



Educando con el enfoque STEAM para la solución de problemas

Education with the STEAM approach to the solution of problems

Educação com a abordagem STEAM para a solução de problemas

Marcelo Prieto Murillo

Gestor Académico Colypro
Profesor de Ciencias

Resumen

El objetivo del presente artículo es sistematizar y contextualizar una serie de talleres STEAM realizados en diversos ambientes educativos, con el fin de determinar posibles aplicaciones directamente en el aula que permitan el desarrollo de habilidades necesarias para el siglo XXI.

El término "STEAM" hace referencia a un enfoque que permite el desarrollo de habilidades a través de distintas áreas de aprendizaje, mediante la solución de una situación problemática. En este artículo se brinda un sustento teórico del tema de STEAM como un enfoque que permite el desarrollo de habilidades a través de distintas áreas de aprendizaje, mediante la solución de una situación problemática, teniendo un efecto transformador de la realidad y promoviendo un aprendizaje significativo en las personas estudiantes.

Desde Colypro se ha diseñado una serie

de talleres para ofrecer capacitación a los docentes sobre la temática. A través del planteamiento de diversas situaciones problemáticas, se ponen en práctica metodologías del enfoque STEAM y se logra un mayor conocimiento del enfoque, así como el desarrollo de habilidades en los participantes, aplicando el enfoque STEAM y la metodología de diseño de ingeniería.

Al final del proceso, se concluye que el enfoque STEAM fomenta la creatividad, la innovación y el pensamiento crítico, y es aplicable una gran variedad de situaciones problemáticas, incluso utilizando materiales de bajo costo que permiten el desarrollo de habilidades y pueden contextualizarse de múltiples formas en cada ambiente educativo según la necesidad.

En general, la percepción de los participantes es que el enfoque STEAM es una herramienta que permite aplicar de forma concreta los contenidos y aprendizajes de varias asignaturas y permite el desarrollo de habilidades necesarias para el siglo XXI, como pensamiento crítico, solución de problemas, colaboración y comunicación, investigación y creatividad.



Palabras clave

educación, habilidades, matemática, ciencia, ingeniería, STEAM, STEM

Abstract

This paper aims to systematize and contextualize a series of STEAM workshops carried out in various educational environments in order to determine possible applications directly in the classroom that allow the development of skills necessary for the 21st century.

The term “STEAM” refers to an approach that allows the development of skills through different learning areas, by solving a problematic situation. This article provides a theoretical basis for the topic of STEAM as an approach that allows the development of skills through different learning areas, by solving a problematic situation, having a transformative effect on reality and promoting meaningful learning in students.

From Colopro, a series of workshops have been designed to offer training to teachers on the subject. Through the approach of various problematic situations, STEAM approach methodologies are put into practice and greater knowledge of the approach is achieved, as well as the development of skills in the participants, applying the STEAM approach and the engineering design methodology.

At the end of the process, it is concluded that the STEAM approach encourages creativity, innovation and critical thinking, and is applicable to a wide variety of problematic situations, even using low-cost materials that allow the development of skills and that can be contextualized in a variety of ways and multiple forms in each educational environment according to need.

In general, the perception of the participants is that the STEAM approach is a tool that allows the concrete application of the contents and learning of various subjects and allows the development of skills necessary for the 21st century such as: critical thinking, problem solving, collaboration and communication, research and creativity.

Keywords:

education, skills, math, science, engineering, STEM, STEAM

Resumo

O objetivo deste artigo é sistematizar e contextualizar uma série de oficinas STEAM realizadas em diversos ambientes educacionais a fim de determinar possíveis aplicações diretamente na sala de aula que permitam o desenvolvimento de competências necessárias para o século XXI.

O termo “STEAM” refere-se a uma abordagem que permite o desenvolvimento



de competências através de diferentes áreas de aprendizagem, através da resolução de uma situação problemática. Este artigo fornece uma base teórica para o tema STEAM, como uma abordagem que permite o desenvolvimento de competências através de diferentes áreas de aprendizagem, resolvendo uma situação problemática, tendo um efeito transformador na realidade e promovendo uma aprendizagem significativa nos alunos.

A partir do Colypro, uma série de workshops foi desenvolvida para oferecer capacitação aos professores sobre o tema. Através da abordagem de diversas situações problemáticas, são colocadas em prática metodologias de abordagem STEAM e consegue-se um maior conhecimento da abordagem, bem como o desenvolvimento de competências nos participantes, aplicando a abordagem STEAM e a metodologia de projeto de engenharia.

