

ARTICULO DE REFLEXIÓN

Educación STEM en ambientes formales y no formales de aprendizaje: buenas prácticas y estrategias de éxito

Autor
Ingeniero
Carlos Alberto Ávila Ruiz
cavila@campestre.edu.co
Gimnasio Campestre, Bogotá, Colombia

Resumen

Luego de tener la oportunidad de participar en varias instituciones educativas como profesor e integrador de tecnología y en startups de innovación como director académico y de operaciones, creo oportuno poder compartir algunas observaciones, estrategias y datos relevantes entorno a estas experiencias que tienen dos categorías importantes, por un lado están los ambientes estructurados y formales de aprendizaje como lo son los colegios y por el otro los ambientes no formales que tienen características particulares en el desarrollo del aprendizaje. La reflexión no pretende cualificar como mejor o peor alguno de los dos escenarios sino por el contrario como un complemento importante en el despliegue de la educación STEM a nivel nacional.

Palabras clave: *Tecnología, Habilidades, Aprendizaje, STEM*

Abstract

After having the opportunity to participate in various educational institutions as a professor and technology integrator and in innovation startups as academic and operations

director, I think it is opportune to be able to share some observations, strategies and relevant data around these experiences that have two important categories: First there are on the one hand, there are structured and formal learning environments such as schools and, non-formal environments that have particular characteristics in the learning development. The reflection does not intend to qualify as better or worse one of the two scenarios but on the contrary as an important complement in the deployment of STEM education at a national level.

Keywords: Technology, Skills, Learning, STEM.

Introducción

En medio de los abruptos cambios de la cuarta revolución industrial, la economía global incrementa el déficit de mano de obra cualificada en el desarrollo de tecnologías emergentes que están transformando todas las industrias. Este fenómeno afecta de manera directa los proyectos de vida de aquellos ciudadanos que pretenden incorporarse al siglo XXI con las habilidades necesarias para ser competentes a nivel profesional y a su vez esta necesidad plantea nuevas formas de repensar la manera en que se enseñan las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. A continuación, se ejemplifican algunos modelos de referencia sobre educación STEM con prácticas que permiten que el aprendizaje sea significativo y que deberían ser consideradas al momento de iniciar el desarrollo de proyectos educativos en el tema.

La imperativa necesidad de mano de obra calificada en STEM para el 2030

Los procesos de sistematización y automatización tanto de la información como de procesos productivos, respectivamente, están transformando rápidamente el espectro laboral y no es un secreto que muchas profesiones seguirán desapareciendo para dar paso a nuevos roles. En la actualidad mencionar que se vive como youtuber, analista de bigdata, community manager, desarrollador de aplicaciones móviles o conductor de uber es normal y cotidiano, pero mencionar que alguien es Growth Hacker, IoT Developer, Social Media Specialist, entre otros oficios aún es incomprensible y según el Foro Económico Mundial en su reporte del futuro de los trabajos de 2018, muchos empleos entorno al manejo de los datos seguirán apareciendo y el déficit de mano de obra calificada aumentando.

Es así que según Botero (2018), la educación STEM aparece en el escenario a principios de los noventa bajo premisas de integración disciplinar y en contextos educativos universitarios que ganaron espacio en políticas gubernamentales alrededor de diferentes potencias mundiales y que han aportado significativamente a mejorar el crecimiento económico sostenible alrededor del mundo y que justifica la razón de una mirada profunda desde la pedagogía educativa sobre las modificaciones metodológicas y curriculares que deben darse en los ambientes escolares para promocionar generaciones acordes a las realidades laborales globales.

Lo anterior implica la importancia de un modelo educativo que desarrolle habilidades para la solución de los problemas complejos que tenemos actualmente y que serán aún más complejos en el futuro, implica además abordar los procesos de ingeniería como escenarios de aplicabilidad del conocimiento intangible en otras disciplinas cuyos importantes conceptos teóricos suelen no propiciar la motivación por aprender. En otras palabras, la educación STEM propende por motivar la curiosidad científica y tecnológica mediante la conexión práctica entre la matemática y los procesos de ingeniería, permitiendo desarrollar tempranamente habilidades de competencia profesional necesarias para el siglo XXI.

