



Opiniones de profesores del Gran Área Metropolitana de Costa Rica acerca de la educación STEM/STEAM y de cómo implementarla en la enseñanza secundaria

Marco Vinicio López Gamboa
Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

ARTICLE INFO

Received: 13 enero 2021

Accepted: 15 abril 2021

Available on-line: 31 mayo 2021

Keywords: education,
STEM, STEAM,
implementation, opinions.

E-mail addresses:
marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr
mviniciopcn@gmail.com

ISSN 2007-9847

© 2021 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

A continuación, se presenta un estudio que resalta las opiniones de profesores de enseñanza secundaria de Costa Rica sobre la implementación de educación STEM/STEAM, la información fue recabada por medio de un cuestionario en línea a través de *Google Forms*. Bajo el marco de una serie de conferencias que se realizaron en varias ocasiones a diferentes grupos de profesores, en la cual se exponían aspectos como la concepción, formas de implementar y ambientes de aprendizaje que promueven a la educación STEM/STEAM, expresando sus opiniones sobre temas como estrategias didácticas hasta ambientes de aprendizaje que consideran factibles de utilizar en sus contextos educativos, así como limitaciones que existen al momento de considerar implementar este tipo de educación, entre otros aspectos.

Next, a study is presented that highlights the opinions of Costa Rican secondary school teachers on the implementation of STEM/STEAM education, the information was collected through an online questionnaire through *Google Forms*. Under the framework of a series of conferences that were held on several occasions to different groups of teachers, in which aspects such as the conception, ways of implementing and learning environments that promote STEM/STEAM education were exposed, expressing their opinions on topics such as didactic strategies to learning environments that they consider feasible to use in their educational contexts, as well as limitations that exist when considering implementing this type of education, among other aspects.

I. INTRODUCCIÓN

La educación STEM/STEAM es una tendencia educativa que en los últimos años ha incursionado en América Latina, y según cada contexto educativo, se suele utilizar el término STEM y/o STEAM, aunque esto puede variar, en función de los enfoques que se quieran potenciar. De ahí que, para implementarla se tengan que realizar ciertas consideraciones, tanto a nivel global como particular de cada institución educativa, por lo cual es de importancia conocer los criterios de los profesores de primera línea, para así identificar las necesidades del contexto educativo en el que se pretenda desarrollar.

II. SOBRE EDUCACIÓN STEM/STEAM Y SU IMPLEMENTACIÓN

La educación STEM/STEAM, se deriva de dos acrónimos del idioma inglés:

- STEM Science, Technology, Engineering and Mathematics.
- STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics.

Aunque también suelen utilizarse, pero en menor medida CTIM o CTIMA, correspondientes al idioma español: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática y Arte.

El STEM y STEAM son corrientes nacidas del siglo pasado, que ponen el acento en un pensamiento global, con la necesidad de analizar el mundo desde la perspectiva de la complejidad (Perales y Aguilera, 2020), promovidas en Estados Unidos, por la *National Science Foundation* (Fundación Nacional para las Ciencias), como indica Botero (2018), claramente con el fin de fomentar en los estudiantes el interés por estas disciplinas como lo plasman Rychen y Salganik (2006), y que todo individuo debe tener formación científica, tecnológica y matemática básica, para así obtener criterio para tomar decisiones, comprender fenómenos naturales y tecnológicos de su entorno.

Respecto a la educación STEM Perales y Aguilera (2020) indican que proviene de la transposición al ámbito educativo del movimiento STEM, que surgió con propósitos políticos. Dicho movimiento surge durante los años 90, como destaca Friedman (2005) promovido por la Fundación Nacional para las Ciencias debido a la poca repercusión social y educativa del momento. Mientras que la educación STEAM, desde la perspectiva de Yakman (2008), surge de la incorporación de las artes liberales, ese “*the arts*” generando así un aprendizaje integrado y creativo.

Existen diversos derivados del acrónimo como STREAM, con la “R” que hace referencia “*reading*”, STEAMW, con la “W” referente a “*women*”, que promueve la mayor participación de la mujeres, en esta tendencia. En fin, hay variedad de estas, que están en función de los objetivos e intereses de cada uno de sus promotores. Aunque la más popular o por lo menos la más usual es STEAM, para efectos de este artículo, se utilizará educación STEM/STEAM, para hacer mención de esta tendencia educativa, misma que se centra en dar un rol más protagónico al estudiante, además de promover las habilidades del siglo XXI, como pensamiento crítico, comunicación, trabajo en equipo, colaboración, entre otras, las cuales son esenciales hoy en día y muy requeridas en el contexto laboral, a la vez que son consideradas habilidades para la vida.