No final do processo conclui-se que a abordagem STEAM incentiva a criatividade, a inovação e o pensamento crítico, e permite a sua aplicação nas mais diversas situações problemáticas, mesmo utilizando materiais de baixo custo que permitem o desenvolvimento de competências e que podem-se contextualizar de diversas maneiras e múltiplas formas em cada ambiente educacional de acordo com a necessidade.

De uma forma geral, a percepção dos participantes é que a abordagem STEAM é uma ferramenta que permite a aplicação concreta dos conteúdos e a aprendizagem de diversas disciplinas e permite o desenvolvimento de competências necessárias ao século XXI como: pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e comunicação, pesquisa e criatividade.

Palavras chave:

educação, habilidades, matemática, ciência, engenharia, STEM, STEAM

Introducción

El término “STEAM” o “STEM” se ha ido volviendo muy popular en publicaciones, informes y referencias educativas como un elemento importante a considerar en el desarrollo de habilidades o en las elecciones vocacionales. A partir de esta realidad, Colypro ha diseñado una serie de talleres relacionados con el enfoque STEAM en donde, a través de diversas metodologías, se puede aplicar dicho enfoque en la solución de una situación problemática determinada. Mediante la integración de las ciencias, la tecnología, la ingeniería, el arte y la matemática y trabajando de forma colaborativa en la solución del problema, se puede desarrollar una serie de habilidades y competencias fundamentales para el siglo XXI.



Por esta razón, se hace necesario sistematizar y contextualizar esta serie de talleres STEAM realizados en diversos ambientes educativos, con el fin de determinar posibles aplicaciones directamente en el aula que permitan a personas docentes aplicar el enfoque STEAM con sus estudiantes. Para esto, el artículo reseña cómo ha ido surgiendo y evolucionando el término "STEAM", cómo fue incorporado al contexto educativo y de qué manera pueden integrarse las disciplinas que lo conforman para aplicarse en los contextos educativos de aula de acuerdo a las necesidades respectivas.

Posteriormente, se sistematizan los talleres diseñados por Colypro estableciendo algunos criterios metodológicos en común para cada una de las situaciones problemáticas diseñadas en los talleres, y los resultados obtenidos al trabajar todas estas experiencias con docentes.

Finalmente, se establecen las principales conclusiones o hallazgos obtenidos en el diseño, aplicación y sistematización de los talleres realizados, con miras a establecer formas para trasladar la experiencia al aula al trabajar con los estudiantes.

Surgimiento del término "STEAM"

Fue en la década de 1990 cuando la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos comenzó a utilizar un acrónimo similar (Blackley y Howell, 2015). Originalmente surgió como "SMET", que hacía referencia a las áreas de la ciencia (science), matemáticas (mathematics), ingeniería (engineering) y tecnología (technology).

Para el año 2001, la NSF reformuló dicho acrónimo como "STEM" para referirse a esas disciplinas, porque la palabra "SMET" podía escucharse inadecuada o confundirse en el idioma inglés. Aun así, el término no implicaba una relación entre las diversas disciplinas que incluía, sino que solamente se aplicaba para considerar una serie de elementos y habilidades que eran coincidentes en todas ellas.

Poco a poco, el término se fue empleando para hacer referencia a la falta de esas habilidades en aspirantes a puestos de trabajo que las requerían, haciendo muchas veces eco de problemas educativos que debían solucionarse.

El interés académico por el STEM tiene un impulso entre 2005 y 2010, en que varios autores (Ruiz, 2017, citando a Ashby, 2006; Horwedel, 2006; Porter, 2006; y Sanders, 2006) hacen referencia a la importancia de



las habilidades científicas para el futuro, y la necesidad de mejorar el aprendizaje en esas áreas.

Durante el gobierno de Barak Obama en Estados Unidos, el término se fue asociando con más fuerza al área educativa, y poco a poco se popularizó en el resto del mundo (Jones, 2015).

Con el pasar del tiempo, se critica que el término se ha vuelto muy numérico y frío, por lo cual se le han incorporado diversas disciplinas en distintos enfoques que se le van dando. En el 2008 surge el STEAM, agregando la letra "A" (de "arte") con la finalidad de incluir el arte en la metodología STEM, en sus diversas vertientes: bellas artes, artes físicas, artes plásticas o artes manuales (Pelejero, 2018, p. 17).

