



# Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI

Marco Vinicio López Gamboa<sup>a</sup>, Carlos Ml. Córdoba González<sup>b</sup>, José F. Soto Soto<sup>c</sup>

<sup>abc</sup>Centro de Investigación y Gestión en Educación, Tecnología e Innovación, NeuroAula-I.S. Corporación, calle 25, avenidas 6 & 8, P.O. Box 1047-1000, San José, Costa Rica.

## ARTICLE INFO

**Received:** 16 septiembre 2019  
**Accepted:** 20 noviembre 2019  
**Available on-line:** 01 mayo 2020

**Keywords:** Educación, STEM, STEAM, pensamiento, crítico.

**E-mail addresses:**  
[mlopez@neuroaula.net](mailto:mlopez@neuroaula.net)  
[mvinciopcn@gmail.com](mailto:mvinciopcn@gmail.com)  
[ccordoba@neuroaula.net](mailto:ccordoba@neuroaula.net)  
[jsoto@neuroaula.net](mailto:jsoto@neuroaula.net)

ISSN 2007-9847

© 2020 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

STEM / STEAM education is an educational trend that is becoming increasingly important in Latin America. For its implementation different models must be considered, ranging from exploratory, that includes scientific fairs and clubs after school, to the total immersion that integrates STEM / STEAM education to the entire educational institution curriculum, as well as accompanying didactic strategies such as problem-based learning, project-based and engineering design, together with well-defined learning environments such as laboratories (physical, virtual and remote), maker spaces, science and technology museums. STEM promotes the development of skills for the 21st century such as critical thinking, creativity, communication, which are indispensable for the academic, work and personal growth of the students. The objective of this work is to expose the most elementary details of these models, strategies and environments, as well as the skills of the 21st century.

La educación STEM/STEAM es una tendencia educativa que cada vez toma más relevancia en América Latina. Para su implementación se deben considerar diferentes modelos que van desde el exploratorio que contempla las ferias científicas y clubes después de clases, hasta el de inmersión total que integra la educación STEM/STEAM a todo el currículo de institución educativa, además de estrategias didácticas que acompañan estos modelos como el aprendizaje basado en problemas, basado en proyectos y el diseño de ingeniería, que junto con ambientes de aprendizaje bien definidos como laboratorios (físicos, virtuales y remotos), espacios maker, museos de ciencia y tecnología. A través de esta tendencia se promueve el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, creatividad, comunicación, que son indispensables para el desarrollo académico, laboral y personal de los estudiantes. El objetivo de este trabajo es exponer los detalles más elementales de estos modelos, estrategias y ambientes, así como de las habilidades del siglo XXI.

## I. INTRODUCCIÓN

La educación STEM/STEAM surge de la necesidad de potenciar el interés por las Ciencias Naturales, Ingenierías y Matemáticas, comenzando primero con la educación STEM, que básicamente es un acrónimo del inglés para Science, Technology, Engineering and Mathematics, en español, aunque poco utilizado CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática).

Este movimiento educativo nace sobre todo en Estados Unidos, como resalta Botero (2018) a principios de los años noventa la National Science Foundation - NFS (Fundación Nacional para las Ciencias) lanzo la idea de hacer referencia a un acrónimo que representará las asignaturas STEM, antes era conocido como SMET, el cambio de SMET

a STEM menciona Botero (2018) es gracias a la Dra. Judith A. Ramaley, quien fuera directora de la División de Educación y Recursos Humanos en la NFS.

Una definición concreta de educación STEM es la siguiente:

*“La educación STEM es un acercamiento interdisciplinario al aprendizaje que remueve las barreras tradicionales de las cuatro disciplinas (Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas) y las integra al mundo real con experiencias rigurosas y relevantes para los estudiantes.”*

Vásquez, Sneider & Comer (2013) citados por Botero (2018).

En la actualidad existen muchas derivaciones de la educación STEM, enfocadas básicamente en el acrónimo, según su contexto e intereses, muchos les agregan más letras, por ejemplo:

- STREAM, donde la letra R, puede hacer alusión a “reading” (leyendo) o “religion” (religión).
- STEAMM, donde la M adicional puede hacer mención a la medicina.
- STEAM, donde la A representa al arte (música, poesía, artes plásticas, diseño, etc.).
- Entre otras.

El STEAM (CTIMA en español) es igual de popular que el acrónimo original STEM, este no solo incorpora al arte para potenciar la estética y el diseño de los proyectos, sino, más bien para potenciar aún más la interdisciplinariedad de las áreas del conocimiento representadas en cada una de las letras que lo forman, Botero (2018) destaca que el acrónimo STEAM, fue creado por la Dra. Georgette Yakman y él resalta que el aporte de la letra “A” dado por Yakman va más que todo por lo que se conoce en inglés como “liberal arts”, es decir la manera de integrar de forma conjunta asignaturas como historia, música, matemática, bellas artes y ciencias.

A continuación, se describirán elementos esenciales para la educación STEM/STEAM, que van desde modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje, que concatenados impulsan las habilidades que son desarrolladas y potenciadas por esta tendencia educativa.

## II. MODELOS DE IMPLEMENTACIÓN

El modelo de implementación es la manera en que se lleva a cabo una tendencia o metodología educativa, desde un enfoque parcial hasta uno total, dependerá del contexto, de cómo inicie, aunque lo recomendable es comenzar de forma gradual, para así ir determinando los resultados cualitativos y cuantitativos del impacto del modelo que se implementa, en un determinado contexto educativo.

Para la educación STEM/STEAM, the “Arizona STEM Network led by Science Foundation and Maricopa County Education Service Agency” (Red STEM de Arizona, la Fundación de Ciencia de Arizona y la Agencia de Servicios Educativos del Condado de Maricopa) propone cuatro modelos de implementación, que se pueden ir desarrollando de forma gradual o se puede implementar sin importar su orden, según el contexto de la institución educativa, aunque no sea lo más recomendable. Es probable, que algunas de las características de estos ya se desarrollan en las instituciones educativas, lo que puede facilitar su implementación formal y administrativa.