Referente a la implementación de la educación STEM/STEAM, existen cuatro modelos recomendados por *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), los cuales se describen a continuación:

TABLA I. Modelos de implementación de educación STEM/STEAM.

Exploratorio	Introdutorio	Inmersión parcial	Inmersión total
Correspondiente al desarrollo de actividades adicionales e independientes a la jornada ordinaria escolar, como los clubes de arte, ferias de ciencia, clubes de robótica, etc.	Corresponde al desarrollo de actividades propias STEM, complementarias a los programas de estudio y que se ejecutan en la jornada escolar sin formar parte de las pruebas de evaluación.	Corresponde a la integración de temas y actividades STEM en el plan de estudios, para cada nivel escolar, que se pueden ejecutar durante todo el periodo lectivo. Involucra contenido STEM al programa de estudio de una manera transversal e interdisciplinar.	Correspondiente a la incorporación de forma integral del STEM en los programas de estudio, de manera tal que determinan el currículo de la institución, de manera tal, que involucra a todo el personal como los funcionarios administrativos, profesores, etc.

Nota. Tomado de la *The Arizona STEM Network*, 2017.

Es recomendable al momento de considerar la implementación de alguno de estos modelos, hacerlo de forma gradual, comenzar por el exploratorio, hasta eventualmente llegar a implementar el de inmersión total, a partir de las experiencias y aprendizajes vivenciados a partir de los modelos anteriores.

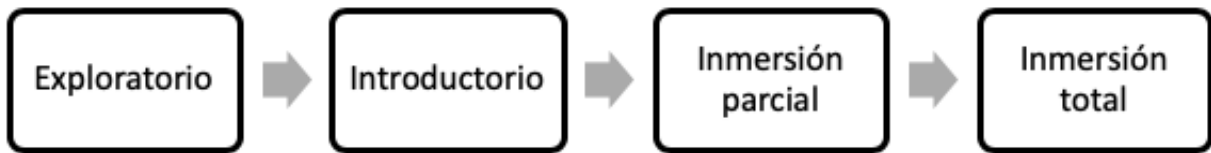


FIGURA 1. Orden sugerido para la implementación de los modelos de educación STEM/STEAM.

Claro está, teniendo en cuenta, los intereses y recursos tangibles e intangibles, disponibles en las instituciones educativas (López, Córdoba y Soto, 2020). Asimismo, considerar tanto el recurso humano, en el sentido de las colaboraciones de los profesores y de los funcionarios administrativos involucrados, como de infraestructura y recursos físicos con lo que se cuenta, para así, analizar experiencias, y tomar las consideraciones respectivas, para las futuras implementaciones. Respecto a esto, es importante destacar los principales actores que deben estar involucrados tanto en la educación STEM/STEAM como en cualquier proceso de innovación educativa, dentro del contexto de la institución educativa.

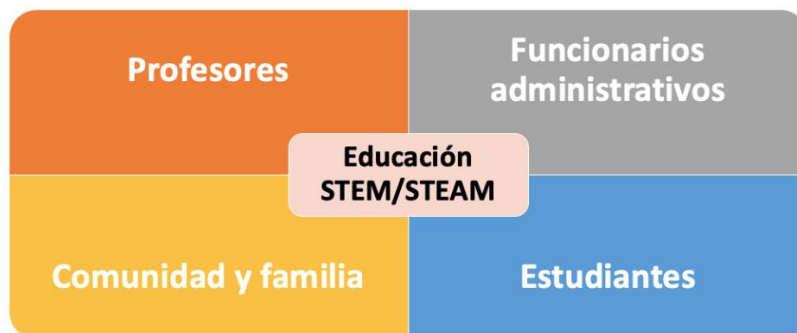


FIGURA 2. Actores principales en la educación STEM/STEAM.

Por supuesto, también hay que considerar otros actores, como lo serían las dependencias gubernamentales educativas, el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP), otras instituciones públicas como municipalidades, otros ministerios, universidades, además de la empresa privada; pero los más importantes son los expuestos en la figura 2, debido a que son los más cercanos a cada institución educativa.