1. Educación STEM en ambientes formales, el diseño curricular y la interdisciplinariedad

Bajo el contexto de la institucionalidad es el diseño curricular la base para el despliegue de toda iniciativa que pretenda desarrollar cualquier tipo de competencia en el modelo educativo. Esto hace que una vez que una institución escolar se interese por iniciar procesos de educación STEM comience por una mirada hacia las asignaturas implicadas y la cantidad de horas que tienen para tal fin. También por el liderazgo del equipo de trabajo que asumirá la responsabilidad de la implementación.

Una primera instancia en ambientes de educación privada está relacionada a mantener los modelos pedagógicos que rigen el PEI (Proyecto Educativo Institucional) y que el implementar nuevas estrategias de enseñanza, deben estar acordes a estos lineamientos, por lo tanto, cada colegio construye de manera personalizada su modelo de educación STEM. Algunos ejemplos de estas soluciones pueden observarse en los programas académicos del

Colegio San Mateo Apóstol, Colegio Bilingüe Buckingham, Gimnasio Campestre y Abraham Lincoln en la ciudad de Bogotá, por mencionar algunos.



Figura 1.1. Proyectos del “Taller de Tecnología” construidos por estudiantes usando programación gráfica en microcontroladores en el 2005 en el Colegio San Mateo Apóstol.



Figura 1.2. Actividades del “Torneo de Robótica RoboBuck” construidos por estudiantes usando Lego Education en el 2014 en el Colegio Bilingüe Buckingham.



Figura 1.3. Proyectos del programa “STEM Lincoln Project” de los estudiantes de primaria en el 2017 en el Colegio Abraham Lincoln



Figura 1.4. Actividades STEAM del “Science Camp” de los estudiantes de primaria en el 2019 en el Gimnasio Campestre

El interés por mejorar las prácticas educativas en educación se ha incrementado con el auge de tecnologías emergentes en el aula, tal como la aparición de la plataforma Arduino en el 2003 y que se ha popularizado para el aprendizaje de la robótica, mecatrónica y la electrónica, permitiendo ser una solución en proyectos de integración para el Internet de las Cosas (IoT), entre muchos otros usos.

El otro componente que surge al iniciar una implementación curricular de educación STEM es sin duda alguna la interdisciplinariedad, ya que dada la naturaleza de esta iniciativa es evidente que los departamentos académicos de Matemáticas, Ciencias Naturales, Tecnología e Informática, incluso las Artes, den una mirada hacia el trabajo conjunto, para ello cada instancia tiene propósitos definidos y que luego los estudiantes pueden establecer sus propias conexiones del conocimiento. Según el Consejo Nacional de Investigación de las Academias Nacionales (National Research Council of the National Academies, NRCNA) y el Consejo de Jefes de Escuelas Estatales del Estado (Council of Chief State School Officers, CCSSO) de Estados Unidos, existen específicas conexiones de las prácticas en STEM que pueden ser implementadas en diferentes modelos de integración.

Ciencias	Ingeniería	Tecnología	Matemáticas
Hacer preguntas	Definir problemas	Ser consciente de la variedad de sistemas tecnológicos de los cuales depende la sociedad	Encontrar sentido a los problemas y perseverar en resolverlos
Desarrollar y utilizar modelos			Modelar con matemáticas
Planear y conducir investigaciones		Aprender a utilizar nuevas tecnologías	Utilizar estratégicamente

		en la medida que estén disponibles	herramientas apropiadas
Analizar e interpretar datos			Esmerarse por ser preciso
Usar matemáticas y pensamiento computacional		Reconocer el rol que juega la tecnología en el avance de la ciencia y la ingeniería	Razonar de manera abstracta y cuantitativamente
Construir explicaciones	Diseñar soluciones		Buscar y hacer uso de estructuras
Involucrarse en la discusión basándose en la evidencia		Tomar decisiones debidamente sustentadas sobre la tecnología dada su relación con la sociedad y el medio ambiente	Construir posibles argumentos y criticar el razonamiento de otros
Obtener, evaluar y comunicar la información			Buscar patrones de cálculo y aplicar métodos generales o automáticos