### II.1 Modelo Exploratorio

En este modelo se pueden catalogar actividades que son “extras” a la jornada escolar de la institución, como ferias científicas, diversos clubes escolares como robótica, programación, arte, etc.; básicamente lo que se conoce como actividades extracurriculares o “after school”.

Dentro de las características de este modelo se pueden mencionar:

- Programas que son independientes de las demás actividades escolares.
- Se puede desarrollar tanto dentro y fuera de la jornada escolar.

- Los proyectos que se desarrollan son promovidos y/o financiados por la institución o por las autoridades educativas.

El modelo exploratorio facilita el aprendizaje de los estudiantes, de diversas formas como las siguientes:

- Potencia la educación STEM fuera de la clase tradicional.
- Los introduce a un aprendizaje basado en problemas y/o proyectos, que los conducen a buscar soluciones y desarrollar productos concretos.
- Los inspira, informa y orienta en temas relacionados con áreas del conocimiento en STEM.

Algunos de los roles del docente como de los funcionarios administrativos en este modelo, según la Red STEM de Arizona, son:

- Docente:
  - Planear, dirigir y acompañar el programa extracurricular.
  - Guiar a los estudiantes en las indagaciones e investigaciones.
  - Fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo, potenciando el desarrollo de habilidades sociales.
- Funcionarios administrativos:
  - Apoyar a los docentes en la conformación de actividades extracurriculares.
  - Gestionar los recursos y presupuestos.
  - Vincular los programas con el sector productivo y demás organizaciones.

Dentro de las formas de evaluación de aprendizajes basados en este modelo se pueden resaltar:

- La invitación de expertos y mentores para evaluar los diversos programas que se están desarrollando.
- Aplicación de encuestas antes y después a los estudiantes, con indicadores para medir el interés, contenidos y actitudes.
- Solicitar a estudiantes y familiares opiniones, que incluyan actitudes y motivación por ampliar conocimientos y habilidades en áreas del conocimiento en STEM.

## II.2 Modelo Introductorio

Para la Red STEM de Arizona, este modelo abarca experiencias STEM adicionales a los programas de estudios establecidos y son realizadas dentro de la jornada escolar, pero no forman parte de las pruebas estandarizadas o nacionales. Como lo son proyectos en áreas de STEM desarrolladas a través empresas y otras organizaciones aliadas, sin fines de lucro.

Algunas características:

- Se ejecuta dentro del horario normal de clases.
- Incluye la participación de familiares de los participantes algunas de las actividades.
- Se da el desarrollo de proyectos donde sus resultados finales son expuestos en la institución educativa, en diversas actividades como ferias científicas, exposiciones STEM, etc., ante familiares y miembros de la comunidad, invitados, etc.

Facilita el aprendizaje de los estudiantes, de diversas maneras:

- Involucrándolos en experiencias de aprendizaje relevantes que se relacionan con su contexto local.
- Promoviendo el aprendizaje a un contexto real, considerando modelos de negocio y de industria en las áreas del conocimiento STEM.
- Participan en programas de estudios con contenido STEM como una adición extra.

La Red STEM de Arizona define algunos roles del docente y los funcionarios administrativos como los siguientes:

- Docente:
  - Seleccionar contenidos STEM intercurriculares.
  - Conectar habilidades empresariales e industriales a la instrucción en el aula.
  - Desarrollar continuamente contenido y estrategias pedagógicas en áreas del conocimiento STEM.

- Funcionarios administrativos:
  - Definir el propósito de los contenidos y el programa de estudio.
  - Supervisar el seguimiento del programa.
  - Crear un plan de vinculación con las empresas e industrias.

El proceso de evaluación de este modelo se puede definir ejecutando los siguientes recursos:

- Comparación y alineación del programa con estándares internacionales.
- Inclusión de indicadores de éxito como el rendimiento de los estudiantes, evaluaciones de los proyectos y portafolios.
- Ejecución de pruebas de desempeño a los estudiantes, para determinar la comprensión de estos en contenido STEM y habilidades del siglo XXI (estas últimas se expondrán más adelante).

### II.3 Modelo de inmersión parcial

Este modelo integra al plan de estudios temas y actividades STEM, que se pueden desarrollar por ejemplo, en toda la institución durante todo el periodo educativo, basadas en un tema STEM determinado que integre unidades de aprendizaje basadas en problemas y/o proyectos.

Algunas características:

- Integra el aprendizaje basado en problemas y/o proyectos en el currículo regular.
- Planeación de contenidos STEM para cada nivel escolar.
- Brinda espacios para que los estudiantes participen en la resolución de problemas con contenido integrado.

Potencia el aprendizaje de los estudiantes mediante diferentes maneras como:

- Involucrando contenido STEM como parte del programa de estudio oficial, de forma transversal al currículo, tanto interdisciplinar como transdisciplinariamente.
- Se enlaza contenido con laboratorios universitarios y otros espacios fuera de la institución educativa.
- Se les abren oportunidades para realizar investigaciones a mayor escala en STEM.

Algunos roles del docente y los funcionarios administrativos son:

- Docente:
  - Proporcionar instrucción directa limitada a los estudiantes, mientras ellos avanzan en sus investigaciones STEM.
  - Conformar comunidades de aprendizaje profesional, con otros docentes y líderes STEM en su institución educativa o localidad.
  - Alentar a los estudiantes a participar en la identificación del problema planteado en clase.
- Funcionarios administrativos:
  - Definir el propósito de los contenidos del programa.
  - Conformación de un comité asesor conformado por miembros de la institución educativa, comunidad, de la junta escolar e inclusive universidades e industrias STEM, para que velen por el desarrollo y propósito del programa.
  - Garantizar un espacio de trabajo para el programa.

Al evaluar este modelo se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Comparación y alineación del programa con estándares internacionales.
- Desarrollo de guías secuenciales y progresivas para un programa de estudio tanto de forma vertical como horizontal, centrándose en estándares nacionales e internacionales de educación STEM.
- Desarrollar un plan de evaluación e intervención que aborde las brechas de rendimiento estudiantil.