III. METODOLOGÍA

Esta investigación se centra en un modelo mixto, ya que combina tanto componentes cualitativos como cuantitativos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), para obtener la información se utilizó un único instrumento, un cuestionario elaborado en *Google Forms*, que fue distribuido a los profesores mediante códigos QR o por correo electrónico, después de su participación a conferencias presenciales sobre educación STEM/STEAM. Asistieron aproximadamente 63 profesores de educación secundaria, todos del Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica, que abarca las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago; ya que las mismas fueron realizadas en diferentes localidades de la GAM,

durante octubre y noviembre de 2019 y entre enero y febrero de 2020. La figura 3 muestra parte de una de las conferencias realizadas, en un colegio en la provincia de San José:



FIGURA 3. Conferencia presentada a profesores de un colegio.

Las conferencias fueron gratuitas y las convocatorias se realizaron por medio de redes sociales como *Facebook* y *LinkedIn*, las mismas se centraron en dar a conocer a los profesores diferentes aspectos de la educación STEM/STEAM, como su definición, las formas de implementarse, entre otros, a través de una conferencia titulada: Educación STEM/STEAM: concepción e implementación. La cual desarrollaba aspectos como la definición y su concepción, modelos de como implementarla, así como estrategias didácticas y ambientes afines para su desarrollo y fomento, entre otros aspectos. En la figura 4, se muestra un código QR, que enlaza a un archivo “.pdf” de la presentación utilizada en las conferencias:



FIGURA 4. Archivo “.pdf” de la conferencia impartida a los profesores.

Dentro de las respuestas de los 63 profesores, destaca información básica como la zona en donde laboran, años que tienen de ejercer, entre otros aspectos de carácter administrativo, sin solicitar datos sensibles y personales, como su nombre o contactos de comunicación. Asimismo, este cuestionario estuvo conformado por tres partes:

- Información básica de la institución: conformada por 4 preguntas referentes a la institución educativa donde laboran los profesores, como su ubicación geográfica, modalidad, jornada horaria, entre otras.
- Información básica del docente: contiene 6 preguntas sobre datos de los profesores como su género, provincia de residencia, área del conocimiento que imparte, etc.
- Información sobre educación STEM/STEAM: abarca 10 preguntas sobre si los profesores tenían o no conocimiento sobre este tipo de educación, sobre estrategias didácticas, ambientes de aprendizaje asociadas a la misma, entre otras.

Se confeccionó con preguntas de selección única, de párrafos cortos como largos. Además, de casillas de verificación, se distribuyó por correo electrónico, como también en el lugar de las conferencias, a través de un código QR, como el de la figura 5:



FIGURA 5. Cuestionario de Google Forms aplicado a los profesores.

Los profesores de educación secundaria fueron en la gran mayoría laboran en el sector público, distribuidos en modalidades como la académica, académica-científica y la técnica, con rangos de edad variados, desde los 20 años hasta superar los 60 años. Asimismo, de asignaturas como estudios sociales, español, electrónica industrial, ciencias naturales, español, matemática, entre otras y con una experiencia laboral desde 1 año hasta los 20 años, como se plasma en la figura 6:



FIGURA 6. Distribución de profesores por años de experiencia.

IV. OPINIONES DE LOS PROFESORES

Las opiniones de los profesores destacan en esta sección en letra “Courier New”, y fueron obtenidas de las secciones del cuestionario “Información sobre educación STEM/STEAM”, conformada de 10 preguntas. A continuación, se muestran cada una de las preguntas y una recopilación de algunas de las respuestas de los profesores, algunas fueron distribuidas en tablas, con secciones como asignatura, años de experiencia y aspectos propios de cada pregunta. Por razones de espacio en el documento, no se colocaron las respuestas de los 63 profesores.

1. ¿Conocía previamente sobre educación STEM/STEAM? Sí o No. Si marco “Sí”, indique brevemente cómo.

De los 63 profesores que llenaron el cuestionario, 48 indicaron que “No” sabían sobre educación STEM/STEAM, mientras que 15 respondieron que “Sí”, algunas de las formas en que ya conocían sobre esta fueron las siguientes:

- Artículos que leí.
- Por medio de la expoingeniería.
- Pertenezco a la red de docentes STEAM.
- En la institución se motiva a realizar trabajos interdisciplinarios.

2. ¿Cuál de los modelos de implementación comentados, considera más fácil de aplicar en la institución educativa en la que labora? ¿Porqué?

