

# Aplicación de metodología MAKER y STEAM como catalizador para el desarrollo de proyectos de nano-satélites con aplicaciones a la exploración espacial en Brasil.

Borges de Souza, Aline.<sup>1(\*)</sup>; Davila Montenegro, Edwar.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Hermosillo: TSU en Manufactura Aeronáutica,  
Área Maquinados de Precisión, Hermosillo, México.

<sup>2</sup>FUFPI (Fundação Universidade Federal do Piauí): Centro de Tecnología, Brasil.

**Resumen:** el dominio de las tecnologías aeroespaciales es de fundamental importancia para el desarrollo de un país, sin embargo, es un área de conocimiento que se encuentra subvalorada en Brasil, especialmente en las regiones Norte y Noreste. El presente artículo es una narración experimental sobre un trabajo desarrollado durante tres años con un grupo de estudiantes de nivel secundaria pertenecientes al sector de escuelas públicas de la ciudad de Teresina-Brasil. El objetivo de esa investigación fue introducir a los estudiantes a las metodologías STEAM y MAKER con énfasis en el desarrollo de pequeños proyectos con aplicaciones en la exploración espacial. La eficiencia de estas metodologías puede comprobarse por los resultados obtenidos en los diversos concursos científicos en los que participaron los referidos estudiantes del año 2020 a 2021.

**Palabras clave:** STEAM, MAKER, OBSAT, LASC, PCOE.

Recibido: 20th de junio de 2022. Aceptado: 1 de agosto de 2022

Received: June 20th, 2022. Accepted: August 1st, 2022

## Application of MAKER and STEAM methodology as a catalyst for the development of nano-satellite projects with applications to space exploration in Brazil

**Abstract:** the domain of aerospace technologies is of fundamental importance for the development of a country, however, it is an area of knowledge that is undervalued in Brazil, especially in the North and Northeast regions. This article is an experimental narrative about a work developed over three years with a group of high school students belonging to the public school sector of the city of Teresina-Brazil. The aim of this research was to introduce students to STEAM and MAKER methodologies with emphasis on the development of small projects with applications in space exploration. The efficiency of these methodologies can be verified by the results obtained in the different scientific competitions in which the aforementioned students participated.

**Keywords:** STEAM, MAKER, OBSAT, LASC, PCOE.

---

(\*)[a20319001@uthermosillo.edu.mx](mailto:a20319001@uthermosillo.edu.mx)

## 1. INTRODUCCIÓN

Si bien en los últimos años ha surgido el nombre de metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics), sus inicios se remontan inclusive hasta hace más de tres décadas. STEAM es un curso interdisciplinario que incorpora el arte (arte and design thinking) en la denominada STEM y tiene como objetivo mejorar las habilidades de pensamiento crítico y creatividad de los estudiantes. Teniendo su soporte principal en las matemáticas y las ciencias, es un conjunto de disciplinas orientadas al descubrimiento que busca resolver problemas prácticos con los métodos propios de la ingeniería o el diseño de este modo explorando el restablecimiento de la educación artística y animando a los estudiantes a encontrar soluciones creativas, del mismo modo que el movimiento CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), el movimiento STEM también ha experimentado evoluciones en su acrónimo. Autores como Land (2013) y Maeda (2013) manifiestan la oportunidad de integrar las artes en la educación STEM a fin de permitir al alumnado desarrollar del siguiente modo:

- 1.- Asociar el pensamiento convergente (característico de las disciplinas STEM) y divergente (habitual en las disciplinas artísticas y humanísticas) en la resolución de problemas reales.
- 2.- La creación de significado personal.
- 3.- La automotivación.

De modo que, ante la “escasez didáctica” que han generado las múltiples concepciones sobre educación STEM (principalmente por la dificultad de integrar las cuatro disciplinas a la vez), ha emergido un enfoque de enseñanza paralelo denominado educación STEAM; el cual ha heredado las limitaciones de su predecesor y dividido los esfuerzos de la comunidad educativa e investigadora por disipar las incertidumbres que rodean a estos enfoques de enseñanza.

## 2. MARCO TEÓRICO

Las metodologías de la enseñanza han ido cambiando a través de los años, desde las formas más tradicionales hasta las más modernas, dicho cambio ha llevado a la humanidad a preguntarse ¿Existen procesos más eficientes que otros? los cuales permitan estimular el interés de los jóvenes en las áreas de mayor importancia para una sociedad basada en avances tecnológicos y científicos

Una de tantas alternativas durante el presente siglo XXI ha aumentado es el empleo de la metodología STEAM la cual es una herramienta que llega a potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje, a partir de la interdisciplinariedad que tiene como premisa añadir a un modelo previo llamado STEM estímulos adicionales para captar y reconfigurar las habilidades humanas propias de nuestra especie.