Disciplinas que conforman STEAM

Como se explicó, STEAM es un acrónimo de las iniciales de 5 disciplinas. A continuación, una breve descripción de las disciplinas y sus características.

• **S (Science) = Ciencia**

Se refiere al estudio del mundo natural a través de la física, la química y la biología. Como indica Maricorena (2010), citado por Domínguez (2013), la enseñanza de las ciencias debe formar una ciudadanía que desarrolle juicio crítico, la tolerancia ante nuevas ideas, la responsabilidad intelectual

y social, la capacidad relacionadora de los hechos que rodean la vida del ser humano, el afecto por la naturaleza y la sociedad y el goce de la diversidad cultural y geográfica (p. 17). En ocasiones, se confunde una experiencia de laboratorio con el desarrollo de habilidades o con una actividad con enfoque STEAM; sin embargo, realizar experimentos en clase no necesariamente es STEAM, pues en ocasiones se llevan a cabo únicamente siguiendo una serie de instrucciones para probar una hipótesis y no para resolver un problema real de forma creativa e innovadora. Una actividad con enfoque STEAM no puede ser algo como seguir una serie de instrucciones, al estilo de una receta de cocina.

• **T (Technology) = Tecnología**

Se refiere a cualquier artefacto, dispositivo o innovación creada por el ser humano para solventar algún deseo o necesidad. Bajo este concepto, se entiende que la tecnología no es necesariamente una computadora o un teléfono celular, sino que también puede hacer referencia a una silla o un clip de papel (Jolly, 2017). En el desarrollo de una actividad STEAM se desarrollan prototipos o diseños para resolver un problema, por lo que también se está diseñando tecnología y aprendiendo cómo puede afectar al ser humano.



- **E (Engineering) = Ingeniería**

La ingeniería es lo que permite integrar y aplicar la ciencia, la matemática y la tecnología para poder desarrollar una solución factible. La ingeniería aporta el proceso de diseño y construcción de modelos que puedan resolver problemas reales, imaginando posibles soluciones y planificando una de ellas para poder crear un prototipo, evaluarlo, comunicar la solución y rediseñar, si es necesario (Jolly, 2017).

- **A (Art) = Arte**

Como menciona Root-Bernstein (2011), citado por Daugherty (2013), el arte no solo hace que “la ciencia sea bonita o la tecnología más estética; a menudo hace que ambos sean posibles” (p. 13). Se asocia con procesos de creatividad que hacen pensar, mirar y sentir, a través de las humanidades, el lenguaje, la danza, el teatro, la música, las artes visuales, el diseño, etc.; todos elementos necesarios para que el producto (solución del problema) tenga el resultado esperado.

- **M (Mathematics) = Matemática**

A través de las matemáticas, se adquieren habilidades como la resolución de problemas, el análisis, la comunicación y otras más que permiten resolver problemas reales. Brindan un sustento numérico a la propuesta que se realiza (Jolly, 2017).

Como afirma Quílez (2022), estas disciplinas muchas veces se entienden como componentes individuales y otras veces se asume que implican un tratamiento integrado. Incluso, a nivel educativo suele aplicarse únicamente a Ciencias y Matemáticas, que son las asignaturas del currículo, ya que muchas veces los docentes no saben cómo integrar las otras disciplinas.

Gresnigt et al. (2014) propone diversos niveles en que pueden integrarse las cinco disciplinas, las cuales son:

- **Aislada/fragmentada:** Asignaturas y temas distintos y separados. Es la forma tradicional de enseñanza. En una asignatura se ve un tema, que puede ser mencionado o aplicado en otra.
- **Conectada:** Se realiza una conexión explícita entre las disciplinas, relacionando de forma deliberada los temas (no se espera que los estudiantes, a pesar de ver temas semejantes en distintas asignaturas, realicen las conexiones por sí solos).
- **Anidada:** Una habilidad o conocimiento de una asignatura se desarrolla en otra. El contenido de una asignatura puede emplearse para enriquecer otra.



- **Multidisciplinar:** Dos o más asignaturas se organizan alrededor de un tópico, pero estas preservan su identidad. Por ejemplo, profesores de Ciencias y Matemáticas discuten, en sus clases, algunas propiedades del sistema solar.
- **Interdisciplinar:** Hay una pérdida de la perspectiva de las asignaturas; además, las competencias y los conceptos son enfatizados a través de las asignaturas, más que dentro de estas.
- **Transdisciplinar:** Se parte de un problema del mundo real. El currículo trasciende las asignaturas individuales, y el foco está en el campo de conocimiento, tal como aparece en el mundo.