La figura XX muestra un gráfico donde se aprecia la distribución de los profesores que indicaron sobre el modelo que consideran más fácil de aplicar:

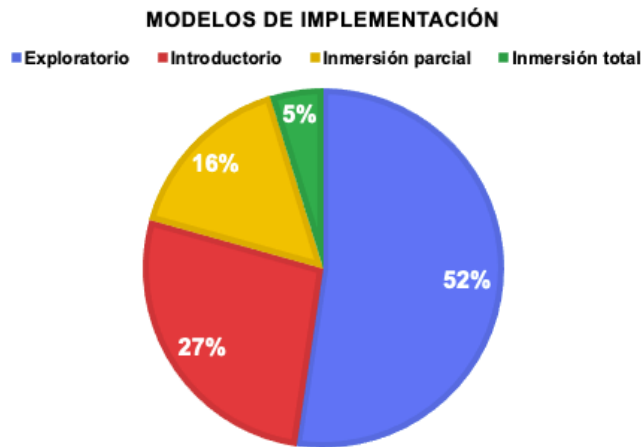


FIGURA 7. Distribución de los modelos de implementación seleccionados por los profesores.

Dentro de las razones por las cuales consideraban que ese modelo es el más apropiado sobresalen las siguientes:

TABLA II. Modelos de implementación que consideran más fáciles de aplicar y sus razones.

Asignatura	Sección de educación	Modelo de implementación	¿Porqué?
Ciencias Naturales (Física-Química-Biología) (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Académica (subvencionada)	Exploratorio	Siempre he creído que todo tiene un proceso. Y cada paso es importante. Facilita la adaptación y el aprendizaje, para todas las aristas.
Estudios Sociales (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Introdutorio	Porque la institución brinda facilidades para lograrlo, sin embargo por su carga académica y la dinámica de sus profesionales quizá es complicado para ya iniciar en un una inmersión parcial.
Estudios Sociales (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Académica (subvencionado)	Inmersión parcial	Ya existe una apertura en las distintas áreas para su aplicación, aunado a eso se cuenta con los insumos necesarios para darle pie a la propuesta.
Idioma extranjero (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria Académica (subvencionada)	Inmersión total	Estamos en esa etapa.

3. ¿Cuáles estrategias didácticas considera más factibles de aplicar en la institución educativa en la que labora? Puede marcar más de una.

- 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

¿Por qué?

Las respuestas fueron variadas e incluían varias de las alternativas, distribuidas de la siguiente forma: aprendizaje basado en proyectos 49 profesores, aprendizaje basado en el juego, 39, aprendizaje basado en problemas, 35, aprendizaje basado en retos, 26 y en indagación, 21, mientras que por el *Design Thinking*, 15 y 8 se inclinaron por diseño de ingeniería. Algunas de esas apreciaciones se muestran en la tabla 3:

TABLA III. Estrategias didácticas que consideran más fáciles de aplicar y sus razones

Asignatura	Sección de educación	Estrategias didácticas marcadas	¿Porqué?
Ciencias Naturales (Física-Química-Biología) (Menos de 1 año de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en el juego, <i>Design thinking</i>	Estas permiten poner en práctica conceptos y teorías aprendidas en clase. Además, dan herramientas más prácticas para lidiar con problemas diarios y problemas sociales. Favorecen abordajes más interdisciplinarios de la realidad y de las necesidades globales y locales.
Idioma extranjero (de 6 a 10 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en el juego	Yo enseño inglés y creo que es más factible con juegos y proyectos iniciar este sistema en mi aula.
Dibujo (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Técnica (subvencionada)	Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en indagación, <i>Design thinking</i> , Diseño de ingeniería	Facilidad de transmitir las ideas.
Electromecánica (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Técnica (subvencionada)	Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje basado en retos, Aprendizaje basado en proyectos,	Es adaptable a cualquier contexto.

Aprendizaje basado
en indagación

4. En su quehacer diario docente, ¿cuáles estrategias didácticas ha desarrollado? Puede marcar más de una.

- 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

¿Porqué?

En este caso, sobresalió el aprendizaje basado en proyectos con 46 profesores quienes manifestaron que la han desarrollado, así como 34 profesores se inclinaron por el aprendizaje basado problemas, en el juego 39, seguido de 22 en indagación y 19 en retos y solamente 3 profesores se inclinaron por el *Design Thinking* y diseño de ingeniería. Algunas de esas apreciaciones se mencionan en la tabla 4:

TABLA IV. Estrategias didácticas que han desarrollado y sus razones

Asignatura	Sección de educación	Estrategias didácticas marcadas	¿Porqué?
Estudios Sociales (de 16 a 20 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en el juego	Porque está de moda según las propuestas del MEP.
Español (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Académica (subvencionada)	Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en indagación	Esos son los que utilizamos.
Metalmecánica (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Técnica (subvencionada)	Aprendizaje basado en retos	Por medio de competencia generan mejor las prácticas.
Electrónica industrial (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Técnica (pública)	Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje basado en retos, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje basado en el juego	Jugar sirve para pensar mejor y resolver temas, como el internet de las cosas.