Tabla 1.1 (NRCNA, 2012), (CCSSO, 2017), (Vasques, Snaider, Comer, 2013)

El alcance de las asignaturas implicadas en el proceso de implementación presenta varias perspectivas en donde es posible combinar asignaturas y escenarios los cuales presentan un mayor o menor grado de integración (Bybee, 2013); por ello se puede estructurar estas perspectivas para clarificar el concepto de educación STEM.

Silos y Huecos

Esta perspectiva hace referencia análoga a la forma en la que se almacenan los granos, los silos permiten conservar los granos de forma separada, esto se refiere a tener cuatro asignaturas, pero solo dos de ellas incluyen un contenido apreciable, las otras dos no

tienen o son escasos los contenidos apreciables, esta perspectiva implica que no hay ningún nivel de integración.

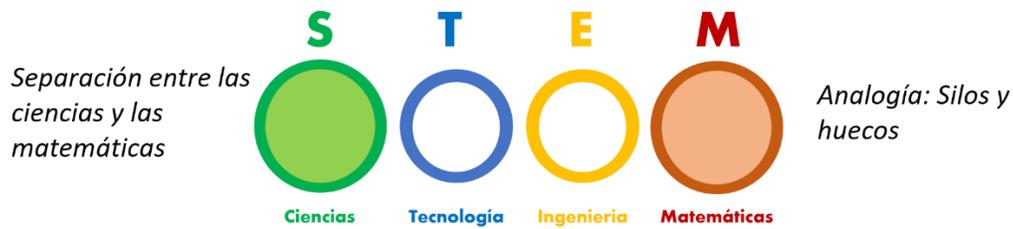


Figura 1.5 Perspectiva de silos y huecos según Bybee,2013, p 75

Asignatura Líder

Esta forma de integración implica que una de las asignaturas tiene sólidos contenidos y prácticas y contiene a las otras asignaturas, también debemos tener en cuenta que la ingeniería es la que brinda procesos de diseño, esta perspectiva es un primer nivel de integración.

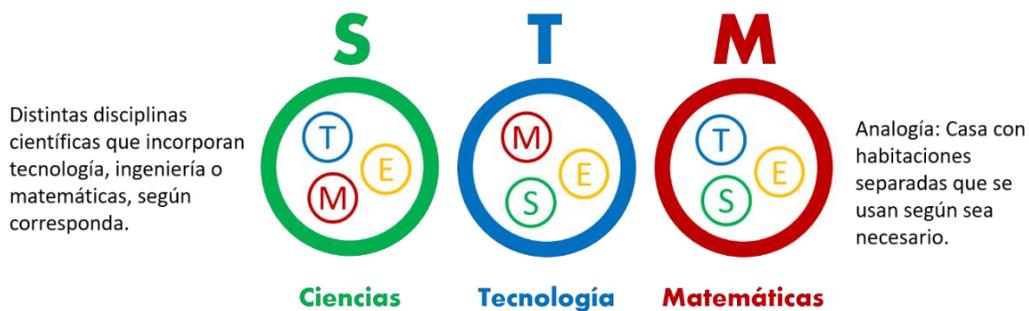
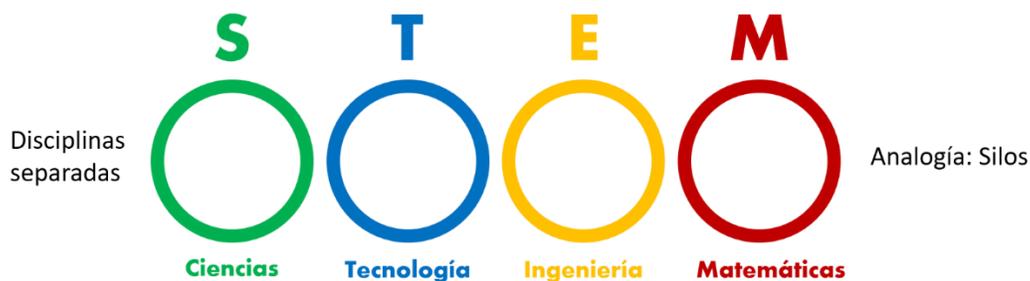