Para esos autores, las últimas tres son los tipos de integración que permiten desarrollar habilidades STEAM. En la forma multidisciplinar, las prácticas y métodos de las distintas disciplinas se van incorporando o excluyendo para resolver las partes del desafío según se necesite. En la forma interdisciplinar, se integran y combinan los elementos de varias de las asignaturas. La forma ideal, sin embargo, es la transdisciplinar, en que las disciplinas se integran de forma transversal, unificada, en donde, más que una asignatura nueva, es una forma de enseñar que ayuda a aprender y trabajar en el mundo real, aplicando la ciencia, la tecnología, la ingeniería, la matemática

y el arte, tal como se desenvuelven en la cotidianidad. De este modo ayuda a enfocarse en problemas concretos a nivel local, nacional o global.

Formas de trabajar STEAM como un enfoque

Dentro de las diversas perspectivas teóricas, se presenta STEAM como una metodología, es decir, una forma de trabajar con una serie de pasos; en otros casos, como un enfoque que permite mayor libertad para utilizar diversas metodologías. Dentro de todas estas perspectivas, desde Colopro se ha optado por trabajar STEAM como un enfoque que puede aplicar diversas metodologías. Es decir, STEAM sería como unos lentes que se colocan para observar e interpretar la situación problemática y las posibles soluciones; y que permite el desarrollo de habilidades a través de distintas áreas de aprendizaje, mediante la solución del desafío.

En este proceso la creatividad e innovación de las personas participantes debe ser una condición irrenunciable. Para Colopro, al trabajar STEAM como un enfoque se requiere plantear una situación problemática ante la cual deben existir múltiples soluciones creativas; es decir, no puede haber una única solución a la que se llega siguiendo una serie de pasos como de receta. Otro elemento indispensable es el



trabajo colaborativo; desde la perspectiva teórica asumida por Colypro, no puede existir una experiencia STEAM de forma individual; debe trabajarse colaborativamente en grupo.

De esta forma, durante el proceso se interviene sobre la realidad con un efecto transformador, y se promueve un aprendizaje significativo y crítico en la persona estudiante, quien diseña soluciones creativas e innovadoras (MEP, 2023).

Desarrollo de talleres STEAM de Colypro

El Colypro ha sido consciente de esta realidad y de la necesidad de capacitar a los trabajadores de la educación, personal docente y administrativo, sobre el enfoque STEAM y las posibilidades de aplicación en el contexto educativo. Por esta razón, ha desarrollado talleres STEAM para realizar en diversos ambientes educativos que se han ido coordinando.

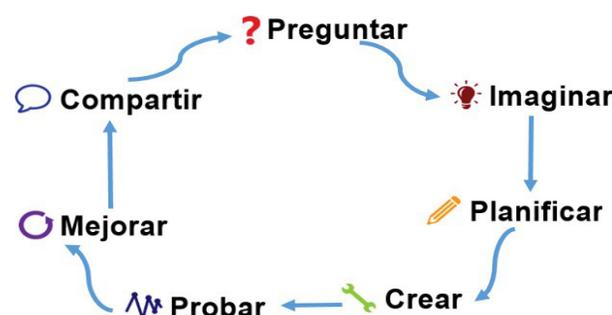
Los talleres se planifican, en cada caso, buscando adaptarse al contexto o a la realidad de las personas involucradas. En los talleres diseñados se establecen los siguientes criterios metodológicos:

• Trabajo cooperativo

La actividad se realiza en equipos de trabajo, con cuatro o cinco integrantes. Cada persona debe previamente, de forma individual, pensar en algunas propuestas para la solución de la situación problemática planteada. Para asegurar un trabajo cooperativo, uno de los requisitos del taller es que la propuesta grupal incorpore, al menos, una idea de cada uno de los miembros del equipo.