## II.4 Modelo de inmersión total

Básicamente, este modelo incorpora integralmente el STEM en los programas de estudio, de manera que el STEM determina el currículo de la institución educativa, generando así un modelo donde los estudiantes trabajan de forma colaborativa, resolviendo problemas de su entorno educativo y comunidad.

Las siguientes son algunas de sus características:

- La institución educativa está inmersa totalmente en la educación STEM, tanto desde una misión y visión globales.
- Existe participación total del personal de institución, entiéndase docentes, funcionarios administrativos, etc.
- Todos los planeamientos, son fundamentados en STEM, de forma alineada e integrada en todos los grados y con corte constructivista.

Facilita el aprendizaje de los estudiantes de diversas formas como:

- Generando oportunidades dentro y fuera de la institución educativa para inspirar e informar los estudiantes sobre las carreras STEM.
- Generando enlaces con laboratorios y universidades.
- Incentivando la colaboración en grupos, donde se fomenta la innovación y el riesgo en la creación de soluciones.

Dentro de roles del docente y los funcionarios administrativos, resaltados por la Red STEM de Arizona, se pueden mencionar:

- Docente:
  - Participar en la selección de contenido riguroso de STEM intracurricular, como el foco del plan de estudios de la institución educativa.
  - Asesorar de forma permanente, mientras los estudiantes avanzan en las investigaciones abiertas de STEM.
  - Desarrollar continuamente el contenido y mejoramiento de la pedagogía STEM.
- Funcionarios administrativos:
  - Definir el propósito de los contenidos del programa.
  - Conformación de un comité asesor conformado por miembros de la institución educativa, comunidad, de la junta escolar e inclusive universidades e industrias STEM, para que velen por el desarrollo y propósito del programa.
  - Generar alianzas con las universidades e industrias STEM.

Al evaluar este modelo se consideran los siguientes aspectos:

- Desarrollar revisiones del programa que incluyan: asistencia, demografía y rendimiento estudiantil
- Demostrar competencias en pruebas nacionales y preparación universitaria (ACT, SAT, TIMSS, PISA, PIAAC).
- Conformar una mesa asesora con expertos y mentores de la industria para que evalúen el programa.

## II.5 Presupuesto y sostenibilidad

Estos cuatro modelos presentan diversos aspectos comunes en lo referente a presupuesto y sostenibilidad, como son los siguientes:

- Presupuesto:
  - Salarios y beneficios de administradores, especialistas del plan de estudios, docentes y personal de apoyo.
  - Costos de construcción (en caso de ser necesario).
  - Equipo (mobiliario, hardware, software, etc.).
- Sostenibilidad:
  - Establecimiento de liderazgo para mantener los objetivos y misiones comunes.
  - Recopilación de retroalimentación por parte de estudiantes, profesores y padres.

- Generación de redes STEM estatales, otras instituciones o universidades para trabajar de forma conjunta validando la efectividad de las diversas actividades y objetos de aprendizaje implementados.

### III. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Existen diversas estrategias didácticas que sirven para potenciar la educación STEM/STEAM, como cualquier otra tendencia o contenido de un curso en general, como lo indica Sánchez (s.f.) una estrategia didáctica hace uso de métodos, técnicas, medios, materiales y herramientas a través de una organización analizada y planeada conscientemente para lograr los objetivos y metas de aprendizaje propuestas.

A lo anterior, se debe sumar el respectivo análisis de contexto, previo a su respectiva utilización, como lo indica Salinas (2004) citada por Sánchez (s.f.) las estrategias didácticas hacen referencia a la organización y a la planificación de los espacios, materiales, tiempos, entre otros.

Las siguientes son estrategias didácticas que pueden usar para lograr los objetivos y metas de aprendizaje en un proceso educativo STEM/STEAM:

- *Aprendizaje basado en problemas.*
- *Aprendizaje basado en retos.*
- *Aprendizaje basado en proyectos.*
- *Aprendizaje basado en indagación.*
- *Aprendizaje basado en el juego.*
- *Design thinking.*
- *Diseño de ingeniería.*

A continuación, se describirán los aspectos más relevantes de algunas de ellas:

#### III.1 Aprendizaje basado en problemas (ABP)

Sánchez (s.f.) resalta que está centrado en el estudiante y para su aplicación se desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real. Por medio de la búsqueda de la solución al problema, lo que da un norte al proceso de enseñanza de aprendizaje, como lo indica Restrepo (2005), que en el ABP se crea un ambiente en el que el problema dirige el aprendizaje.

Algunas características del ABP según Morales (2018) son:

- Promueve el aprendizaje abierto, reflexivo y crítico, con un enfoque holístico del conocimiento que reconoce su naturaleza compleja y cambiante.
- Involucra a una comunidad de personas que interactúan en colaboración para tomar decisiones en relación a diferentes situaciones problemáticas que deben enfrentar.
- Promueve la interacción de diferentes factores que involucran a estudiantes y profesores, pero manteniendo el rol central en los primeros.

#### III.2 Aprendizaje basado en retos (ABR)

Reyes y Carpio (2018) al citar a Jou, Hung y Lai (2010), indican que el ABR es un enfoque pedagógico que se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia y la ingeniería, y demanda una perspectiva del mundo real porque sugiere que el aprendizaje involucra el hacer o actuar del estudiante respecto a un tema de estudio. Es por eso que es utilizado para desarrollar la educación STEM/STEAM.

Similar al ABP los estudiantes tienen un rol bastante activo en el ABR, como mencionan Reyes y Carpio (2018) el ABR tiene sus raíces en el Aprendizaje Vivencial (AV), el cual tiene como principio fundamental que los estudiantes aprenden mejor cuando participan de forma activa en experiencias abiertas de aprendizaje, que cuando participan de manera pasiva en actividades estructuradas, siendo el AV un enfoque holístico e integrador, que combina la experiencia, la cognición y el comportamiento, como lo resalta Akella (2010) al ser citado por Reyes y Carpio (2018).