Figura 1.6 Perspectiva de asignatura líder según Bybee,2013, p 75

Silos

Es la forma de enseñar asignaturas de manera separada o lo que puede definirse como S.T.E.M. es la más común de encontrar en los colegios, en donde ciencias y matemáticas son asignaturas clásicas llevan su plan de estudio por separado y sus proyectos de divulgación también, donde tecnología se presenta como cursos de informática, robótica y diseño y es la que logra algún grado de integración.



Aunque la representación muestra los silos como iguales, este no suele ser el caso, especialmente cuando se consideran los requisitos para la graduación de la escuela secundaria.

Figura 1.7 Perspectiva de silos según Bybee,2013, p 76

Interconexiones con otras asignaturas

Esta perspectiva se presenta cuando ciencias y matemáticas son dictadas de forma separada y se conectan por medio de la tecnología o ingeniería en proyectos que implican diseño y procesos de ingeniería lo cual permite evidenciar las bondades de la educación STEM en cierto grado de integración, sin embargo, aún bajo esta perspectiva no se desarrollan completamente las prácticas mencionadas en la tabla 1.

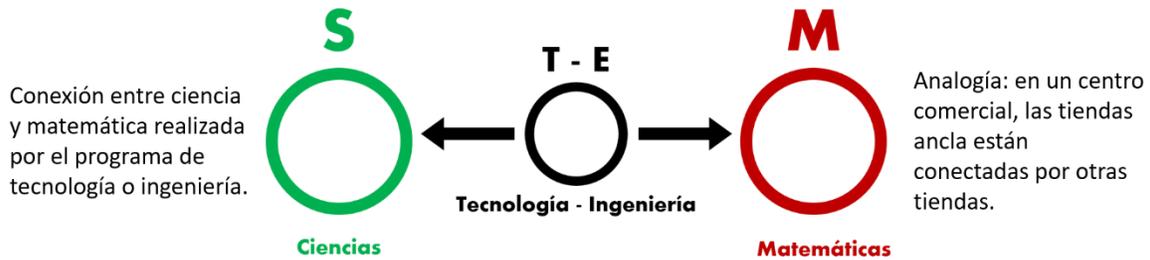


Figura 1.8 Perspectiva de interconexiones según Bybee,2013, p 77

Coordinación

Un recurso muy usado por docentes es solicitar la colaboración de otras asignaturas como apoyo en la profundización de conceptos, por ejemplo un profesor de ciencias está trabajando el tema de sistema solar y requiere que refuercen su aprendizaje en matemáticas para temas de escalas y proporciones, coordinan las actividades puntuales que complementarán esta propuesta, los beneficios son evidentes pero no existe un nivel de integración real en estas asignaturas, dado que los profesores no tienen un nivel pleno de conocimiento de los contenidos que sus colegas dictan.

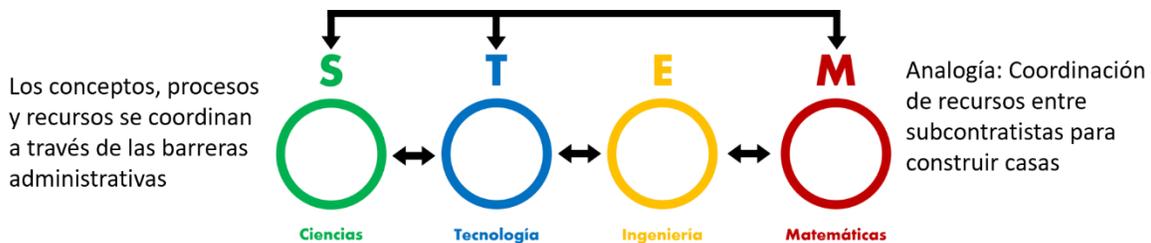


Figura 1.9 Perspectiva de coordinación según Bybee,2013, p 77

Combinación

Esta perspectiva supone la intención de crear un programa especial y paralelo al plan de estudios que complemente y refuerce los conocimientos de las asignaturas que tienen su propio plan de estudios a nivel curricular y que permite a los estudiantes participar activamente en procesos de diseño en ingeniería.