5. ¿Cuáles de los ambientes de aprendizaje comentados, considera más fácil de aplicar en la institución educativa en la que labora? Puede marcar más de una.

- Aula taller
- Espacio *maker*

- Colaboratorio
- Laboratorio físico
- Laboratorio virtual
- Laboratorio remoto
- Museos de ciencia y tecnología

¿Porqué?

Las respuestas se distribuyeron de la siguiente forma: 44 profesores consideraron que es más sencillo aplicar el aula taller, 26 los colaboratorios, 24 los espacios *maker*, 18 profesores se inclinaron por los laboratorios físicos y 19 por los virtuales, mientras que 5 por los remotos y finalmente 6 por los museos de ciencia y tecnología. Algunas de estas se exponen en la tabla 5:

TABLA V. *Ambientes de aprendizaje que consideran más fáciles de aplicar y sus razones.*

Asignatura	Sección de educación	de Ambientes de aprendizaje	de ¿Porqué?
Matemática (Más de 20 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Aula taller	Son las que más se ajustan.
Ciencias Naturales (Física-Química-Biología) (de 16 a 20 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Aula taller, Laboratorio físico	Ya hay un laboratorio en el colegio.
Idioma extranjero (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria Técnica (subvencionada)	Aula taller, Laboratorio virtual	Debido a las posibilidades que la institución brinda.
Agroindustria (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Técnica (subvencionada)	Aula taller, Espacio <i>maker</i> , Laboratorio virtual	Facilidad ejecución.

6. ¿Considera que la educación STEM/STEAM potencia las habilidades para el siglo XXI? Sí o No. ¿Porqué?

En esta pregunta, los 63 profesores respondieron afirmativamente, a qué la educación STEM/STEAM desarrolla habilidades como el pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación, etc.

7. ¿Cuáles de las habilidades del siglo XXI comentadas considera usted que se deben potenciar más en su contexto educativo? Puede marcar más de una.

- Creatividad
- Pensamiento crítico
- Pensamiento sistémico

- Manejo de información
- Alfabetización digital

En esta pregunta, 41 profesores marcaron a la creatividad como una de las habilidades del siglo XXI que más se deben potenciar en su institución, además 37 se inclinaron por el pensamiento crítico, mientras que 22 por el sistémico, así como 40 por la alfabetización digital y 32 por el manejo de información.

8. Indique qué otras habilidades del siglo XXI considera que se deben potenciar en su contexto educativo.

La tabla 6 que se presenta a continuación, contiene parte de lo recabado en las preguntas 6, 7 y 8.

TABLA VI. *Habilidades del siglo XXI que consideran que se deben potenciar y sus razones.*

Asignatura	Sección de educación	¿Porqué?	Habilidades del siglo XXI marcadas	Otras habilidades del siglo XXI sugeridas por los profesores
Estudios Sociales (de 16 a 20 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Tengo mis reservas... pero se puede aprovechar.	Creatividad, Pensamiento crítico, Pensamiento sistémico, Manejo de información, Alfabetización digital	Responsabilidad social...
Matemática (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Desarrolla habilidades para la vida.	Creatividad, Pensamiento crítico, Pensamiento sistémico, Manejo de información, Alfabetización digital	Diálogo y empatía.
Contabilidad (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria Técnica (pública)	Potencia habilidades blandas.	Creatividad, Pensamiento crítico, Pensamiento sistémico, Manejo de información, Alfabetización digital	Trabajo en equipo, comunicación.
Ejecutivo para Centros de Servicios (Más de 20 años de experiencia)	Secundaria Técnica (pública)	Es lo que se requiere actualmente, hay que potenciarlas.	Creatividad, Pensamiento crítico, Manejo de información	Innovación.

9. Indique cuál o cuáles serían las limitantes para implementar la educación STEM/STEAM en la institución educativa.

A continuación en la tabla 7, se muestran algunas de las limitantes que los profesores manifestaron:

TABLA VII. Limitantes para implementar la educación STEM/STEAM y sus razones.