Se resalta que más que implementar el STEAM como metodología, es necesario articularlo como un proyecto

institucional, para lograr canalizar todos sus beneficios y aprovechar al máximo los recursos y procesos que se derivan de su aplicación, integrando de este modo no solo a profesores y a estudiantes, sino, también al resto de miembros de la comunidad.

Es importante considerar que dentro de la metodología, existe una variedad de tendencias como lo son el "Design Thinking", "Minecraft", "Robótica", entre otras; las cuales estimulan el abordaje de aspectos académicos como la innovación educativa y el aprendizaje por competencias, entre otros.

La metodología STEAM además de promover el interés por asignaturas de suma relevancia como lo son las Ciencias Naturales y las Matemáticas, también, fomenta en los estudiantes habilidades y capacidades muy importantes como el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, por mencionar algunas de las más relevantes dentro de las carreras que componen el STEM, es decir, ciencias básicas e ingenierías, se debe recordar que STEAM, primero que todo, es un acrónimo del idioma inglés, que aborda las siguientes áreas: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics; si bien es cierto que existe prioridad y predominio por el fomentar el interés de los jóvenes estudiantes en las Ciencias Naturales y Formales, a pesar de ello, en diversas partes del mundo, sobre todo en los institutos académicos de Estados Unidos, lo considerado como primordial con STEM es brindar un impulso mayor e integral, por lo cual se han ido incorporando a también las "Artes", lo cual involucra al diseño de manera implícita, de ahí la incorporación de la letra "A" en el acrónimo. En países como Costa Rica, se utilizan sobre todo los acrónimos STEAM y STEM, aunque en ocasiones se suelen mencionar sus respectivas traducciones al español P. Ej. C-TIMA y C-TEM.

Un ejemplo del empleo de la metodología STEM y STEAM es NeuroAula la cual es una institución que promueve el uso eficiente de la tecnología, más allá del paradigma del acceso (conexión, ancho de banda, equipo de laboratorio, etc.) como herramienta, para potenciar la enseñanza y el aprendizaje, con el fin de lograr una educación con propósito y bienestar común, además de ello, investiga y promueve la implementación del STEAM, como modelo educativo, que debe ser articulado de forma no solo institucional, sino también familiar, comunal, y que no sea considerado simplemente como un elemento más que hace interesantes las clases y que con el tiempo, dejan de ser impactantes y que pasan desapercibidos por el ejercicio rutinario.

En el presente texto, se brindan algunas nociones sobre el STEM y el STEAM, así como algunas articulaciones a nivel de una institución educativa. Una vez contextualizado y definido el término educación STEM, se puede sintetizar sus principales características en los siguientes puntos:

1. Es un enfoque de enseñanza que integra Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

2. Está orientado a la resolución de problemas preferentemente de la realidad cotidiana, a fin de fomentar una alfabetización bajo parámetros STEM; como consecuencia del punto anterior.

3. Persigue la promoción de una identidad STEM entre la ciudadanía que le permita comprender la repercusión social de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas que le permitan participar de forma activa y crítica en la toma de decisiones sociales.

4. Sus objetivos de aprendizaje requieren del reconocimiento y fortalecimiento de los vínculos académicos y pragmáticos existentes entre las disciplinas STEM y su aplicación en la resolución de problemas de la realidad cotidiana, es decir, en el uso de conocimientos y habilidades imprescindibles para cumplir lo descrito en los puntos anteriores 2 y 3, las disciplinas STEAM han sido desde hace ya bastante tiempo de suma importancia estratégica para el desarrollo y crecimiento sostenido de las naciones (Office of The Chief Scientist, 2013), lo característico del STEM corresponde:

- a. Su componente principal es el aspecto tecnológico derivado del conocimiento científico.
- b. Tienen impacto en mayor o menor medida, en una gran variedad de las disciplinas del conocimiento humano.
- c. Pueden ampliar las oportunidades para una mejora social y económica equilibrada.
- d. Representan una actitud positiva representada por cualidades intelectuales que pueden proporcionar nuevas formas de resolver problemas inherentes de la sociedad actual.

5. Pueden apoyar a la innovación científica y tecnológica, brindando independencia económica, competitividad y mejoramiento del nivel de vida de los ciudadanos.