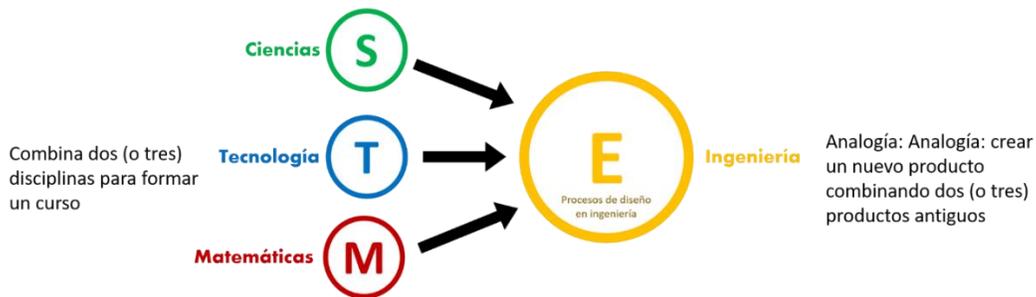


Figura 1.10 Perspectiva de combinación según Bybee,2013, p 78

Superposición

Se presenta cuando las asignaturas se superpongan entre sí, por ejemplo, en el momento que se define un proyecto de investigación que busca responder a una pregunta de ciencias o resolver un problema de diseño de tecnología, los estudiantes pasan por las asignaturas como por una línea de producción y van adquiriendo elementos de forma holística.

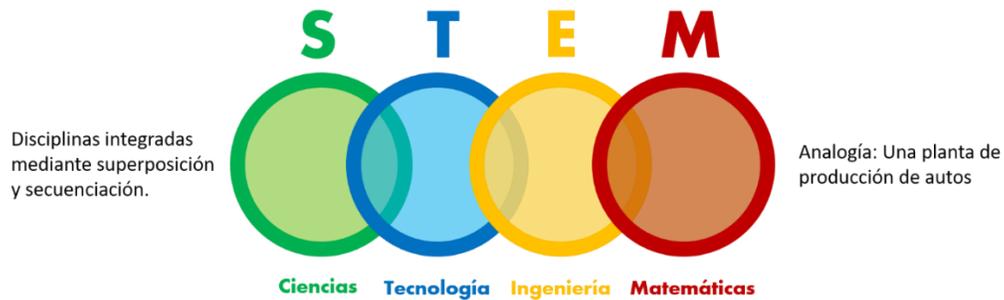


Figura 1.11 Perspectiva de superposición según Bybee,2013, p 79

STEM significa un programa transdisciplinario

Cuando los docentes y directivos han observado los beneficios de la educación STEM pueden lograr este nivel de integración transdisciplinario a través de proyectos que presentan al estudiante problemas de la vida real y que responden a problemas urgentes de la sociedad, así no solo se integran asignaturas STEM sino es posible que se sumen artes, sociales, lenguaje, etc.



Figura 1.12 Perspectiva de transdisciplinariedad según Bybee,2013, p 79

La intención de presentar los anteriores modelos no es validar la opción correcta sino más bien ayudar a la comunidad de educadores comprometidos en reformas educativas basadas en educación STEM.

2. Educación STEM en ambientes no formales, rutas de aprendizaje y programas no estructurados

Si bien los entornos formales presentan a las comunidades la rigurosidad de seguir un camino claramente delimitado por estándares, métodos y estrategias comprobadas por reconocidos líderes educativos, siempre existe una brecha motivacional entre lo que quieren enseñar las escuelas y lo que los estudiantes quieren aprender.