Asignatura que imparte/experiencia	Sección de educación	Limitantes para la implementación
Ciencias Naturales (Física-Química-Biología) (de 1 a 5 años de experiencia)	Secundaria Académica-Científica (pública)	La disponibilidad de los profesores.
Matemática (de 6 a 10 años de experiencia)	Secundaria Académica (privada)	Resistencia de los docentes tradicionales y los jefes tradicionales.
Informática en redes (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria (pública)	Técnica Presupuesto.
Electrónica industrial (más de 20 años de experiencia)	Secundaria (pública)	Técnica Sería más un asunto de pensamiento.

10. De la siguiente lista, ¿utiliza algún recurso de tecnología educativa en sus clases? Puede marcar más de una.

- Apps educativas
- Redes sociales
- Robótica educativa
- Páginas web educativas
- Plataformas digitales de aprendizaje (*Moodle, Google Classroom, etc.*)
- Equipos de laboratorios de Ciencias Naturales
- Otras
- No utiliza ningún recurso tecnológico

Los siguientes fueron algunos de los recursos de tecnología educativa que los profesores indicaron que utilizan en sus clases:

TABLA 8. Recursos de tecnología que usan en sus clases.

Asignatura	Sección de educación	Recursos tecnológicos que utiliza en sus clases
Matemática (de 6 a 10 años de experiencia)	Secundaria Académica (privada)	Apps educativas.
Estudios Sociales (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria Académica (pública)	Apps educativas, Páginas web educativas, Plataforma digitales de aprendizaje (<i>Moodle, Google Classroom, etc.</i>).
Informática en redes (de 11 a 15 años de experiencia)	Secundaria (pública)	Técnica Apps educativas, Redes sociales, Robótica educativa, Páginas web educativas
Informática en desarrollo de software (de 16 a 20 años de experiencia)	Secundaria (pública)	Técnica Apps educativas, Páginas web educativas, Plataforma digitales de aprendizaje (<i>Moodle, Google Classroom, etc.</i>).

La pregunta 10, constaba de otras dos preguntas consecuentes:

Si marcó "otras", indique cuales:

Si marcó "No utiliza ningún recurso tecnológico", indique porqué:

Solamente un docente indicó en “otras” que utiliza las siguientes herramientas tecnológicas:

- Equipo de laboratorio virtual y plataformas Arduino.

Mientras que solo 2 indicaron que no utilizan ningún recurso tecnológico, manifestando lo siguiente:

- Porque mi materia es práctica, los estudiantes, seguro usan google u otros para buscar información de los trabajos pero no lo uso yo durante mis clases.
- No hay internet.

IV. ANÁLISIS DE LAS OPINIONES DE LOS PROFESORES

Realizando un análisis global de lo recolectado en el cuestionario, se tiene que el 76% de los profesores involucrados (48 de los 63) desconocía sobre la educación STEM/STEAM hasta el momento de las conferencias. Posteriormente, al ir conociendo sobre lo que era y en qué consistía este tipo de educación, fueron definiendo y emitiendo opiniones como, que el modelo de implementación “Exploratorio”, es el que consideran sencillo de ejecutar en su institución, siendo un 52% de los profesores, el que se inclinará por este modelo, contra 27% para el de “Introdutorio”, según la figura 7. Mientras que solo 16% y un 5%, se inclinaron por los modelos “Inmersión parcial” e “Inmersión total”, respectivamente, lo cual, es congruente, ya que son pocas instituciones que las que se encuentran o pueden considerarse que estén en estos modelos, basadas en las características expuestas en la tabla I. Por otra parte, es muy importante resaltar las apreciaciones de los profesores, sobre los modelos, como se exponen en la tabla 2, como en el caso de el “Exploratorio” que “...facilita la adaptación y el aprendizaje, para todas las aristas.”, de igual forma para el “Introdutorio”, se resaltó que estos, eran los ideales para comenzar con la implementación o que ya se encontraban en la misma (desde su perspectiva), resaltando además lo recomendado en figura 1.