Algunas de las características que indican Blanco, Sein-Echaluze y García (2017) son:

- Se basa en abordar el aprendizaje a partir de un tema genérico y plantear una serie de retos, relacionados con ese tema, que el alumnado debe alcanzar.
- Se inspira en la búsqueda de soluciones a grandes desafíos globales y originados en contextos externos a la formación.
- Su proceso de aprendizaje y su forma de implementación toma sus principios de modelos de aprendizaje activo, como el ABP, el aprendizaje basado en proyectos y el AV.

### **III.3 Aprendizaje basado en proyectos (ABPy)**

Es una metodología que se desarrolla de manera colaborativa, exponiendo a los estudiantes a situaciones que los hacen desarrollar propuestas ante una determinada problemática, como lo plasman Cobo y Valdivia (2017). Además de que se encuentra la esencia de la enseñanza problémica, mostrando al estudiante el camino para la obtención de los conceptos como indica Maldonado (2008).

Algunas de las características que resalta Maldonado (2008) del ABPy son:

- Se acerca a una realidad concreta en un ambiente académico, por medio de la realización de un proyecto de trabajo.
- Estimula en los estudiantes el desarrollo de habilidades para resolver situaciones reales, con lo cual se motivan a aprender.
- Exige que el profesor sea un creador, un guía, que estimule a los estudiantes a aprender, a descubrir y sentirse satisfecho por el saber acumulado.

### **III.4 Diseño de ingeniería (DI)**

Ma San (2013) lo define como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el objeto de determinar un dispositivo, un proceso o un sistema con detalles suficientes que permitan su realización.

Varias de las características del DI que Ma San expone son:

- Definir el problema que siempre nace de una necesidad.
- La forma o esquema para resolver la necesidad y elegir uno para analizarlo.
- Diseñar de forma preliminar la máquina, estructura, sistema o proceso seleccionado.

Botero (2018) también resalta tres modelos cíclicos para desarrollar el DI, según los grados o niveles desde el preescolar (K) al 12<sup>vo</sup> grado de la institución educativa, que se detallan en la siguiente figura:

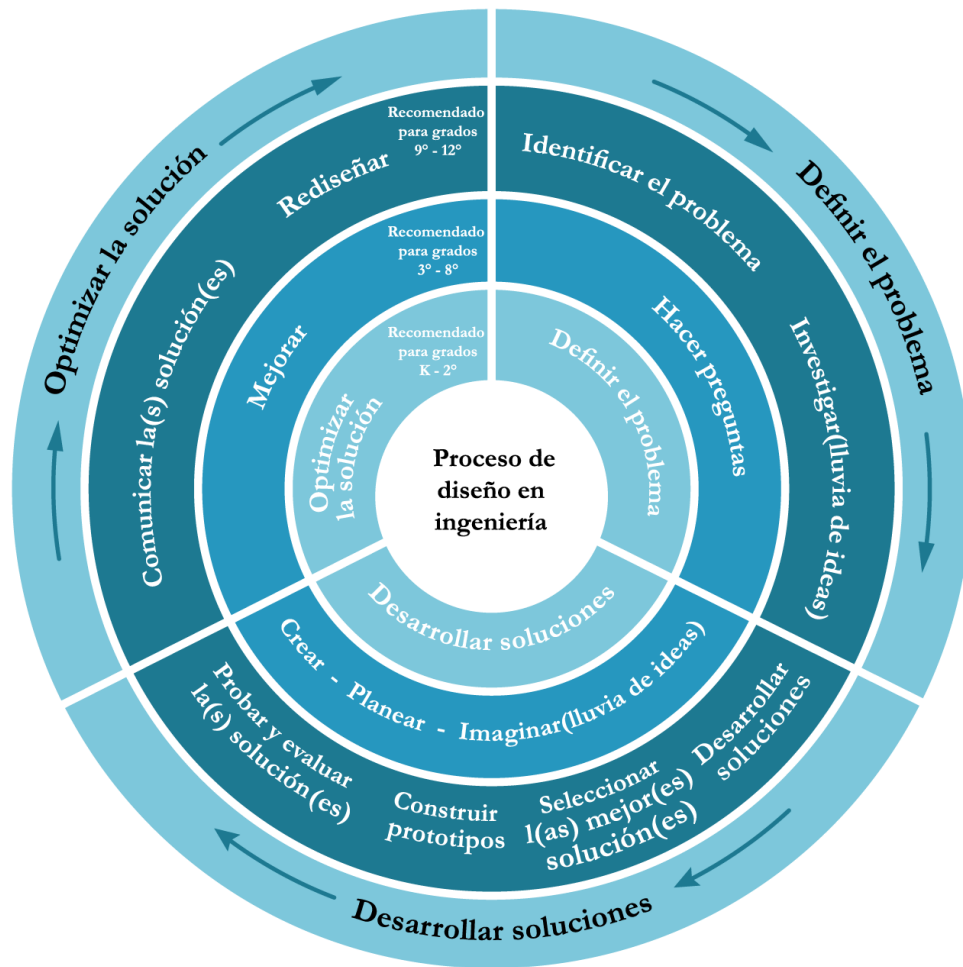


FIGURA 1. Modelos cíclicos del proceso de DI. Fuente: Botero (2018).

Los modelos expuestos en la figura 1, facilitan la implementación del DI en el aula, fundamentándose en tres pilares básicos que son la definición del problema, desarrollar soluciones y posteriormente optimizarlas.

#### IV. AMBIENTES DE APRENDIZAJE

En lo que respecta a ambientes de aprendizaje, hay varios y dependen del contexto de cada institución educativa.

Un ambiente de aprendizaje es todo aquel, que cuenta con los elementos necesarios para desarrollar cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, más allá de infraestructura física, además de diversas herramientas didácticas como libros, juguetes, simuladores digitales, jardines, etc. Por tanto; que potencie el interés por aprender y sentirse a gusto, tanto de los estudiantes como de los mismos docentes, lo anterior se reafirma con lo siguiente:

*“Un ambiente de aprendizaje es un entorno físico y psicológico de interactividad regulada en donde confluyen personas con propósitos educativos, lo que evidencia la necesidad de contar con un ambiente educativo que promueva el aprendizaje y, por ende, el desarrollo integral de los niños y niñas.*

Herrera (2006) citado por Castro & Morales (2015).