Por ende, aquellos espacios de aprendizaje fuera de la escuela cobran un significado trascendente en los proyectos de vida de las personas ya que es la motivación intrínseca la que lleva a un estudiante invertir de su tiempo libre en aprender alguna disciplina, y por esa causa es que la educación STEM también ha ganado un espacio importante en programas extracurriculares, cursos vacacionales, campamentos de verano o programas de homeschooling.

En los últimos 10 años en Colombia comenzaron a aparecer ejemplos de esta revolución educativa que fueron los precursores a los ambientes formales, y cuyas experiencias significativas impulsaron a los investigadores nacionales a dar una mirada a este fenómeno.

Programas como los que proponen startups como Arukay, Pixieminds o Ingenio en la ciudad de Bogotá, muestran temáticas de ingeniería para niños, programación, robótica, diseño gráfico o desarrollos de realidad virtual entre otros de sus planes para propuestas de cursos vacacionales, talleres de fin de semana, convenios B2B y extracurriculares tercerizadas en colegios. Además, otras iniciativas gubernamentales como lo que ocurre en la ciudad de Medellín en cabeza de Ruta N con el programa “Interchange” en donde los estudiantes de más de 19 comunas pueden participar en un programa de innovación en nanotecnología con la Universidad de Purdue y repensar sus realidades socio-culturales es parte de la transformación en Ciencia y Tecnología que a nivel nacional.



Figura 2.1 Actividades de Cursos Vacacionales, StartUp Arukay, Bogotá, 2016



Figura 2.2 Actividades del programa Interchange, Ruta N, Medellín, 2016

Una de las temáticas más relevantes es sin duda alguna la programación y el desarrollo de aplicativos móviles, no solo por su gran importancia en la economía digital sino porque el aprender a programar desarrolla habilidades de pensamiento que facilitan el aprendizaje en otras áreas, y que además permiten construir nuevas de comunicación más allá de la escritura convencional, *“I see coding (computer programming) as an extension of writing. The ability to code allows you to “write” new types of things – interactive stories, games, animations, and simulations. And, as with traditional writing, there are powerful reasons for everyone to learn to code.”*, Resnick (2013)

La importancia de los programas extraescolares basados en STEM tiene tal relevancia que solo en Estados Unidos el 53% de los padres de familia considera importante involucrar a sus hijos en esta temática como uso del tiempo libre.

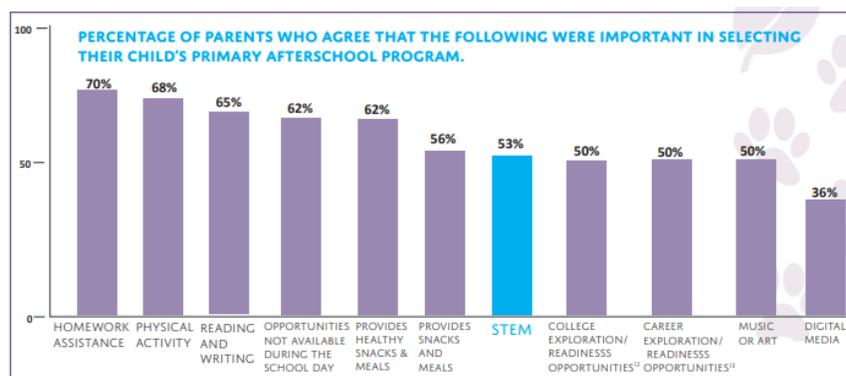


Figura 2.3 Porcentajes de padres que seleccionan actividades extraescolares, After School

Alliance, 2015

El reporte del Afterschool Alliance, “Full STEM Ahead: Afterschool Programs Step Up as Key Partners in STEM Education” explica que a pesar de que muchos padres de familia consideran que los programas STEM son abordados en los programas curriculares de las escuelas, el factor determinante es que sus hijos se divierten mientras aprenden y este es el gran diferencial con respecto a otras temáticas en este tipo de programas.