En el campo educativo, durante años la preocupación por anhelos de introducir la tecnología en los procesos de aprendizaje en escuelas de Ibero-américa se han regulado bajo el modelo del laboratorio de informática. En la actualidad del siglo XXI, los estudiantes ya no dependen de dicho laboratorio para acceder al internet, hacer investigación, jugar, visualizar películas, entre otras, del mismo modo, dentro del ejercicio de utilizar la tecnología en procesos educativos, surgió la popularización de la cultura MAKER y la metodología de educación STEAM, las cuales comparten el objetivo de permitir que el estudiante se prepare tanto para desafíos como ciudadano, como también, en el ámbito profesional y en el mercado laboral.

Según (Shahali et al. 2017; Wang et al., 2011) La integración STEM en el aula es un tipo de integración curricular. La integración STEM corresponde a un enfoque curricular que combina los conceptos educativos en un enfoque de enseñanza interdisciplinario. El objetivo de la educación STEM integrada consiste en ser: “Un enfoque holístico que vincule las disciplinas, de modo que el aprendizaje se vuelva conectado, enfocado, significativo y relevante para los alumnos”.

En el pasado Sanders (2009) argumentó que “Los enfoques de la educación STEM deben aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería, diseñar y realizar experimentos, analizar e interpretar datos, y comunicarse y trabajar con equipos multidisciplinarios”, sin embargo, a parte de ésta, existen múltiples definiciones para STEAM, ergo, los educadores generalmente guardan un acuerdo común en que más allá de la propia definición STEAM, tiene un interés práctico en aumentar la creatividad y las habilidades de pensamiento científico de los estudiantes. La comprensión actual del modelo concibe el aprendizaje de estas materias de forma integrada y con el uso de herramientas tecnológicas. El arte, en el más amplio sentido, actúa como un material integrador que favorece el aprendizaje interdisciplinario de forma creativa, “Los contenidos científicos y tecnológicos se sitúan en el centro conectando el aprendizaje con la realidad; los contenidos matemáticos proporcionan un lenguaje común” (Ruíz; 2017: P. 110).

Es notable desde años pasados según (Morrison 2006; Tsupros et al., 2009), “El puente interdisciplinario entre disciplinas discretas se trata como una entidad conocida como STEM”. En otras palabras, la educación STEM ofrece a los estudiantes una de las mejores oportunidades para dar sentido al mundo de manera integral, en lugar de hacerlo por partes, la educación STEM elimina las barreras tradicionales erigidas entre las cuatro disciplinas, integrándolas en un paradigma cohesivo de enseñanza y aprendizaje. Muchos de los autores más destacados en el tema afirman que “La educación STEM es un enfoque interdisciplinario del aprendizaje en el que los conceptos académicos rigurosos se combinan con lecciones del mundo real a medida que los estudiantes aplican la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos que establecen conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y la vida” (Psycharis, 2018), puede de este modo entenderse en palabras más simples que la empresa global que permite el desarrollo de la alfabetización STEM da lugar a la capacidad de competir a individuos y sociedades en la moderna economía.

### 3. METODOLOGÍA

Se utilizó el STEAM como enfoque educativo debido a que cuestiona el actual modelo basado en la separación de las materias y sugiere la multidisciplinariedad, además, se apoya en estrategias de aprendizaje centradas en el alumno, también se asocia a metodologías centradas en el alumno que promueven aprendizajes auténticos mediante el hacer y crear, P. Ej. El trabajo por proyectos, solución de problemas, el design-thinking, la investigación o los maker-spaces. Los maker-spaces son espacios de trabajo colaborativo ubicados en aulas (Dentro de bibliotecas o centros comunitarios) para “Aprender haciendo”, los cuales están abiertos a niños y adultos que combinan el aprendizaje formal e informal, así como disponen de equipamiento informático variado que les permite trabajar sus habilidades tecnológicas enfocadas en la impresión, diseño y modelado en 3D, animación, programación, robótica, o cortadoras láser.

Por lo tanto, enfocando sus esfuerzos en dar mayor importancia de la educación de la imaginación y el conocido design-thinking en el campo de la educación en ingeniería (Wright y Wrigley 2019), dicho estudio fortalece la integración de la educación, es decir, por un lado el cultivo de la imaginación y por otro lado la metodología STEM en un modelo co-participativo, es decir, desarrolla un nuevo modelo aplicado o curso de nombre iSTEAM (Según señala Chih Chao Chung la letra “i” significa la adición del término “imagination” a STEAM “Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics”) en dicho curso se utiliza el pensamiento de diseño, el cual conlleva a los estudiantes de “High”, es decir, la escuela de tecnología que estudia la ciencia electrónica como objeto de investigación y considera el diseño de dispositivos portátiles para mascotas como resultado de las actividades de diseño de ingeniería en ciencia y tecnología derivada de ella, como procesos emergentes para llevar a cabo investigaciones prácticas que permitan verificar la efectividad de diversos modos de aprendizaje. Este estudio tuvo cinco objetivos:

1. Desarrollar un curso STEAM para estudiantes de tecnología de secundaria que estudian ciencias electrónicas.
2. Explorar los impactos del señalado curso iSTEAM en la imaginación de los estudiantes de tecnología del grado de secundaria.
3. Demostrar y examinar los impactos del curso iSTEAM en las habilidades STEAM de los estudiantes de tecnología de secundaria.
4. Explorar la satisfacción de los estudiantes de tecnología de secundaria con la efectividad del aprendizaje del curso iSTEAM.
5. Explorar la integración de la imaginación y STEAM en el curso iSTEAM.

La educación STEM es un método educativo que combina conocimientos, habilidades e ideas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. A través de la práctica del diseño de ingeniería y la aplicación de tecnologías científicas, los cursos STEM ofrecen a los estudiantes la oportunidad de combinar el desarrollo teórico con su ejercicio práctico.

Algo relevante en la mayoría de los programas o proyectos que buscan fomentar las competencias en las áreas de STEM es la motivación para atraer a estudiantes de poblaciones vulnerables o insuficientemente representadas, ya que se considera que estas habilidades pueden significar un factor relevante para su inclusión económica. Uno de los mencionados sectores es el de estudiantes de género femenino, el cual, según datos acerca de la eficiencia terminal de las universidades, son estadísticamente significativas con menor propensión a continuar una carrera universitaria o estudios de especialización enfocados en campos de STEM, en las propuestas de la educación STEAM se según García, Reyes y Burgos (2017) se debe en primer lugar, centrar el proceso de aprendizaje en el estudiante, quien construye y reconstruye conocimientos a través de su participación activa en la solución de problemas, en segundo lugar, integrar sus

componentes de forma inter y transdisciplinaria, en tercer lugar, dirigirse a objetos de estudios que involucren los componentes de estas disciplinas, en cuarto lugar, desarrollar el progreso de los estudiantes en fases o etapas, en quinto lugar, organizar y presentar el material didáctico en pasos sucesivos, en sexto lugar, contemplar en el proceso la práctica, la retroalimentación y el repaso, en séptimo lugar, impulsar el trabajo colaborativo que facilita el aprendizaje y la motivación y en último lugar pero no menos importante se debe promover el aprendizaje influenciado por factores motivacionales personales y contextuales.

Tomando en cuenta la aclaración conceptual previa y dirigiendo la divulgación de resultados de la aplicación de esta metodología para el desarrollo de proyecto con aplicaciones a la exploración espacial, se toma como piedra angular la construcción de dispositivos de exploración suborbital y orbital, actualmente dentro de muchas alternativas de exploración tecnológica los Cubesats son una tendencia dentro de las modernas tecnologías y misiones que están a bajo costo, además de poseer un corto tiempo de diseño y desarrollo, en pleno año 2022 aún son utilizados para realizar experimentos en el espacio, convirtiéndose en una alternativa para fomentar los propósitos educativos desarrollados en la parte inicial del presente manuscrito, también brinda soporte y apoyo en la investigación científica y uso comercial, dando lugar a estudiantes de ciencias e ingenierías para construir satélites miniaturizados con el uso de plataformas y modelos educativos en áreas STEAM que cumplen con el propósito de generar innovación tecnológica desde diversas y variadas aplicaciones, servicios e investigaciones a través del acceso al espacio.

La motivación para el desarrollo inicial de los Cubesats fue educativa. La idea consiste en proporcionar prácticas y espacios experimentales para que los estudiantes puedan ejercer en actividades espaciales, lo que les permite trabajar en todo el ciclo de un diseño espacial, desde el concepto inicial hasta su funcionamiento en el espacio. Los Cubesats se consideran una solución competitiva para múltiples aplicaciones espaciales, debido a que permiten el equilibrio entre las variables cruciales de un diseño espacial, como el tiempo de desarrollo, costo, fiabilidad, duración de la misión y reemplazo, para la culminación de un CubeSat, se requiere de un conjunto de tecnologías que se agrupan para cumplir con objetivo final. Cada proceso tecnológico o el conjunto de ellos constituyen un subsistema y la conjunción de éstos ayudan a fabricar al CubeSat. Los subsistemas necesarios para enviar un CubeSat al espacio son: a) Carga Útil o Misión, b) Control de Actitud (ADCS), c) Potencia Eléctrica (EPS), d) Propulsión, e) Estructura, f) Control Térmico, g) Comunicación y Manejo de Datos (TTC), h) Computadora a Bordo (OBC), i) Propulsores y j) Estación Terrena. Los Cubesats son comúnmente puestos en órbita por Implantadores en la Estación Espacial Internacional o lanzados como cargas útiles secundarias en un vehículo de lanzamiento, es importante considerar que el uso de cubesats normalmente implica experimentos que pueden ser miniaturizados o sirven a propósitos como la observación de la Tierra, radioaficionados o experimentos de ciencias de la educación básica, debe