Además, lo reafirman Castro & Morales (2015), al citar lo que se expresa en el Regio Children y Domus Academy Research Center (2009):

*“El ambiente debe permitir experimentar placer al usarlo, ser explorado, empático y capaz de captar y de brindar sentido a las vivencias de las personas que lo habitan; además, señalan que la comunicación se convierte en una estructura que se antepone a la arquitectura, por lo que «el ambiente resultante debe tener la precaución de dejar un espacio a las conexiones de significado elaboradas por quien escucha, sin explicitar en exceso a nivel estético y lenguaje»”.*

A continuación, se mencionarán algunos ambientes de aprendizaje, basados en lo expuesto por Sánchez & Hernández (s.f.):

- *Laboratorios (físicos y virtuales).*
- *Ambientes de aprendizaje colaborativo.*
- *Aulas taller.*
- *Espacios makers (makerspaces).*
- *Realidad virtual y simuladores.*
- *Ambientes de aprendizaje situados.*
- *Colaboratorios.*
- *Museos de Ciencia y Tecnología.*

Es importante agregar a los laboratorios, una nueva modalidad, que son, los del tipo remoto.

A continuación, se describirán algunos de estos ambientes de aprendizaje:

#### **IV.1 Laboratorios (físicos, virtuales y remotos)**

Un laboratorio es un espacio donde se pueden realizar diversas actividades, como la comprobación de fundamentos teóricos, la indagación y verificación de hipótesis, y que puede usarse desde un contexto de la enseñanza y/o de investigación.

Los laboratorios físicos (LF), son aquellos que cuentan con infraestructura y equipos, como mesas especiales, tubería para gas y agua (caso de laboratorios de ciencias naturales), equipos de medición (temperatura, pH, velocidad, etc.), equipos de electrónica y robótica (caso de laboratorios mecatrónica), etc.

Mientras que los laboratorios virtuales (LV), permite realizar lo antes mencionado, pero desde un enfoque virtual o digital, requiriendo únicamente un computadora o dispositivo móvil. Para vivenciar la experiencia estos laboratorios se invita al lector a visitar los siguientes sitios: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/new>, el cual ofrece diversas experiencias en Ciencias Naturales de forma virtual, que son gratuitas y suministradas por la Universidad de Colorado de Estados Unidos y <http://chemcollective.org>, que dispone de diversos laboratorios en el área de Química, ofrecidos por la National Science Digital Library (NSDL).

Por otro lado, están los laboratorios remotos que conceptualizan Arguedas, Concari, Conejo, Pérez & Herrero (2016) como aquellos que tienen equipos físicos que realizan los ensayos localmente, pero en los que el usuario accede en forma remota a través de una interfaz que está implementada mediante software, cuando citan a Marchisio, Lerro & Von Pamel (2010).

Es decir, similar al manejo de una simulación, con la diferencia que, en lugar de usar un software en su totalidad, se hace un uso mixto, entre equipo real de laboratorio (sensores, mecanismos, etc.) y un software, desde cualquier parte del mundo, previo el debido acceso de usuario dado; como bien resaltan Arguedas, Concari *et al.* (2016), en los LR el usuario realiza prácticas reales sin la necesidad de desplazarse a un recinto de laboratorio.

En general, la función del laboratorio ya sea físico, virtual o remoto, es la de potenciar la capacidad investigativa de quienes los usan, tanto estudiantes y profesores, acercando, sobre todo a los primeros, a experiencias que eventualmente podrían desarrollar en un contexto real, ya sea de investigación o laboral.

Algunas características generales de estos tres tipos de laboratorios son:

- Propician la implementación del método científico en los estudiantes.
- Desarrollan un aprendizaje autónomo en los estudiantes.
- Permiten simular condiciones reales, bajo un ambiente seguro y controlado.

Estructura y visualización:

En lo referente a su estructura, los LF, requieren espacio físico y equipos varios, los LV básicamente son entornos virtuales, con una interfase gráfica, que en su código de programación emula al fenómeno que se está analizando y al instrumental necesario para tomar los datos, mientras que los LR presentan una infraestructura física (similar a la de los LF), pero vinculada a un programa computacional, que permite la conexión y uso de más usuarios, que un LF convencional y en cualquier momento.

En el siguiente código QR se expone un ejemplo un de LR:



**FIGURA 2.** Código QR donde se expone un laboratorio remoto. Fuente: [4].

## IV.2 Ambientes de aprendizaje colaborativo

Como su nombre lo indica, este tipo de ambiente lo que busca es incentivar la colaboración entre los estudiantes, con un objetivo claro, buscar aprendizajes. Dillenbourg (1999) describe al aprendizaje colaborativo como una situación en la cual dos o más personas aprenden o tienen la tentativa de aprender juntos, al ser citado por Rodríguez (2016).

Basado en lo argumentado por Sánchez & Hernández (s.f.), algunas de las características de este ambiente son las siguientes:

- Los docentes motivan a los estudiantes en la formulación de preguntas, además ayudar y orientar a la adquisición de conocimientos, involucrando y motivando a los estudiantes.
- El conocimiento se distribuye, se comparte y se transmite entre todos los estudiantes a fin de lograr una comprensión compartida del tema.
- Los estudiantes no trabajan aisladamente, aprenden el valor del trabajo en equipo y dependen de otros para completar las tareas.

Estructura y visualización:

La estructura de este tipo de ambientes se basa en una redistribución de espacio, conjuntamente agregando muebles, adornos y colores en el aula o espacio destinado para el mismo. Además de pensar que integre espacios o secciones tanto para trabajo colaborativo como individual. El siguiente código QR remite a un video donde representa un ambiente de este tipo:



**FIGURA 3.** Código QR donde se expone un ambiente de aprendizaje colaborativo. Fuente: [1].

## IV.3 Colaboratorio

Cobo y Pardo (2007) resaltan que en esencia el término surge de la integración de las palabras colaboración y laboratorio, además de que fue popularizado por el exdirector general de la UNESCO Koichiro Matsuura. Ellos lo describen como un ‘centro sin paredes’, un punto de encuentro abierto a académicos, investigadores, estudiantes y público en general interesado en la conformación de espacios de aprendizaje en red, flexibles y participativos.

