones para aumentar el público al que atraen y la eficacia que tienen a la hora de educarlo en los temas de sus exposiciones.

Conclusiones:

Estudiar proyectos similares de la UE permite identificar marcos que pueden ayudar a que este proyecto avance.

Viendo el lado práctico de los estudios de caso del proyecto PERFORM con España y el Reino Unido, la importancia del teatro como forma de exposición y cómo puede atraer a un gran público y, al mismo

tiempo, lo importante que es recordar que también hay que implicar emocionalmente a los estudiantes, ya que promueve resultados más favorables.

Por consiguiente, el proyecto I-STEM puso en relieve la necesidad de mantener el atractivo de las asignaturas STEM garantizando que los contenidos sigan siendo entretenidos y más accesibles para estudiantes de distintas disciplinas, con el fin de aumentar la audiencia que podemos reunir para el proyecto.

En tercer lugar, con el proyecto STE(A)M IT se creó un marco de referencia para integrar las materias STEM con las artísticas. También se trató de desarrollar un programa de capacitación para profesores de STEM de primaria y secundaria, que permitiera a los alumnos una transición más fácil a este formato integrado de aprendizaje, un punto crucial a la hora de incorporar enseñanzas en las exposiciones, ya que permite a los estudiantes y al público comprender más fácilmente los temas que se les presentan.

STEAMBUILDERS da una idea de cómo incorporar los cambios en las actitudes de los estudiantes hacia los cursos STEM y las escuelas en general, a medida que envejecen y cómo asegurarse de que mantienen el interés y la motivación en seguir carreras orientadas a STEM, una vez más muy importante a la hora de considerar cómo diseñar exposiciones para mantener a su público comprometido.

Con la inclusión del proyecto VX Designers, podemos ver la aplicación práctica de diseñar y presentar una exposición. Mantener el acceso abierto tanto para profesores como para alumnos permite que la creatividad y el diseño no se vean limitados. Además, la herramienta abierta VXDesigners para diseñar exposiciones virtuales puede aportar conocimientos a profesores y expertos a la hora de diseñar y presentar una exposición.

También, a través del proyecto DLaB podemos ver la importancia de, a la hora de diseñar exposiciones STEM, recordar alinear las prácticas educativas con la tecnología digital. DLaB también proporciona más información sobre cómo incorporar artes creativas como la música, la danza e incluso el teatro a las asignaturas STEM y cómo expresarlas, lo que puede ser crucial para diseñar exposiciones centradas en artes creativas como el teatro y saber cuáles pueden ser sus puntos fuertes y débiles.

Con el proyecto STEAMonEdu se elaboró un marco educativo STE(A)M que muestra cómo la incorporación de las artes a las materias STEM repercute en el desarrollo profesional de los educadores, pero también en la comunidad de interesados. Al crear exposiciones, es importante tener esto en cuenta, ya que afecta a la eficacia de los profesores a la hora de presentar una exposición bien estructurada, así como a la participación de su público.

Por último, con el proyecto CHOICE podemos ver cómo se puede promover y mejorar la educación STEM en las escuelas a través de recursos educativos abiertos que permiten innovar mediante la adopción de asignaturas artísticas en STEM. Esto, a su vez, ayuda a proporcionar al público un enfoque

integrado en el aprendizaje a la hora de crear exposiciones para ampliar el bagaje del público al que atraen y su eficacia a la hora de educarlo en las materias de sus exposiciones.

Seguir los ejemplos que anteriores proyectos similares de la UE han presentado permite a este proyecto evitar cometer errores similares y centrarse en las formas más eficientes de construir su contenido y orientar sus objetivos de proyecto. Por lo tanto, muestra la importancia de garantizar que las exposiciones que se crearán en este proyecto tendrán en cuenta los ajustes necesarios para que su formato sea más accesible para su público.

Referencias de los capítulos

Referencias de introducción a las exposiciones en educación y exposiciones en STEM:

- Connett, Wendy, *Hard Skills: Definition, Examples, and Comparison to Soft Skills*, 31 de marzo de 2023 <https://www.investopedia.com/terms/h/hard-skills.asp> (consultado por última vez el 15/05/2023)
- *Las exposiciones como experiencias activas de aprendizaje*. (s.f.). SchoolEducationGateway. <https://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/latest/news/exhibitions-active-learning.htm> (consultado por última vez el 24/04/2023)
- *Experifun Soluciones Educativas Pvt. Ltd.* (s.f.). Experifun Soluciones Educativas Pvt. Ltd. <https://experifun.com/> último acceso (24/04/2023)
- Gillis Alexander S., *Definición: Habilidades duras*, marzo de 2023 <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/hard-skills#:~:text=Hard%20skills%20are%20specific%20abilities,required%20for%20a%20specific%20job>. (consultado por última vez el 15/05/2023)
- Hauan Nils Petter y Kolsto Stein Dankert, *Las exposiciones como entornos de aprendizaje: una revisión de la investigación empírica sobre el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes en los Museos de Historia Natural*, 2014
- Kampschulte, Lorenz y Parchmann, Ilka. (2015). La exposición comisariada por estudiantes - Un nuevo enfoque para entrar en contacto con la ciencia. *Lumat: Revista Internacional de Educación en Matemáticas, Ciencia y Tecnología*. 3. 462-482. DOI: 10.31129/lumat.v3i4.1017
- Kenton Will, *¿Qué son las habilidades blandas? Definición, importancia y ejemplos*, 31 de marzo de 2023, <https://www.investopedia.com/terms/s/soft-skills.asp> (consultado por última vez el 15/05/2023)
- Lai, C. (2018). Utilizar estrategias basadas en la indagación para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en educación STEM. *Revista de Educación en Ciencia, Medio Ambiente y Salud (JESEH)*, 4(1), 110-117. DOI:10.21891/jeseh.389740
- Myhill Richard, Foro Internacional de Ciencias Juveniles de Londres (LISYF), *¿Qué es la educación STEM?*, 2020, <https://www.liysf.org.uk/blog/what-is-stem-education> (consultado por última vez el 15/05/2023)

- Sheffield Rachel, Koul Rekha, Blackley Susan, Fitriani Ella, Rahmawati Yuli y Resek Diane, *Examen transnacional de la educación STEM, Revista Internacional de Innovación en Educación Científica y Matemática* 26(8), 2018
- Fundación Arteria, *El uso de una exposición en el proceso de aprendizaje: tipos de exposiciones, métodos de uso de exposiciones en el proceso de aprendizaje, sus beneficios*, 2020, <https://fundacja-arteria.org/the-usage-of-an-exhibition-in-the-learning-process-types-of-exhibitions-methods-of-using-exhibitions-in-the-learning-process-its-benefits/> último acceso (24/04/2023)
- Vainikainen, Mari-Pauliina, Hannu Salmi y Helena Thuneberg. "Interés situacional y aprendizaje en una exposición de matemáticas de un centro de ciencias". *Revista de Investigación en Educación STEM* (2015).
- Wahono, B., Lin, PL. y Chang, CY. Evidencia de la efectividad de la promulgación de STEM en los resultados de aprendizaje de los estudiantes asiáticos. *IJ STEM Ed* 7, 36 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236> HIPERVÍNCULO "<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>"-1

Referencia del Capítulo I: Beneficios de las exposiciones como herramienta pedagógica y de aprendizaje

- Design Desk - Los principales especialistas en construcción y diseño de exposiciones de la India. (2020). *Beneficios de la exposición virtual para el marketing • VirtuLab*. [en línea] Disponible en: <https://designdesk.in/unique-benefits-of-virtual-exhibitions/> [Consultado el 12 de mayo de 2023].
- Virtulabadmin (2020). *12 beneficios de la sala de exposición virtual y por qué su empresa necesita una*. [en línea] Virtulab. Disponible en: <https://virtulab.online/virtual-showroom-benefits/>.
- Fundación Arteria. (2021). *El uso de una exposición en el proceso de aprendizaje: tipos de exposiciones, métodos de uso de exposiciones en el proceso de aprendizaje, sus beneficios*. [online] Disponible en: <https://fundacja-arteria.org/the-usage-of-an-exhibition-in-the-learning-process-types-of-exhibitions-methods-of-using-exhibitions-in-the-learning-process-its-benefits/>.
- Aprovecha Edu. (2021). *30+ Debes ver películas de matemáticas*. [en línea] Disponible en: <https://leverageedu.com/blog/mathematics-movies/> [Consultado el 17 de mayo de 2023].
- www.maths.ox.ac.uk. (s.f.). *Exposición en línea de matemáticas de Oxford 2020 | Instituto Matemático*. [en línea] Disponible en: <https://www.maths.ox.ac.uk/about-us/art-and-oxford-mathematics/oxford-mathematics-online-exhibition-2020> [Consultado el 17 de mayo de 2023].
- Anon, (s.f.). *Museo Nacional de Matemáticas*. [en línea] Disponible en: <https://momath.org/>.