recordarse que, a partir del 01 de enero de 2021, más del 1350 Cubesats fueron lanzados con los propósitos descritos.

El movimiento denominado como Maker es una extensión tecnológica de la tendencia popular llamada “Hágalo usted mismo” que estimula a las personas comunes a construir, modificar, reparar y fabricar sus propios objetos, con el uso de sus propias manos, en este sentido el sector aeroespacial también tiene un gran atractivo inherente, y esta característica también presenta una gran solución para nutrir a las nuevas generaciones de profesionales en metodologías STEM.

## Objetivo.

El objetivo principal de este artículo es relatar la experiencia de los autores en la realización de un grupo de estudiantes del Programa Educativo “Ciudad Olímpica”, que atiende a estudiantes de primaria II (6º año - 9º año) de escuelas públicas de la ciudad de Teresina, Piauí en Brasil, desarrollado con metodología MAKER y STEAM, que valoró la participación colectiva, con énfasis en la elaboración de proyectos de nanosatélites para concursos educativos. El contenido de este material fue validado por los resultados obtenidos en competencias nacionales e internacionales en los últimos tres años (2020, 2021 y 2022), algunos de los más destacados listados a continuación:

1. Hackathon Espacial SBPC Joven, con el tema “Exploración Lunar a través de robots autónomos”.
2. Proyecto de participación en el “Desafío Satélite”, en la categoría Satélite e Inteligencia Artificial de la Olimpiada Brasileña de Satélites (OBSAT) en la 17ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones (MCTI).
3. Proyecto de participación en la 1ª Fase del OBSAT con propuesta de estudio de la dinámica atmosférica en el noreste de Brasil.
4. Proyecto de participación en OBSAT 1ª Fase de OBSAT con una propuesta para el estudio de la interacción del campo magnético terrestre con las tormentas solares.

Entre otras participaciones como CUBE-DESIGN (Cube-Design es una competición de desenvolvimiento de pequeños satélites: <http://www.inpe.br/cubedesign/2021/>), CELERITAS (La Olimpiada Brasileña de Inteligencia Artificial (Celeritas) es una competición que tiene la misión de instigar, investigar y dialogar sobre inteligencia artificial en Brasil).

### 3.1 Ubicación y población participante del grupo relatado en este trabajo

Se realizaron actividades de educación utilizando la metodología de cultura MAKER y la metodología STEAM con un total de 20 adolescentes, estudiantes de variadas escuelas públicas, ubicadas en la Ciudad de Teresina-Brasil. Estos estudiantes son parte de la clase de robótica del Programa Educativo Ciudad Olímpica (PCOE), que es un

programa que tiene como objetivo atender a estudiantes potencialmente talentosos e invertir en su desarrollo más allá de las condiciones que ofrece la escuela standard en la rutina diaria del aula regular para participar en competencias educativas, es decir, competencias de conocimiento en acontecimientos de alto rendimiento en las áreas de matemáticas, lengua portuguesa, química, física, astronomía, robótica y el resto de ciencias naturales.

### 3.2 Preparación: Establecer una base teórica y generar un prototipo de diseño.

Se informa que las primeras clases en línea comenzaron en agosto de 2020, durante el apogeo del distanciamiento social, causado por la pandemia de SARS COV II (Covid-19), los primeros temas que se trabajaron con los alumnos fueron la enseñanza de ¿Cómo? Se debe realizar una búsqueda de la bibliografía especializada sobre nanosatélites en las distintas bases de datos como SciELO Scientific Electronic Library Online, Archive.org, HathiTrust, Open Access Directory, ScienceDirect, entre otros, a modo de segundo paso, se consultaron y leyeron las fuentes de análisis pertinentes (artículos seleccionados como referencias para poder realizar un esbozo de diseño conceptual de un satélite artificial) y como tercer paso, elegir los caminos que habría de seguir para alcanzar los objetivos de recopilación bibliométrica, es importante considerar que las sub-áreas de conocimiento que los estudiantes deben aprender se dividen de la siguiente manera:

a) Electrónica: En esta parte del trabajo los alumnos aprendieron sobre el funcionamiento y aplicaciones de los principales componentes electrónicos utilizados en un proyecto satelital. Así como comprender la estructura básica de un circuito y los tipos de circuitos (serie, paralelo o mixto).