Referente a las estrategias didácticas, en su mayoría los profesores resaltaron al aprendizaje basado en juego y en problemas como los más factibles de aplicar en sus respectivas instituciones, destacando opiniones como “estas permiten poner en práctica conceptos y teorías aprendidas en clase...”, “facilidad de transmitir las ideas”, entre otras expuestas en la tabla 3. De forma similar, estas dos estrategias, son las que más han desarrollado en su quehacer diario, destacando respuestas como “jugar sirve para pensar, mejor y resolver temas como del internet de las cosas”, según la tabla 4; este tipo de opiniones, resaltan que los profesores tienen claro, que estas actividades de clase, promueven un rol más activo en los dicentes. Además, de que buscan que una mayor facilidad y diversión durante el desarrollo de las mismas, haciendo más productivo y significativo el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual es claro que se potencia con otras dinámicas, seleccionadas por los profesores como el aprendizaje basado en la indagación y basado en retos. Por consiguiente, los espacios donde se desarrollan estos procesos son muy importantes, y en su mayoría indicaron, que los ambientes de aprendizaje más sencillos de aplicar en su contexto educativo actual, estaban las “Aulas taller”, las cuales promueven una dinámica más activa y participativa de los estudiantes, resaltando en declaraciones como “son las que más se ajustan” y “facilidad de ejecución”, como se muestra en la tabla

5, lo cual es positivo e importante que los profesores las consideren así, ya que, trata de demostrar, que para empezar a desarrollar este tipo de ambientes. Por consiguiente, lo primero es readecuar los espacios físicos con los que ya se cuenta y solo hacer algunas adaptaciones, no se debe pensar, que para empezar con actividades nuevas y novedosas, se requiere de equipo costoso y de alta tecnología, como muchos asocian a la educación STEM/STEAM, primero se debe comenzar con lo que se tiene, con acoplar las estrategias de clase y espacios físicos, con los recursos y contexto actual de cada institución educativa.

En lo que concierne a las habilidades del siglo XXI, ver tabla 6; todos los profesores afirmaron que la educación STEM/STEAM las promueve, resaltando opiniones como “desarrolla habilidades para la vida”, “es lo que se requiere actualmente, hay que potenciarlas”, siendo claros los profesores, que estas destrezas son indispensables no solo para el contexto laboral, sino, para el diario vivir de los estudiantes, y que deben ser desarrolladas y promovidas desde los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, de que estas agilizarían y potenciarían un mayor aprendizaje significativo en los estudiantes. Por otra parte, la mayoría de profesores seleccionó a la “creatividad” y al “pensamiento crítico”, así como a la “alfabetización digital” y “manejo de información” como las que más se deben potenciar en sus respectivos contextos educativos. De manera que, tiene sentido, ya que, estas habilidades, en el contexto actual de la sociedad en la que vivimos, son indispensables, debido a la necesidad de seres creativos que encuentren soluciones prácticas y sencillas para diversos retos laborales y sociales. Asimismo, se requiere de individuos críticos, que aporten soluciones y/o estrategias para mejorar y agilizar procesos de diversas índoles, además, en vísperas de lo que ya se vive, como lo es la cuarta revolución industrial, la alfabetización digital y el manejo de la información. Además de ser usuarios de la información y tecnología digital, deben aprender a entenderla y cuestionarla de buena manera, aunado, a la situación actual en la que se vive, de tanta información y su facilidad de adquirirla y crearla, sea esta veraz o no, de ahí que nuevamente la educación tiene un rol sumamente importante, en la preparación de los estudiantes ante estos nuevos retos o necesidades. Por último, en lo respecta a habilidades como “diálogo y empatía”, “trabajo en equipo, comunicación”, los profesores indicaron que deben fomentarse, como se aprecia también en la tabla 6, lo que reafirma que están conscientes de la necesidad que a través de los procesos educativos, no solo se debe promover el aprendizaje de contenidos de sus respectivas áreas del saber, sino, de este otro tipo de destrezas.

Dentro de las limitantes para implementar la educación STEM/STEAM que indicaron los profesores que se dan en sus respectivas instituciones educativas, como se muestra en la tabla 7, destacaron algunas como “presupuesto” y la “resistencia de los docentes tradicionales y los jefes tradicionales”, lo que da cabida a mencionar, que si bien es cierto, el presupuesto, es algo que puede limitar la implementación de esta tendencia o de cualquier otra innovación educativa, no debe ser un obstáculo, para iniciar. De ahí que, lo más adecuado al momento de promover una nueva iniciativa, es comenzar con lo se tiene, para eventualmente, considerar y conforme se desarrolla nuevas herramientas una posible inversión. Ante todo, el principal reto, está resumido en la segunda idea, esa resistencia de algunos profesores y/o funcionarios administrativos a nuevas tendencias educativas, ya sea por desconocimiento, por evitar salir de sus zonas de confort o porque lo asocian con

realizar trabajo adicional. Por una parte, la implementación de cualquier estrategia en cualquier proceso de cualquier índole, así como el educativo, inicialmente, puede ser un poco compleja o laboriosa, pero con el tiempo y con la integración de todas las partes involucradas, profesores, funcionarios administrativos y demás, se va ir facilitando y lo más importante es que se irá promoviendo y consolidando cada vez más.