Referencia del Capítulo II: Tipo de aprendizaje

- Barron, B. (1998). Hacer con comprensión: Lecciones de la investigación sobre el aprendizaje basado en problemas y proyectos. *Revista de Ciencias del Aprendizaje*, 7 (3-4), 271-311.
- Beaudin, B. P., Quick, D. (1995). *Aprendizaje experiencial: fundamentos teóricos*. Universidad Estatal de Colorado: HI-CAHS.

- Beckett, G. y Slater, T. (2019). *Perspectivas globales sobre el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación de idiomas basados en proyectos: enfoques clave, herramientas tecnológicas y marcos*. Oxon: Routledge.
- Bender, W. N. (2012). *Aprendizaje Basado en Proyectos: Diferenciando la Instrucción para el Siglo XXI*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Choudhary, M. (2021). 10 tipos de aprendizaje y cómo enseñarlos: una guía completa de estilos de aprendizaje. <https://www.classcardapp.com/blog/10-types-of-learning-and-how-to-teach-them-a-complete-guide-to-learning-styles>
- Cook-Sather, A. y Matthews, K. E., (2021). Colaboración pedagógica: involucrar a los estudiantes como co-creadores del currículo, la evaluación y el conocimiento. En (eds) *University Teaching in Focus: A learning-centred approach*. Routledge, 243-259.
- Dewey, J. (1938/1997). *Educación y experiencia*. Nueva York: Touchstone.
- Falk, B. (2008). *Enseñar la forma en que los niños aprenden*. Nueva York: Teachers College Press.
- Fleming, N. (1995). Yo soy diferente; no tonto. Modos de presentación (V.A.R.K.) en el aula teriaria. *Investigación y Desarrollo en la Educación Superior*, 18, 308-313.
- Fleming, N. y Baume D. (2006). Estilos de aprendizaje de nuevo: ¡VARKing up the right tree!. *Evolución de la educación* 7(4), 4-7.
- Gregorc, A. F. y Ward, H. B. (1977). Implicaciones para el aprendizaje y la enseñanza: una nueva definición de individuo. *Asociación Nacional de Directores de Escuelas Secundarias*, 61, 20-23.
- Hawk, T.F. y Shah, A.J. (2007). Uso de instrumentos de estilo de aprendizaje para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. *Revista de Ciencia de la Decisión de Educación Innovadora*, 5 (1).
- Honey, P., y Mumford, A. (1989). *Cuestionario de estilos de aprendizaje*. Diseño y Desarrollo Organizacional, Incorporado.
- Kolb, D. A. (1971). *Estilos de aprendizaje individuales y el proceso de aprendizaje*. Cambridge, MA: Instituto Tecnológico de Massachusetts.
- Kolb, D. A. (1985). *Inventario de estilos de aprendizaje*. Boston, MA: McBer and Company.
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., y Mainemelis, C. (2001). Teoría del aprendizaje experiencial: Investigaciones previas y nuevos rumbos. Perspectivas sobre el pensamiento, el aprendizaje y los estilos cognitivos. *Serie Psicología Educativa*, 227-247.
- Kolb, A. Y. y Kolb, D. A. (2005). *El Inventario de Estilos de Aprendizaje de Kolb*. Boston, MA: Hay Resour Direct.
- Lewis, L. H. y Williams, C. J. (1994). Aprendizaje Experiencial: Pasado y Presente. *Nuevas orientaciones para la educación de adultos y la educación permanente*, 62, 5-16.
- Markham, T. (2011). Aprendizaje basado en proyectos. *Maestra Bibliotecaria*, 39(2), 38-42.
- McCarhy, M. (2010). Teoría del aprendizaje experiencial: de la teoría a la práctica. *Revista de Investigación Empresarial y Económica*, 8(5), 131-140.
- Othman, N. y Amiruddin, M.H. (2010). Diferentes Perspectivas de los Estilos de Aprendizaje desde el Modelo VARK. *Procedia Ciencias Sociales y del Comportamiento*, 7, 652-660.
- Polman, J. L. (2000). *Diseño de la ciencia basada en proyectos: Conectando a los alumnos a través de la indagación guiada*. Nueva York: Teachers College Press.
- Ridwan, H., Sutresna I. y Haryeti P. (2019). Estilos de enseñanza de los profesores y estilos de aprendizaje de los alumnos. *Revista de Física*, doi:10.1088/17426596/1318/1/012028
- Sharlanova, V. (2004). Aprendizaje experiencial. *Revista Trakia de Ciencias*, 2(4), 36-39.
- Wurdinger, S. D. y Carlson, J. A. (2010). *Enseñanza para el aprendizaje experiencial: Cinco enfoques que funcionan*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield Education.