Los principales sensores con los que trabajaron los estudiantes fueron: El sensor de humedad y temperatura DT11, DTH22, el sensor de presión BMP180, el sensor GUVA-S12SD, el sensor MQ-131, entre muchos otros. En un primer momento, los proyectos para el uso de sensores se realizaron utilizando la plataforma Tinkercad, ello debido a que las clases se estaban impartiendo en línea, aprovechando para realizar simulaciones antes del ensamblaje físico, sin embargo, fue a finales de 2021 que se reanudaron las reuniones presenciales en donde se empleó el uso de sensores y placas de Arduino físicamente en lugar de únicamente simulación.

a) Programación: Durante este proceso los estudiantes aprendieron el alcance básico para crear códigos para utilizar en sensores compatibles con Arduino. La preferencia por esta plataforma se debió a que es una tecnología Open Source y el Hardware de bajo costo.

• Diseño 3D: Esta parte del trabajo también se realizó en la plataforma Tinkercad, por las mismas razones mencionadas anteriormente. Las partes principales que los estudiantes aprendieron a diseñar fueron estructuras externas para

nanosatélites tipo Cubesat y Cansat, que luego se imprimieron en una impresora 3D.

a) Como último paso se desarrolló “Escritura científica”, a modo de reportes y carteles, como parte de las múltiples competencias que se pretenden desarrollar en el grupo de estudiantes participantes.

Las tres sub-áreas requerían que presentaran un diseño de satélite, así como un informe de progreso de construcción de prototipo, por lo que era fundamental que los estudiantes dedicaran parte de su tiempo y esfuerzo para aprender las reglas básicas para elaborar un informe técnico y un artículo de divulgación. El Software utilizado para este propósito fue editor de LATEX y TeXstudio.

### 3.3 *Popularización: Difundir los resultados de la investigación del estudio en el mercado educativo.*

El equipo participante en este trabajo se esmeró por compartir las experiencias y resultados con el público en general para alentar a otros estudiantes a seguir el camino de la ciencia y así contribuir al surgimiento de la próxima generación de científicos espaciales en el estado que en consecuencia estimulará la misma conducta educativa en el resto del País.

Esta difusión se dio a través de la participación en programas periodísticos de televisiones regionales, portales de noticias y Transmisiones en línea realizados en redes sociales como Instagram y Youtube. En muchos de estos “Lives” hubo un invitado especialista en sus respectivas áreas, con amplio énfasis en la participación en dos transmisiones en línea del Presidente de la Agencia Espacial Brasileira (AEB), cuyo nombre es Coronel Carlos Augusto Teixeira de Moura.

## 4. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN

En la última década se ha producido una verdadera revolución en la astronáutica mundial, sustentada en una creciente participación y liderazgo del sector privado con respecto del público, los programas espaciales gubernamentales se han ido volcando paulatinamente hacia la exploración profunda, mientras que proyectos de mayor aplicación inmediata han recibido mayor atención por parte de grupos privados. Ya sea en forma de jóvenes Start-up en la base de la pirámide de desarrollo, Start-up más robustas como SpaceX, Blue Origin y VVirgen Galactic o incluso gigantes como BoeingLockheed Martin y Arianespace, sin excluir, por supuesto, la participación fundamental de los distintos grupos de inversión de riesgo, que viene mostrando un gran apetito por los denominados “Space Risk”. La exploración espacial desde sus inicios ha sido sinónimo de desarrollo en aspectos científicos y educativos de los países e instituciones involucradas en esta acción. Cuando se trata de exploración espacial con el desarrollo de CubeSat, varios países desarrollados que lideran el ranking mundial de la educación, tienen competencias educativas a nivel de educación básica, en la que los estudiantes de escuelas tanto públicas como privadas desarrollan y testean sus diseños.