• Metodología de diseño de ingeniería (engineering by design)

Para hacer frente a la situación problemática planteada en el taller, se pueden utilizar diversas metodologías, siempre bajo el enfoque STEAM. En los talleres realizados, se propone una adaptación de la metodología de diseño de ingeniería, siguiendo los pasos que se presentan a continuación:





- » **Preguntar:** En esta etapa se plantea la situación problemática y se hacen las preguntas correspondientes que puedan orientar a una posible solución.
- » **Imaginar:** Cada persona imagina una posible solución al problema planteado; luego se reúne el equipo, se comparten las ideas y se imagina una propuesta grupal.
- » **Planificar:** El equipo crea un diseño de lo que piensa elaborar y los posibles materiales que necesitaría.
- » **Crear:** El equipo trabaja en la construcción del diseño planteado, ya sea a nivel real o en un prototipo.
- » **Probar:** Se contempla un espacio de tiempo para que el equipo pueda realizar pruebas de valoración y determinar si el diseño elaborado responde a las necesidades de solución del problema.
- » **Mejorar:** No se espera un diseño perfecto en el primer intento, por lo que se contempla un espacio para que, después de probar el diseño, puedan efectuarse las mejoras correspondientes.
- » **Compartir:** Cada equipo muestra su diseño final y comparte el proceso que siguió y las mejoras que implementó en el proceso.

• **Materiales de bajo costo**

Cada uno de los talleres ha sido diferente, pero en general se utilizan materiales de bajo costo: tijeras, goma, ligas, globos, prensas de ropa, cartones de reciclaje, botellas plásticas, masking tape, pajillas de cartón, vasos y platos de cartón, y otros materiales similares.

A continuación, se recogen algunas de las situaciones problema presentadas en las experiencias realizadas bajo el enfoque STEAM.

1. Traslado en medio de una inundación (Parrita)

En agosto del 2022, y en conjunto con la Universidad Estatal a Distancia (UNED), se realizó el V Seminario de Educación Científica y Tecnológica en la zona de Parrita, con la participación de alrededor de 30 docentes y algunos ciudadanos de la comunidad.

En el caso de Parrita, al ser una zona que sufre frecuentemente el problema de las inundaciones, se planteó un problema relacionado con esta realidad:

En este contexto, es necesario muchas veces plantear estrategias para el traslado de personas u objetos en medio de la inundación. Es por esto que estamos conformando un grupo de valientes voluntarios



y voluntarias que ayuden a proponer una solución. El traslado puede ser de medicinas o alimentos de un lugar a otro, o incluso de personas.

Para poder probar las soluciones diseñadas por los diversos equipos, se contó con una piscina inflable.

2. Especie de hormigas que quedó aislada de su fuente de alimento

El 1° de octubre del 2022 se realizó en el Centro de Convenciones la Primera Edición de Expo STEAM organizada por la empresa Teknikids. En esta ocasión se planteó un reto hipotético ante una situación que puede presentarse en la naturaleza; es la siguiente:

Luego de un largo período de sequía, sobrevino una tormenta que provocó la caída de muchos árboles y pérdida de cultivos. Muchos animales e insectos sufrieron los embates del clima; dentro de ellos están las hormigas de la especie *Atta sexdens*, la cual sobrevivió. Sin embargo, esta especie se encuentra en serios problemas porque sus reservas de comida se están agotando y su alimento se encuentra al otro lado del río.

Para enfrentarse a este problema, las personas participantes incluso investigaron en sus teléfonos sobre esa especie de hormigas y por qué eran importantes; luego

diseñaron opciones para que pudieran cruzar al otro lado del río. La mayoría de ellas consistía en estructuras tipo puente.

3. Módulo para descender en la Luna (Puriscal-Upala)

En el mes de abril del 2023 se atendieron dos solicitudes de capacitación en temática STEAM. La primera, por parte de la Dirección Regional Zona Norte-Norte en Upala (92 personas) el día 19, y la otra proveniente del CTP de Puriscal (76 personas) para el día 24. En ambos talleres se enfocó la problemática como una situación hipotética en que debía construirse un módulo para garantizar un descenso seguro en la Luna.

En este caso, se estableció la situación problemática en los siguientes términos:

Se debe diseñar un módulo que permita el descenso seguro y estable en la superficie de la Luna, considerando las condiciones propias del entorno y los materiales disponibles.

Para complementar la situación problemática, se estableció una serie de criterios y restricciones que debían considerarse.

Criterios:

- » El módulo de descenso debe utilizar al menos un globo inflado.



- » El diseño debe incorporar patas de soporte que den como resultado una posición estable y erguida después de las pruebas de descenso.
- » El módulo diseñado debe soportar las pruebas de caídas desde una altura de 2 metros.

Restricciones:

- » Solo puede utilizar materiales fácilmente disponibles.
- » No puede utilizar paracaídas u otro elemento que use arrastre, pues no hay aire en la Luna.