En cuanto al uso de recursos tecnológicos, los profesores resaltaron de la lista dada, que utilizan sobre todo las *apps* educativas en su mayoría, otros también mencionaron plataformas digitales de aprendizaje. Como se puede apreciar con más detalle en la tabla 8, cosa que no es de extrañar, ya que las primeras, en su mayoría son de fácil obtención y gratuitas, considerando que los dispositivos móviles, sobre todo los *smartphones*, están presentes en el diario vivir de la mayoría de los estudiantes. De ahí que, implementarlos en sus procesos educativos puede ser más sencillo, y con respecto a las plataformas digitales, pues ya venían implementándose de forma parcial y/o gradual en las instituciones educativas, y ahora, y en vista de lo que se está viviendo con la pandemia del COVID-19, ya son cosa usual en la mayoría de las instituciones educativas, por lo que su uso, se esperaría sea aún mayor. Por consiguiente, el replanteamiento de los procesos educativos, no solo pensando en la educación STEM/STEAM, sino, en la situación actual de pandemia que se vive, ha llamado a la reflexión de todos, ha mostrado fortalezas y debilidades, en el caso de las últimas, como acceso a internet, computadoras, etc., que van a servir de indicadores, para buscar soluciones y alternativas diversas, para mitigarlas.

Finalmente destacar que muchas de las opiniones de los profesores, son independientes de sus años de experiencia, es decir que la mayoría coincide independientemente de la cantidad de años laborados.

V. APRECIACIONES FINALES

Se puede apreciar en las diferentes opiniones de los profesores, que la educación STEM/STEAM presenta tanto facilidades y limitaciones al momento de considerar su implementación. Además, es importante considerar siempre el contexto educativo en el que se encuentra inmerso cada profesor y su respectiva institución educativa, previo a implementaciones de cualquier tipo de innovación educativa. Por lo que, recabar información de recursos, infraestructura física, horarios de espacios, etc., es de vital importancia.

Asimismo, es conveniente considerar las necesidades de los estudiantes, ya que estos deben ser los más beneficiados, con cualquier cambio o modificación que se pretenda realizar en sus procesos de enseñanza y aprendizaje. Otro aspecto a considerar, es que no se debe pensar que para comenzar a implementar la educación STEM/STEAM se requiere de mucha inversión económica, ya sea en infraestructura física y/o equipos tecnológicos. También es importante resaltar, que aunque se tengan o no recursos, lo fundamental es la adecuada gestión de estos, sean nuevos o que ya tengan, además de la anuencia de los profesores, funcionarios administrativos y demás actores de la comunidad educativa, entiéndase familiares de los

estudiantes, miembros de la comunidad donde esta ubicada la institución educativa, empresas privadas e instituciones públicas

Por último, es fundamental visualizar e interiorizar a la educación STEM/STEAM como un catalizador de la interdisciplinariedad entre las diferentes asignaturas del currículo de educación secundaria, a fin de, no solo potenciar el interés de los estudiantes por las carreras STEM, sino, de prepararlos en las habilidades del siglo XXI y/o de la vida, que tanto está exigiendo la sociedad actual.

AGRADECIMIENTOS

A I.S. Corporación que a través de su división educativa NeuroAula promovió esta investigación.

REFERENCIAS

Botero, J. (2018). *Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Education Colombia. Colombia.

Friedman, T.L. (2005). *The World is flat. A brief history of the twenty-first century*. Farrar, Straus and Giroux.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGraw-Hill.

López, M., Córdoba, C. y Soto, J. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*. Latin American Journal of Science Education, 7(1). 12002.

Perales, F. J., y Aguilera, D. (2020). *Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción?* *Ápice. Revista De Educación Científica*, 4(1), 1-15.

Rychen, D.S. y Salganik L.H. (2006). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. Archidona (Málaga): Ediciones Aljibe.

The Arizona STEM Network. (2017). *STEM Immersion Guide*.

http://stemguide.sfaz.org/wp-content/uploads/2015/01/SFAz_STEM_ImmersionGuide1214.pdf

Yakman, G. (2008). *STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. Pupils Attitudes Towards Technology 2008 Annual Proceedings. Netherlands