Dentro del presente manuscrito con funciones divulgativas exclusivamente se han informado múltiples beneficios, casi invisibles para la comunidad de exploración espacial y sus comunidades, así como el uso rentable en menesteres de descubrimiento científico del espacio ultraterrestre. La convicción de que tales beneficios existen es lo que estimula a los gobiernos nacionales a otorgar fondos económicos para los programas espaciales nacionales. Pareciera que ya existe un dictum, máxima o letanía bien conocida de mejoras continuas en las aplicaciones espaciales y la ciencia espacial, del mismo modo beneficios para el desarrollo tecnológico y la investigación básica en ciencias físicas, empero, estos lo divulgado aquí corresponde a los beneficios generalmente visibles y en menor medida discutidos a menudo como solución a las diversas problemáticas que acarrea la estimulación de la curiosidad y el estudio científico en jóvenes en Iberoamérica, también debe considerarse que a largo plazo existen numerosos beneficios indirectos y menos reconocidos que se acumulan para la sociedad del país en consideración y en otros, la estimulación y el fortalecimiento de la miniaturización de la electrónica, por ejemplo, contribuye a las mejoras en la medicina, los procesos de fabricación y muchas formas nuevas de automatización. El desarrollo de nuevos materiales impulsa y obliga a los avances en sistemas de comunicación y transporte aeronáutico, marítimo y terrestre. Cabe resaltar que en los últimos 30 años, estos desarrollos también: 1) estimularon programas educativos y de investigación mejorados y ampliados, 2) crearon nuevas organizaciones, 3) generaron empleos y 4) fomentaron nuevas formas y fuentes de orgullo nacional y de prestigio personal y quizá en menor cantidad pero se articulan y consolidan los aspectos más metafísicos de los beneficios filosóficos y psicológicos (Conductuales) de la exploración y el uso del espacio para el bien de la sociedad.

En Hispano-América del Sur e incluso en Brasil, se realizan una gran cantidad de Olimpiadas del conocimiento para abordar el tema de los satélites en un sentido teórico, a pesar de ello también se están elaborando e inspirando algunos concursos prácticos / técnicos en este ámbito, que si bien todavía muy tímidamente buscan aproximar a los estudiantes y profesores a desarrollar proyectos que apunten a enfatizar la importancia de las actividades en el sector espacial, sin embargo, en toda América del Sur el desarrollo espacial se encuentra aún en sus etapas iniciales, tanto en el sector público como en el privado, esto probablemente se deba a dos factores principales, la falta de inversiones económicas y la escasez de recursos humanos. En este sentido, se concluye que actividades como la puesta en práctica incentivarán al gradual cambio de conducta en los estudiantes y las sociedades del sur de Iberoamérica donde las escuelas primarias notarán el beneficio de un uso gradual de la metodología STEAM y MAKER, podrán brindar los primeros pasos hacia el surgimiento de las primeras generaciones de científicos e ingenieros de exploración e investigación espacial.

## 5. CONCLUSIONES

A modo de Análisis y discusión de las habilidades STEAM se puede concluir que al aplicar, estudiar y divulgar más a fondo los programas STEAM y MAKER, se debe comenzar con la

aplicación inicial de sus metodologías contextualizadas en la situación particular de cada sujeto e instituciones de conocimiento científico, cultural tecnológico y matemático, en el presente caso es notable que no solo pueden contribuir al desarrollo de una nación, sino al desarrollo personal de cada individuo que participa activamente en estas metodologías.

Apoiado en el párrafo anterior, siendo este dentro de la región de Teresina Brasil el primer intento de aplicación de la metodología STEAM para estimular resultados académicos en individuos de escuelas públicas, pasando a ser la primera piedra en la construcción un futuro centrado en un mayor interés por las ciencias, matemáticas y tecnologías fortalecidas por las artes, es decir, la aplicación de esta metodología muestra resultados obtenidos los cuales fueron bastante alentadores, 20° y 21° lugar en el “SBPC Jovem Space Hackathon”, 1° lugar nacional en el “Desafío Satélite e Inteligencia Artificial en la 17° Semana Nacional de Ciencia y Tecnología”, 1° y 2° lugar estatal en la “2° fase del Olimpiada Brasileña de Satélites” y 1° lugar regional en la “3ra fase de la misma competencia”. Además de ser los únicos equipos de nuestra región clasificados para la 2° fase de CELERITAS, 11° lugar en LASC y participación en CUBE-Design, finalmente entre 2020 y 2021 estos mismos alumnos ganaron 15 medallas en las Olimpiadas Brasileñas de Robótica a nivel Teórico lo que les convierte en los únicos alumnos de escuelas públicas de la ciudad de Teresina en tener estas medallas, hasta el día de 01 de Enero 2022, entre otros logros se pueden citar.