Referencias del Capítulo III: Co-creación

- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A.W., & Feder, M.A. (Eds.). (2009). Aprendizaje de la ciencia en entornos informales: personas, lugares y actividades. Washington, DC: The National Academies Press.
- Blikstein, P. (2013). Fabricación digital y 'making' en la educación: la democratización de la invención. En J. Walter-Herrmann y C. Büching (Eds.), FabLab: Of Machines, Makers and Inventors (pp. 203-218). Bielefeld: Transcripción Verlag.
- Falk, J.H., & Dierking, L.D. (2016). La experiencia del museo revisitada. Nueva York: Routledge.
- King, H., & Robinson, L. (2018). La co-creación en la educación: una revisión sistemática de la literatura. Revista de Investigación Educativa, 25, 1-17.
- Loh, C.S., & Kan, E. (2014). Co-creación del currículo STEM con la industria. Revista de Educación en Ingeniería, 103(4), 624-648.
- Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina. (2018). Ciencia e Ingeniería para los grados 6-12: Investigación y Diseño en el Centro. Washington, DC: The National Academies Press.
- Fundación Nacional de Ciencias. (2019). Solicitud del programa STEM+C. Obtenido de https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=505031
- Sanders, E.B.-N., y Stappers, P.J. (2014). La co-creación y los nuevos paisajes del diseño. CoDesign, 10(1), 5-18.
- UNESCO. (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Zimmerman, E., & Bodzin, A. (2017). Co-diseño en un currículo STEAM: Experiencias de estudiantes y profesores con el diseño de ingeniería y las artes. Revista Internacional de Educación STEM, 4(1), 1-11.
- Reyna, J. y Meier, P. (2020). Co-creación de conocimiento utilizando tecnologías móviles y medios digitales como dispositivos pedagógicos en la educación de pregrado STEM. Investigación en Tecnología del Aprendizaje desde <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2356/2683>

Referencias del Capítulo IV: Explora el software digital, físico, phygital y tecnológico para la creación digital de arte

- [1] ¿Físico o digital? En las exposiciones phygital de theVOV, es ambas cosas
- [2] QUÉ ES PHYGITAL: UNIENDO EL ARTE FÍSICO Y LO DIGITAL
- P. Quirke y A. Saeed AlShamsi, (2023) «Perspective Chapter: Peer Observation of Teaching in Phygital Communities of Inquiry» (Capítulo de perspectiva: observación por pares de la enseñanza en comunidades phygital de indagación), Educación superior - Reflexiones desde el campo [título provisional]. IntechOpen, 03 de enero de 2023. doi: 10.5772/intechopen.109380.
- [3] Explora el futuro del arte: cómo las exposiciones phygital transformarán la forma en que experimentamos el arte

- Mele, C., Spena, T.R., Marzullo, M. et al. La transformación phygital: una revisión sistemática y una agenda de investigación. Ital. J. Marcos. (2023). <https://doi.org/10.1007/s43039-023-00070-7>.
- [4] Sharné McDonald, "La historia y el futuro del arte digital", <https://www.vectornator.io/blog/digital-art/>
- Anna Lindemann, 2017, Profesora Asistente, "Animating Science: Digital Arts in STEAM Education" Digital Media and Design, Escuela de Bellas Artes, Universidad de Connecticut, 2017.

Referencia del Capítulo V: Mejores prácticas

- Proyecto CHOICE, <https://www.euchoice.eu/>
- Proyecto de Aprendizaje Digital a través de las Fronteras (DLaB), <https://dlaberasmus.com/>
- Descripción del proyecto I-STEM, <https://istem-project.eu/>
- PERFORM proyecto, *Descripción del proyecto*. (s.f.). Realizar. <http://www.perform-research.eu/about/project-description/>
- Descripción del proyecto de TI STEAM, <https://steamit.eun.org/about-the-project/our-objectives/>
- STEAMBUILDERS Descripción del proyecto, <https://steambuilders.eu/the-project/>
- Proyecto STEAMonEdu, <https://steamonedu.eu/>
- Villanueva Baselga, Sergio, Marimon Garrido, Oriol, González Burón, Helena, *Actividades basadas en el teatro para la educación STEM: fomentando las aspiraciones científicas y desmontando estereotipos en estudiantes de secundaria en España y Reino Unido* <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/163678/1/701246.pdf>
- Proyecto VXDesigners, *The project* <https://vxdesigners.eu/the-project/> (consultado por última vez el 25/04/2023)