4. STEAM y agricultura (Coronado, San José)

En el mes de julio del 2023 se realizaron dos talleres en conjunto con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), atendiendo un total de 30 personas colegiadas entre ambas actividades. En este caso, se buscó diseñar un reto STEAM relacionado con la agricultura y la educación, y se propuso la siguiente situación problemática:

En su centro educativo se pretende desarrollar un proyecto que permita acercar a las personas estudiantes al importante tema de la agricultura. Ustedes han sido desig-

nados como parte del equipo de trabajo que deberá plantear una propuesta de cómo llevar a cabo este proyecto, dado que el centro educativo cuenta con muy poco espacio y la mayoría está cementado; además, existen problemas de racionamiento de agua, lo que dificulta llevar a cabo el proyecto de una manera tradicional. Se espera que ustedes como equipo sean capaces de imaginar y diseñar una propuesta de solución. Deben construir un prototipo o representación de la solución que imaginaron.

Discusión sobre la experiencia de los talleres

En los seis talleres realizados se emplearon cuatro diferentes situaciones problemáticas que representaban el reto a solucionar como punto de partida para el trabajo desde el enfoque STEAM. Con estos talleres diseñados, se capacitaron alrededor de 250 colegiados y colegiadas que pudieron participar en una experiencia STEAM y adquirir herramientas para replicar este tipo de actividades con la población estudiantil y propiciar el desarrollo de habilidades indispensables en el siglo XXI.

Sistematizando las experiencias realizadas, se establecen algunos elementos comunes que pueden ser considerados como guía para replicar experiencias similares con



personas colegiadas, o con estudiantes en el salón de clases. Entre los elementos comunes se encuentran:

1. Problemas reales y complejos

Los problemas planteados son reales, son complejos e implican un desafío de diseño. Las situaciones problemáticas presentadas como reto estaban inspiradas en situaciones reales adaptadas al contexto de la comunidad que se visitaba. La única situación problemática más hipotética era el descenso en la Luna, pero es adaptado de una situación real.

Para esto, se sigue la guía de algunos autores (Gresnigt et al. 2014 y Jolly 2017) que recomiendan que, si es necesario elegir entre dos problemas, uno sobre “una raza alienígena llegando a la Tierra y necesitando cierto alimento” o “diseñar un sistema para mantener las semillas y plantas durante un viaje a Marte”, es mejor elegir el segundo por ser un problema real y actual.

Los problemas reales crean un entorno de enseñanza que propicia un aprendizaje interdisciplinar y colaborativo (Bonotto, 2010).

2. Desafío de diseño de una solución

Todos los retos implicaron diseñar una solución o un prototipo. En estos talleres, para la solución de los problemas se aplicó la metodología de diseño de ingeniería que

permite integrar ciencias, matemática y tecnología. Es a través de este elemento en donde la disciplina de ingeniería tiene mayor protagonismo, ya que se aplica como una forma de aproximarse a la solución del problema.

El problema no puede ser solo teórico o investigativo, sino que debe producir algo, diseñar algo. Si este elemento no está presente, la experiencia no es STEAM (Jolly, 2017).

3. Solución abierta del problema

En las situaciones problemáticas presentadas, existían múltiples formas de solucionar el problema con creatividad. Como se constató en la presentación de cada grupo de trabajo, cada prototipo o solución generada era diferente a las demás, aun cuando la situación problemática fuera la misma. Cada grupo utilizó diferentes cantidades de materiales y diseños diferentes, así como diferentes procesos de organización y comunicación.

En una actividad STEAM, no puede presentarse un reto en el que simplemente se sigan una serie de pasos para que todas las personas lleguen a la misma solución del problema (Jolly, 2017). Debe haber originalidad, creatividad y diferencia, ya que no hay “una” respuesta correcta que se pueda aplicar universalmente.



Como establece Diego-Mantecón et al. (2017), el camino hacia la posible solución debe ser abierto, y dicha solución debe ser susceptible de mejoras, como sucedió en los talleres realizados.

4. Trabajo cooperativo

El trabajo cooperativo fue un elemento esencial y las personas participantes se comprometieron con el equipo de trabajo en el diseño, la creación de prototipos, probar, evaluar y mejorar la propuesta. De hecho, se hizo la sugerencia de realizar una idea, primero individual y posteriormente grupal, que tomara ideas de cada una de las propuestas individuales.