Basado en lo anterior es claro que este tipo de ambiente, lo que propicia es el intercambio de conocimientos y puntos de vista, similar al ambiente de aprendizaje colaborativo, solo que este permite la interacción de más actores en el proceso, además de los docentes y estudiantes.

Algunas características resaltadas por Cobo y Pardo (2007) son:

- Se fundamenta en la “regla de la reciprocidad” en la que se puede utilizar cuantas veces se quiera la información de otra persona, siempre que se haga referencia al autor original.
- Es la más fiel representación de la tecnología social en la cual el conocimiento humano potencia sus capacidades hasta multiplicarse de manera ilimitada al expandirse a través de las tecnologías digitales de interacción, como lo son los repositorios.
- Brinda la oportunidad de intercambio formal e informal de conocimiento.

Estructura y visualización:

Su estructura, puede ser física como digital, en el caso de la física, esta tiene que contar con recursos básicos de conexión a internet y de infraestructura como mesas, sillones, salas para conferencias y video conferencias, etc. La figura 4 es un código QR que remite a un video donde se expone un laboratorio físico:



**FIGURA 4.** Código QR donde se expone un laboratorio físico. Fuente: [2].

Para el caso digital, se debe disponer de la estructura básica, como lo son wikis, blogs, plataforma digital, que potencie el intercambio de ideas y conocimiento. El código QR siguiente dirige a un video que expone un ejemplo de este caso:



**FIGURA 5.** Código QR donde se expone un laboratorio desde plataformas digitales. Fuente: [3].

## V. HABILIDADES POTENCIADAS POR LA EDUCACIÓN STEM/STEAM

Son muchas las competencias que son potenciadas por la educación STEM/STEAM, conocidas como habilidades del siglo XXI, juegan en los estudiantes un rol crucial no solo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino en su desarrollo personal y laboral. Hoy no solo cuenta saber de las cosas, es importante también resolver problemas, comunicarse efectivamente, actuar colaborativamente, ser creativo, pensar críticamente, entre otras. Todo en función de las necesidades de la sociedad actual en la que vivimos, como indica Portillo (2017) las tendencias actuales en la cultura, en la sociedad, en la economía, en la tecnología y en la política demandan cambios en los sistemas educativos.

Por lo anterior, es urgente impulsar la educación STEM/STEAM en los sistemas educativos desde el preescolar hasta la secundaria e inclusive la universidad.

Portillo (2017) también resalta el concepto de habilidad, que desde su perspectiva se fundamenta en lo indicado por Clarke & Wich (2006) que tiene que ver con el “saber cómo”, Portillo (2017) continua, que se entiende que una persona tiene o no cierto grado de habilidad para realizar algo y que en el ámbito la laboral la habilidad se entiende como una combinación de conocimientos de materiales y procesos con destrezas manuales requeridas para lleva a cabo una actividad productiva.

En la figura 6 se resaltan algunas de habilidades del siglo XXI que se desarrollan en un proceso educativo mediado por educación STEM/STEAM:



**FIGURA 6.** Algunas de las habilidades del siglo XXI.

### V.1 Pensamiento crítico

Ennis (1985) citado por López (2013), concibe al pensamiento crítico como el pensamiento racional y reflexivo interesado en decidir qué hacer o creer. Es decir, por un lado, constituye un proceso cognitivo complejo de pensamiento que reconoce el predominio de la razón sobre las otras dimensiones del pensamiento. Su finalidad es reconocer aquello que es justo y aquello que es verdadero, es decir, el pensamiento de un ser humano racional, Ennis (1985) resalta que este tipo de pensamiento está orientado a hacia la acción.

Por lo anterior, no es de extrañar que sea indispensable fomentarlo en los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje, por medio de estrategias didácticas que impulsa la educación STEM/STEAM como el ABP, ABR y ABPy.

Dentro de las características de esta habilidad del siglo XXI hacia los estudiantes, Bezanilla, Poblete, Fernández, Arranz y Campos (2018) resaltan las siguientes:

- Orientado a la comprensión y resolución de problemas,
- Orientado a la evaluación de alternativas y a la toma de decisiones.
- Implica comprender, evaluar y resolver.
- Implica autoevaluación, pensar acerca del pensamiento (metapensamiento) y estar seguro de no pasar, sin fundamento suficiente, a conclusiones.

El pensamiento crítico, propicia más elementos en los estudiantes, como los mencionados por López (2013), cuando cita a Fancione (1990): preocupación por estar y permanecer bien informado, confianza en el proceso de indagación razonada, mente abierta para considerar puntos de vista divergentes al propio, flexibilidad para considerar alternativas y opiniones, entre otras.

## V.2 Creatividad

Ordóñez (2010) citado por Hernández y Alvarado (2015), define a la creatividad como la capacidad que tiene el ser humano de pensar cosas nuevas, y en la innovación, que es la capacidad de implementar dichas ideas de un modo diferente.

Para un proceso de enseñanza y aprendizaje es esencial la creatividad, como lo indica Elisondo (2015):

*“Es importante una mirada creativa de la educación, al menos, por tres motivos, por el impacto positivo que la creatividad tiene en la vida de las personas, por las posibilidades que generan de innovaciones educativas y, fundamentalmente, por la significatividad social de promover la creatividad en diferentes contextos, niveles y situaciones.”*

Algunas de sus características orientadas hacia los estudiantes como sujetos creativos, De La Torre (s.f.) citado por Contreras (2002):

- Originalidad: Capacidad de producir o crear para solucionar problemas.
- Flexibilidad: Habilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Fluidez: Habilidad para producir tantas ideas como sean necesarias.
- Elaboración: Aplicabilidad de elementos que enriquecen el producto.
- Pensamiento Divergente: Crear puntos de vista diferentes al del otro.