La educación STEM resulta tan esencial e inspiradora que incluso a quienes hemos participado en el proyecto educativo fundado por otros, nos reta a tener iniciativas propias, a plantear nuevas formas de enseñar y ver la vida a través de la óptica científica y tecnológica, por ello un último ejemplo es el emprendimiento personal, el tener una iniciativa que permita a las familias compartir tiempos libres de calidad de padres e hijos alrededor de excusas tecnológicas es uno de los propósitos de la startup “Momentum” la cual busca dar un significado a la experiencia STEM para diferentes roles mediante el proceso del juego creativo en donde inspirar, imaginar, construir, jugar y compartir son la secuencia para el desarrollo de toda la propuesta de actividades de esta compañía.

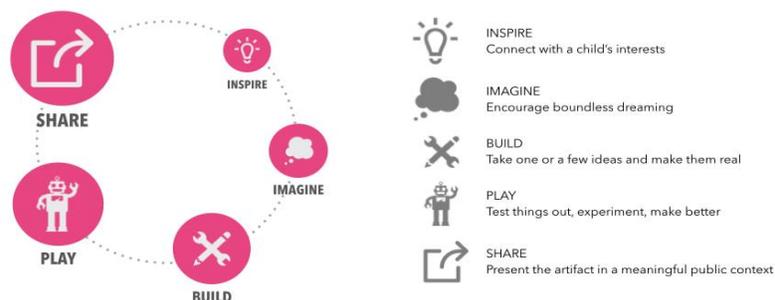


Figura 2.4 Proceso del juego creativo, Imagination, 2013



Figura 2.5 Actividades de emprendimiento propio, Momentum, Bogotá, 2018

Conclusiones

La educación STEM está ganando relevancia en ambientes formales y no formales de aprendizaje porque su naturaleza lúdica y pragmática, permiten motivar no solamente a los actores principales de su proceso que son los estudiantes, sino que además son los profesores, talleristas, instructores y directivos quienes pueden observar las bondades de la exposición de temas de última generación a toda una comunidad académica. Es un ganar-ganar pues toda la inversión en recursos humanos y materiales para desarrollar este tipo de iniciativas tiene sus utilidades a corto, mediano y largo plazo, haciendo que cada vez más estudiantes que tienen la posibilidad de participación en estos programas, puedan plantear sus proyectos de vida alrededor de carreras STEM.

Referencias

Ávila, C. y Barragán, A. Educación STEM una ruta hacia la innovación [Online]
<http://als.edu.co/revistaticals/index.php/ticals/article/view/54/33> [Visto el 26 Ene.
2019]

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

Bybee, R. (2013). The case for STEM Education challenges and opportunities

Full STEM Ahead: Afterschool Programs Step Up as Key Partners in STEM Education
(Sept 2015), After School Alliance [Online]
<http://afterschoolalliance.org/AA3PM/STEM.pdf> [Visto el 24 Ene. 2019]

Imagination Foundation, Power of Creative Play [Online] <http://imagination.org/why-creativity/power-of-creative-play/> [Visto el 24 Ene. 2019]

National Research Council of the National Academies, (2012), A Framework for K-12
Science Education, Practices, Crosscutting Concepts, and core ideas, 2012 National
Academies Press

Resnick, M. (2013) Learn to Code, Code to Learn [Online]
<https://web.media.mit.edu/~mres/papers/L2CC2L-handout.pdf> [Visto el 24 Ene.
2019]

The future of Jobs across regions [Online] <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/the-future-of-jobs-across-regions/> [Visto el 24 Ene. 2019]

Sobre el autor

Carlos Alberto Ávila Ruiz es Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Colombia, es integrador de medios del departamento de Medios, Información y Tecnología (MIT) del Gimnasio Campestre. Ha impartido tecnologías de la información y las comunicaciones, robótica, telemática, automatización y programación de software y hardware en los mejores colegios de Bogotá. Es un apasionado de la innovación en la educación. Miembro del grupo de investigación docente del Gimnasio Campestre y representante del grupo TEB. Es CEO de Momentum, una startup EdTech basada en STEM que inició en 2017.