Una experiencia STEAM no puede desarrollarse para trabajar de forma individual. Para ello, se establecieron algunos criterios que facilitaron la forma de trabajo de los equipos:

- » Equipos conformados por 4 o 5 personas cada uno, de acuerdo a Jolly (2017), que establece ese como el número que permite una distribución equitativa del trabajo entre los integrantes y adecuados niveles de comunicación.
- » Se establecieron roles para cada integrante, como, por ejemplo, uno era el encargado de acercarse a la mesa de los materiales y obtener lo que se necesitaba.

- » Se definieron reglas para el trabajo cooperativo (Jolly, 2017), como esclarecer qué se trabajaría individualmente y qué de manera conjunta, así como el tiempo que se iba a emplear.

5. Presentación de resultados y retroalimentación

Cada equipo pasa al frente, explica el proceso seguido para el diseño de su propuesta de solución y explica en qué consiste. Es muy enriquecedor ese **espacio de comunicación** que se establece, pues los participantes socializan el trabajo realizado, las dificultades superadas y los resultados obtenidos.

Es un elemento esencial del enfoque STEAM, por lo que siempre debe existir un espacio para que todos y todas en la clase puedan retroalimentar a los otros grupos y también tomar ideas de su trabajo (Jolly, 2017).

6. El participante es el protagonista del proceso

Los procesos están centrados en el participante y con un alto componente práctico. La persona que interviene en el taller tiene oportunidad de dialogar, investigar, tomar decisiones, probar sus ideas o cometer errores; mientras que el papel de la persona mediadora es de guiar y mediar el proceso. En palabras de Molina (2021), el mediador



es quien guía las discusiones y retroalimenta los avances, creando ambientes de aprendizaje estimulantes con comunicación, confianza, aceptación, respeto y afecto entre el estudiantado.

Al replicar experiencias de este tipo en el aula, es importante que el proceso de aprendizaje-enseñanza está centrado en la persona estudiante y que el docente no dé instrucciones de cada paso, sino que simplemente oriente y sea mediador del proceso.

7. El error no se castiga

Durante el proceso de diseño, el error es considerado como algo natural y parte esencial para el desarrollo de una solución exitosa. Durante la actividad, se consideró un tiempo para que los participantes pudieran probar el diseño elaborado, anotar nuevas ideas y mejorarlo.

En un salón de clases, con la premura del tiempo muchas veces se ignora este proceso o la persona docente interviene más para evitar el error, sin embargo, este elemento es esencial cuando se desarrollen experiencias de este tipo. Debe permitirse que haya errores, pruebas y proceso de mejora en el diseño. Los errores en estas etapas no deben ser castigados en la evaluación (Jolly, 2017).

Como la experiencia se desarrolló con docentes colegiados, algunos elementos pueden obviarse, pero también es necesario considerar que los **contenidos** que se requieren de las asignaturas (Ciencias y Matemáticas, sobre todo) sean **aplicables y acordes al nivel** de las personas estudiantes. Sin embargo, no es necesario que las dos asignaturas estén implicadas en igualdad de condiciones, si no que exista aplicación de ambas y a un nivel que sea retador para el estudiantado.

No necesariamente el planeamiento de una experiencia STEAM debe tener presentes todos estos parámetros, pues puede enfocarse más en uno o en otro; aunque lo importante es que no haya aspectos que nunca estén presentes en ninguna lección.

Al finalizar los talleres y escuchar a los participantes, se determinan algunas de las habilidades desarrolladas durante el taller. Asinc-Benites y Alvarado (s.f.) reconocen las siguientes habilidades desarrolladas bajo el enfoque STEAM:

- » Pensamiento crítico, pues el conocimiento se construye a través de la experiencia, promoviendo la autorregulación del aprendizaje.



- » Solución de problemas, pues se busca resolver una situación problemática de manera creativa, colaborativa y utilizando el pensamiento lógico-matemático.
- » Colaboración y comunicación, que se desarrollan a través de un trabajo colaborativo, aprendiendo a dialogar y tomar decisiones de forma conjunta.
- » Investigación, pues hay un proceso donde se plantean hipótesis, se diseña y se prueban diversas formas de resolver el problema.
- » Creatividad, pues no existe una solución única al problema, por lo que debe desarrollarse un proceso de imaginación y curiosidad.



Conclusiones

En la sistematización de los talleres diseñados por Colypro con las personas colegiadas, se destacaron diversos elementos:

Se fomenta creatividad e innovación en las personas participantes, quienes presentaron diversas propuestas de solución a los problemas planteados.