Dejar fluir la creatividad de los estudiantes, les permite que tengan libertad de desarrollar sus ideas, los reta a diseñar diversas situaciones que, con la guía del docente, hará más provechoso el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## V.3 Comunicación

La comunicación o competencia comunicativa como la llaman Bermúdez & González (2011), es definida por ellos como un compendio de saberes, capacidades, habilidades o aptitudes que participa en la producción de la convivencia y las relaciones interpersonales e intergrupales, ya que la coexistencia humana requiere la mediación de una eficaz comunicación. Básicamente como lo indica Pasquali (1972) cuando es citado por Bermúdez & González (2011) es un proceso de interacción en el que dos o más sujetos se reconocen como iguales, comparten experiencias, actúan con sentido de comunidad en función de un diálogo orientado a la construcción de acuerdos.

Bermúdez & González (2011) destacan algunas características:

- Tiene un carácter eminentemente estratégico, tanto en lo individual como en lo colectivo.
- Representa un requisito para entablar relaciones no solo saludables sino también productivas, que en el ámbito de las organizaciones contribuyen a sustentar el clima organizacional, el sentido de pertenencia y todos aquellos componentes que optimizan los procesos productivos.
- Es el resultado de la suma de varias competencias y subcompetencias, denominadas dimensiones (gramatical, sociolingüística, estratégica, cultural, etc.).
- Está sujeta al contexto, a las relaciones con los otros, al rol y a la posición social, lo que determina que su análisis debe hacerse con una visión interrelacionada de todos sus componentes.

Por lo anterior, la comunicación es fundamental para cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que fomenta en los estudiantes la capacidad de expresión y comportamiento, tanto de forma individual como grupal, permitiéndoles generar ambientes de aprendizaje más amenos y eficientes porque se mejora su actuar como un sistema organizado.

#### V.4 Alfabetización digital

García (2017) la define como el desarrollo de destrezas necesarias para ser usuario de la información digital. Básicamente tiene que ver con la manipulación y comprensión de los recursos que ofrecen las TIC, como páginas web, aplicaciones móviles, redes sociales, plataformas digitales de aprendizaje, programas computacionales, etc.; que en la educación STEM/STEAM y en muchos contextos educativos, así como de la vida cotidiana y laboral son utilizados.

Gros y Contreras (2006) mencionan características de la alfabetización digital, de las cuales se pueden destacar:

- Capacidad para realizar juicios de valor informados acerca de la información que se obtenga en línea, que se iguale al "arte del pensamiento crítico", la llave para "hacer valoraciones equilibradas que distingan entre el contenido y su presentación".
- Destrezas de construcción del conocimiento; construir un "conjunto de información fiable" proveniente de diversas fuentes, con la "capacidad de recoger y evaluar tanto el hecho como la opinión, de ser posible sin sesgo".
- Habilidades de búsqueda, esencialmente basadas en motores de búsqueda en internet.
- Gestión del "flujo de multimedia", utilizando filtros y agentes; creación de una "estrategia personal de información", con selección de fuentes y mecanismos de distribución.

Es claro que hoy en día, el uso eficiente de las TIC es de suma importancia, en muchos ámbitos de la vida (educativo, entretenimiento, laboral, etc.), y es por eso que la alfabetización digital es muy importante, ya que ayuda a reducir la brecha digital, sobre todo en estos tiempos que son los inicios de "la cuarta revolución industrial" o "industria 4.0", que es todo lo relacionado con el internet de las cosas (IoT).

#### VI. CONCLUSIONES

Los modelos de implementación definen como aplicar la educación STEM/STEAM, y los diferentes sistemas permiten ver el proceso como progresivo, modular y escalable.

La selección del modelo dependerá de los intereses y recursos tangibles e intangibles, disponibles en las instituciones educativas. Por otro lado, la sinergia que se vaya a dar con el currículo ya establecido por las políticas educativas respectivas.

En cuanto a las estrategias didácticas, estas deben desarrollarse en función del contexto educativo, siempre centradas en un objetivo claro. Existirán algunas más acordes con unos grupos que con otros, además, de que estas, deben ser bien seleccionadas en función del tema u objetivo del programa de estudio por enseñar, sobre todo, cuando va a ser mediado por educación STEM/STEAM.

Los espacios destinados como ambientes de aprendizaje son de suma importancia, ya que cumplen varias funciones, una es la de ser los lugares donde se va a desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje y otra, es la que ser lugares donde todos los participantes se sientan a gusto y cómodos, además, de ofrecer los requerimientos mínimos.

La educación STEM/STEAM junto con los elementos ya indicados en este artículo, potencia en gran medida las competencias del siglo XXI, ya que sus modelos implementación, las estrategias didácticas y los ambientes de aprendizaje que se recomiendan para desarrollarla, están pensados en promoverlas y desarrollarlas al máximo.

Es de suma importancia que, antes de iniciar un proceso de educativo mediado por la educación STEM/STEAM, se realice un minucioso estudio y análisis del contexto educativo, de la comunidad donde esta ubicada la institución educativa e inclusive del contexto familiar de los estudiantes. Además de un proceso de sensibilización y de articulación con todas las partes involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que no solo son los docentes y estudiantes, se debe tener claro, a los demás actores, que son los demás miembros de la comunidad educativa (directores, coordinadores, asistentes, conserjes, etc.), familiares de los estudiantes y demás miembros de la comunidad.