## REFERENCIAS

- Arredondo, F. G., Vázquez, J. C., Velázquez, L. M. (2019). "STEM y brecha de género en Latinoamérica". *Revista de El Colegio de San Luis*, 9(18), 137-158, México. <https://doi.org/10.21696/rce19182019947>
- Babette, A. (2018). "The development of steam educational policy to promote student creativity and social empowerment", *Arts Education Policy Review*, 119 (2), 77-87, Taylor & Francis.
- Bohorquez, Y. S. (2018). Diseño conceptual y preliminar de un cubesat de bajo costo. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11371/1770>.
- Blom, N., Bogaers, A. (2020). Verwendung von Linkografie zur Untersuchung des Denkens und der Informationsnutzung von Schülern während einer MINT-Aufgabe. *Internationales Journal für Technologie- und Designausbildung*, 30(1), 1-20, Springer.
- Cervera, M.G. Gonzalez, V.E. y Cantabrana, J.L.L (2019). "¿Cómo abordar la educación del futuro?": Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente, Ediciones Octaedro.
- Chin, J. A. Rahman, L. S. Shee, O. P. Cheng and T. F. W. K. Chik (2013) "Competition for pre-university students in Malaysia: Design your own cubesat," 2013 IEEE International Conference on Space Science and Communication (IconSpace), 2013, pp. 141-144, doi: 10.1109/IconSpace.2013.6599451.
- Chung, CC., Huang, SL., Cheng, YM. et al. Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *Int. J. Technol. Des. Educ.* 32, 905–941 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>
- García, Y. Reyes, D., Burgos, F (2017). "Actividades STEM en la formación inicial de profesores . Nuevos enfoques didácticos para los desafíos del Siglo XXI". *Diálogos educativos*, 17 (33). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>
- Hingue, F. (1969) "La enseñanza programada hacia una pedagogía cibernética" EDITORIAL KAPELUSZ, S. A. Buenos Aires, Argentina.
- Land, M. H. (2013) Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM, *Procedia Computer Science* 20, p. 547 – 552.
- Maeda, J. (2013). "Stem + Art = Steam", *The STEAM journal*, 1(1). 34.
- Nakaya, J., Takada, T., Kajimura, Y., Tsuchiya, H., Uezono, N., Sasaoka, Y., Ueta, S., Wakabayashi, M., Kitamura, K. (2020). "Development of CubeSat Ground Model Extended from CanSat: Application to Space Education at KOSEN", *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, 18(5), 281-287, The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences. <https://doi.org/10.2322/tastj.18.281>
- Nieto-Peroy, C., Emami, M. R. (2019). "Cubesat mission: From design to operation", *Applied Sciences* 9(15), 3110, Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Office of the Chief Scientist, (2013). "Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach", Australian Government, Canberra. <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>
- Osman, D.A., & Mohamed, S.A. (2017). "Hardware and software design of Onboard Computer of ISRASAT1 CubeSat". 2017 International Conference on Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE), 4-7.
- Ogata, V & Contieri, D & Junior, Oliveira & Neto, Lauro. (2019). "Desenvolvimento de um satélite de pequeno porte do tipo CanSat empregando componentes de prateleira", Conferencia: X Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais, São José dos Campos: INPE, 2019. On-line. ISSN 2177-3114. IBI: 8JMKD3MGPDW34R/3TTAT5P. Disponível em: <http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGPDW34R/3TTAT5P>

Perales, F. J. y Aguilera, D. (2020). “Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? Revista de Educación Científica, 4 (1), 1-15, *Ápice*. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>

Poghosyan, A., Golkar, A (2017). “Cubesat evolution: Analyzing cubesat capabilities for conducting science missions”, *Progress in Aerospace Sciences* 88, 59-83, Elsevier.

Psycharis, S. (2018). “STEAM in education: A literature review on the role of computational thinking, engineering epistemology and computational science. *Computational STEAM pedagogy (CSP)*”, 2, <https://doi.org/10.5281/zenodo.1214565>

Souza, A. A. C. E., Coronel, A. A., Ledesma, J. J. G., Maciel, J. N., Junior, O.H.A., Bastos, L.S.( 2021). “Ciência, tecnologia e inovação na América Latina: avanços e experiências em abordagem inter(multi)disciplinar”, vol. 3, *Paco e Littera*.

Skinner, B. F. (1958) *Teaching Machines Science*, New Series, Volume 128, Issue 3330 (Oct. 24, 1958), 969-977. <http://links.jstor.org/sici?sici=0036-807528>

Toorian, A., Diaz, K., Lee, S. (2008). “The cubesat approach to space access”, *Aerospace conference (IEE,2008)*, 1-14.

Watters, A. (2021) *Teaching Machines: The History of Personalized Learning*, MIT Press.

Wright, N. and Wrigley, C. (2019).”Broadening design-led education horizons: Conceptual insights and future research directions”, *International Journal of Technology and Design Education* 29(1), 1-23, Springer.