Fue muy bien valorada la posibilidad de utilizar materiales de bajo costo, pues no todos los centros educativos pueden acceder a materiales costosos para estas experiencias.

Existe una variedad de situaciones problemáticas que se pueden analizar y mejorar a través de estas actividades, desde situaciones hipotéticas a problemáticas reales que enfrente cada centro educativo.

En general, la percepción de los participantes sobre el enfoque STEAM es la de una herramienta que permite aplicar de forma concreta los contenidos y aprendizajes de varias asignaturas y permite el desarrollo de habilidades necesarias para el siglo XXI, como pensamiento crítico, solución de problemas, colaboración y comunicación, investigación y creatividad.

Además del desarrollo de muchas habilidades asociadas usualmente a las áreas de ciencias y matemáticas, también puede ser

aplicado a la solución de problemas reales y concretos dentro de una comunidad, por lo que puede enriquecerse con una visión más humanística y social. Otro elemento que valoraron positivamente es que, al tratarse de un enfoque, no está asociado a una metodología específica, sino que puede adaptarse según las necesidades o intereses de la actividad. Esto permite cierta flexibilidad y adaptabilidad, según las condiciones del centro educativo y la población con la que se va a desarrollar.

Una consulta realizada por los participantes hace referencia a la evaluación de las actividades STEAM. Las posibilidades para evaluar este tipo de actividades dentro del contexto educativo deben ser muy coherentes con el proceso y el espacio de trabajo cooperativo, y no enfocarse únicamente en el resultado final. La elaboración de una rúbrica que evalúe algunos de los elementos mencionados en la sección anterior puede ser de mucha utilidad.

En conclusión, el enfoque STEAM es una buena oportunidad para el desarrollo de habilidades y experiencias educativas enriquecedoras. Es importante que los docentes sigan aprendiendo sobre STEAM y puedan diseñar actividades para el desarrollo de habilidades en sus estudiantes.



Obviamente, como toda experiencia que quiera trasladarse al ámbito educativo, debe tomar en cuenta el contexto para adaptarse de la mejor manera, lo cual en estos casos se puede hacer mediante la definición de un problema que sea concreto, real y de interés para las personas participantes.



Referencias

Asinc-Benites, E. y Alvarado-Barzallo, S. (s.f.). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, ed. especial, 1-10. <https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/view/59/43>

Bonotto, C. (2010). Realistic Mathematical Modeling and Problem Posing. En: Lesh, R., Galbraith, P., Haines, C. & Hurford, A. (eds.). *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 399-408). Springer US. <https://books.google.co.cr/books?id=G-bxEAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an "A" in STEM Education. *Journal of STEM Education*, 14(2), 10-14. <http://www.uastem.com/wp-content/uploads/2012/08/The-Prospect-of-an-A-in-STEM-Education.pdf>

Diego-Mantecón, J. M., Bravo, A., Arcera, O., Cañizal, P., Blanco, T. F., Recio, T., González-Ruiz, I. & Istúriz, M. P. (2017). Desarrollo de cinco actividades STEAM con formato KIKS. En: *Actas del VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)*, Madrid. <https://core.ac.uk/reader/328838300>

Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Ministerio de Educación Pública (MEP) (2023). *Fundamentación teórica: Manual interactivo para la ruta de trabajo "Educación STEAM para la innovación, la calidad y el desarrollo de habilidades, en centro educativo"*. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/2024-01/fundamentossteam.pdf>

Gresnigt, H., Taconis, R., Keulen, H., Gravemeijer, K. & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: A review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. https://www.researchgate.net/publication/262992034_Promoting_science_and_technology_in_primary_education_a_review_of_integrated_curricula

Jolly, A. (2017). *STEAM by Design: Strategies and Activities for Grades 4-8*. Nueva York: Routledge.

Jones, R. M. (2015). President Obama on STEM Education. *FYI: Science Policy News*. <https://www2.aip.org/fyi/2015/president-obama-stem-education>



Molina, L. (2021). Cinco elementos que debes conocer de la metodología STEAM. <https://www.afoe.org/metodologia-steam/>

Quílez, J. (2022). El movimiento STEM en el currículum: Origen, fundamentación y análisis crítico. *Anales de Química de la RSEQ*, 118(3), 199-205. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1805/2338>

Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículo actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, flipped classroom y robótica educativa*. [Tesis doctoral]. Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera. <https://repositorioinstitucional.ceu.es/handle/10637/8739>