**REFERENCIAS**

- Arguedas, C., Concari, S., Conejo, M., Pérez, R. & Herrero, D. (2016). *El uso de un Laboratorio Remoto de mecánica en la enseñanza de la física en dos modalidades de educación superior*. Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 28, No. Extra, pp. 305-312. ISSN 2250-6101. Asociación. de profesores de Física de Argentina, Argentina. Recuperado de <https://bit.ly/2ZXsPkv>
- Bermúdez, L., González, L. (2011). *La competencia comunicativa: elemento clave en las organizaciones*. Revista Quorum Académico, Vol. 8, Núm. 1, pp. 95-110. ISSN: 1690-7582. Universidad del Zulia, Venezuela. Recuperado: <https://bit.ly/2rbhXSI>
- Bezanilla, M., Poblete, M., Fernández, D., Arranz, S., & Campo, L. (2018). *El Pensamiento Crítico desde la Perspectiva de los Docentes Universitarios*. Estudios Pedagógicos, Vol. 44, Núm. 1, pp. 89-113. [doi:10.4067/S0718-07052018000100089](https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000100089). Universidad Austral de Chile, Chile. Recuperado de <https://bit.ly/2H4Py6D>
- Botero, J. (2018). *Educación STEM, introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. ISBN 978-958-48-3788-2. STILO IMPRESORES LTDA. Colombia.
- Blanco, F., Sein-Echaluce, A. & García, F. (2017). *Aprendizaje Basado en Retos en una asignatura académica universitaria*. Revista Iberoamericana de Informática Educativa, Núm. 25, pp. 1-8. ISSN-e1699-4574. Universidad de la Rioja. España. Recuperado de <https://bit.ly/2ONyM2d>
- Castro, M., Morales, M. (2015). *Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares*. Revista Electrónica EDUCARE, Vol. 19, Núm. 3, pp. 1-32. EISSN:1409-4258. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.19-3.11>. Universidad Nacional. Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/2MY29MP>
- Cobo, G., Valdivia, S. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos*. Instituto de Docencia Universitaria. ISBN: 978-612-47489-4-3. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. Recuperado de <https://bit.ly/2MNPuvU>
- Cobo, C., Pardo, H. (2007). *Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food*. Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, ISBN 978-84-934995-8-7. Universitat de Vic. Flacso México. Barcelona / México DF. Recuperado de <https://bit.ly/2jXF7cN>
- Contreras, W. (2002). *El desarrollo de la creatividad y el aprendizaje significativo a través del uso de mapas conceptuales*. Sapiens, Revista Universitaria de Investigación, Vol. 3, Núm.1. ISSN: 1317-5815. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas. Venezuela. Recuperado de <https://bit.ly/33vekqd>
- Elisondo, C. (2015). *La creatividad como perspectiva educativa. cinco ideas para pensar los contextos creativos de enseñanza y aprendizaje*. Revista Electrónica: Actualidades Investigativas en Educación, Vol. 15, Núm. 3, pp. 1-23. E-ISSN: 1409-4703. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i3.20904>. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/2NORPnh>
- García, S. (2017). Alfabetización Digital. Revista Razón y Palabra, Vol. 21, Núm. 98, pp. 66-81. ISSN: 1605-4806. Universidad de los Hemisferios, Ecuador. Recuperado de <https://bit.ly/2Hk7HxE>
- Gros, B., Contreras, D. (2006). La alfabetización digital y el desarrollo de competencias ciudadanas. Revista Iberoamericana de Educación, Núm. 42. ISSN: 1022-6508. Recuperado de <https://bit.ly/2GIKlms>
- López, G. (2013). *Pensamiento crítico en el aula*. Docencia e investigación, Vol. 37, Núm. 22, pp. 41-60. ISSN: 1133-9926. Universitaria de Magisterio de Toledo, España. Recuperado de <https://bit.ly/331Lwp9>
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. Revista educativa Laurus, Vol. 14, Núm. 28. pp.158-180. ISSN: 1315-883X. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela. Recuperado de <https://bit.ly/2LPLBEI>



Ma San, J. (2013). *Diseño de elementos de máquinas I*. XXX Enciclopedia Virtual, Eumed. Recuperado de <https://bit.ly/2h1DEQN>

Morales, P. (2018). *Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante?* Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, Vol. 21, Núm. 2. pp. 91-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371> . Recuperado de <https://bit.ly/33q57iN>

Sánchez, D. (s.f.). *Estrategias didácticas para la educación STEM/STEAM*. Portal Educativo de Las Américas – Organización de los Estados Americanos. [Archivo PDF].

Sánchez, D., Hernández, C. (s.f.). *Ambientes de aprendizaje para la educación STEM/STEAM*. Portal Educativo de Las Américas – Organización de los Estados Americanos. [Archivo PDF].

Restrepo, B. (2005). *Aprendizaje basado en problemas (ABP), una innovación didáctica para la enseñanza universitaria*. Revista Educación y Educadores, Vol. 8, pp. 9-20. ISSN-e0123-1294. Universidad de la Rioja. España. Recuperado de <https://bit.ly/2XKobVJ>

Reyes, S., Carpio, A. (2018). *El Aprendizaje basado en retos, un modelo de formación corporativa. El caso Banorte*. Ponencia, XX Encuentro Internacional Virtual Educa Argentina 2018. Recuperado de <https://bit.ly/2YTqo0V>

Rodríguez, C. (2016). *Ambientes de aprendizaje colaborativo y creación colectiva en 3 week bside project experience*. Revista SOBRE: Prácticas artísticas y políticas de la edición, Núm. 2, pp. 9-24. ISSN-e2444-3484. Universidad de Granada. España. Recuperado de <https://bit.ly/2KGcQRx>

Portillo, M. (2017). *Educación por habilidades: Perspectivas y retos para el sistema educativo*. Revista Educación, Vol. 41, Núm. 2. ISSN: 0379-7082/ ISSN: 2215-2644 DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v41i2.21719>. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/33GH53s>

Página web:

Science Foundation Arizona (2017). *STEM Immersion Guide*. Arizon, USA.: STEM Immersion Guide. Recuperado de <http://stemguide.sfaz.org/stem-implementation-guide/>

Videos de YouTube:

[1](s.a.). [Edutopia]. (2013, agosto 13). *Remake Your Class Part 3: Exploring a Collaborative Learning Environment*. Recuperado de <https://youtu.be/MI17ynz8FG4>

[2](s.a.). [Foundation for Puerto Rico]. (2015, abril 14). *Colaboratorio*. Recuperado de <https://youtu.be/9IhH7MchcfM>

[3](s.a.). [RedCLARA-TV]. (2017, setiembre 12). *COLABORATORIO – 2017 (en español)*. Recuperado de <https://youtu.be/ZsiFDKBIFRg>

[4](s.a.). [Umbralés UNED]. (2018, agosto 20). *Experimentación Remota VISIR*. Recuperado de [https://youtu.be/h4URzC1\\_qCE](https://youtu.be/h4URzC1_qCE)