

# Programa STEAM, más allá de una estrategia de aprendizaje

M.W. Aldana Segura<sup>1</sup>, Félix, Julián<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

<sup>2</sup>Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México.

Teléfono (502)59497277

E-mail: waldanasegura@gmail.com, felix@fisica.ugto.mx

**Resumen — Se presenta el programa STEAM y sus resultados durante los últimos dos años de implementación en una modalidad híbrida como programa Binacional. El programa con los seminarios virtuales ha atraído a más de 1,000,000 participantes a lo largo de América Latina.**

**El programa constituye una intervención única proponiendo nuevas metodologías didácticas y rebasando las estrategias de aprendizaje hacia un modelo integral para el aprendizaje de las Ciencias, en particular la Física.**

*Palabras Clave — STEAM, estrategias de aprendizaje*

**Abstract — The STEAM program and its results over the last two years of hybrid implementation as a national program are presented. The initiative with virtual seminars has drawn over 1,000,000 participants from across Latin America.**

**The program is a one-of-a-kind intervention that proposes new instructional methods and restructures learning strategies toward an integrated model of science learning, particularly physics.**

*Keywords — STEAM, learning strategies*

## I. INTRODUCCIÓN

El programa STEAM<sup>1</sup>, impulsado en conjunto por la Universidad de San Carlos de Guatemala con la Universidad de Guanajuato, nació como respuesta a 15 años de investigación en educación. En estas primeras investigaciones, la pregunta principal de investigación fue: ¿Cómo se interesan los estudiantes en carreras relacionadas con la física? [1] buscó abordar las preocupaciones de los investigadores sobre el proceso de motivación de los jóvenes para permanecer en la ciencia. En los últimos 50 años, la inscripción en profesiones STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) ha mostrado una clara tendencia negativa, con algunos picos establecidos en momentos específicos posibles de la historia humana, como la carrera espacial y la evolución de las computadoras. . las computadoras y el avance de las comunicaciones.(

Al mirar el problema a nivel regional y global, el fenómeno conocido como “fuga de tubería” [3] es frecuente en los países. Resulta ser un problema con causas estructurales que trascienden las condiciones étnicas, económicas, sociales y culturales. Este fenómeno sugiere que

la matrícula en ciencias e ingeniería disminuye con el tiempo sin importar el género de los estudiantes, sin embargo, a medida que avanzan en sus estudios, un estudiante pasa su año de estudio. sus compañeros. El problema es que hay dos fenómenos relacionados, el primer punto en el que hombres y mujeres dejan las profesiones relacionadas con STEM es el tercer año de carrera. Esto está relacionado con la estructura del programa, los requisitos de graduación y la selección de estudiantes. [4]

Sin embargo, después del tercer año, las mujeres sobresalieron en su formación, con más éxito que los hombres, y nuevamente abandonaron las carreras científicas. Un porcentaje (alrededor del 10%) pudo volver a trabajar después de un tiempo.[5]

A través de una revisión de la literatura y nuestras propias observaciones, decidimos considerar estrategias exitosas que podrían ayudar a diseñar un programa que reduciría la deserción y motivaría a los jóvenes a seguir una carrera en ciencias y mejorar su desempeño. Como parte de esta revisión, buscamos implementar modelos no conductuales centrados en el estudiante que permitan contenido más relevante.[6]

Ninguno de los modelos o estrategias considerados cumplió con nuestras expectativas y la necesidad de intervenciones contextualizadas. Algunos modelos han tenido un éxito parcial en ciertas regiones, pero no lograron traducirse a otros contextos socioeconómicos o culturales.[7] Con estas consideraciones se procedió a establecer Una estrategia limpia, contextual, repetible y económica. La mayoría de las intervenciones incluyen el rediseño de las instalaciones, la inversión en tecnología, la capacitación de docentes y las actualizaciones tecnológicas, pero ninguna de las intervenciones en la literatura menciona el contenido principal para el aprendizaje de seguimiento. Orientación STEAM, incluida la A en estilo, como la expresión artística y humana.[8]

## II. METODOLOGÍA

Se diseñó una estrategia binacional, multinivel para establecer la replicabilidad de las intervenciones. Las primeras experiencias se basaron en los cursos de Física

---

<sup>1</sup> Se agradece el apoyo de la Embajada de Estados Unidos al Programa STEAM.

impartidos en la Universidad de Guanajuato y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Con esta información se hicieron esfuerzos por mejorar la calidad educativa de los profesores en servicio de las asignaturas de Física y Matemática.

Todos los talleres propuestos se diseñaron considerando el costo de los materiales, para que fueran accesibles a los jóvenes y un requisito de cada actividad propuesta era que cada estudiante tuviera su propio material. Esto se diseñó para que cada uno de los estudiantes pudiera tener la experiencia dentro del aula y fuera del aula compartirla con su comunidad, barrio y escuela, impactando en cada uno de los entornos de aprendizaje del estudiante. [9]

Esta conferencia se realizó presencialmente en Guatemala en el año 2018 y 2019, realizando además ediciones rurales de la Conferencia con el objetivo de alcanzar a un público más amplio. Durante la contingencia sanitaria del año 2020, se rediseñaron actividades para poder continuar con la atención a los jóvenes y brindar contenidos de calidad. De esta manera surgen la Serie de Seminarios Leon Lederman. Dirigidos desde la Universidad de Guanajuato por Julián Félix, programados dos veces al mes, con la condición de contar con los expertos mundiales que hacen contribuciones científicas de primer nivel. Los seminarios se organizan por la Universidad de Guanajuato, la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Universidad Galileo por el Programa STEAM y se realizan en alianza con la Cátedra Unesco de Educación Científica para América Latina y el Caribe, la Universidad de Alcalá de Henares, la Cátedra Eugenio Méndez Docurro de la Escuela Superior de Física y Matemática del Instituto Politécnico Nacional.

Se diseñaron actividades de motivación a jóvenes y mujeres en particular, la celebración del 11 de febrero, Día Internacional de las Mujeres y Niñas en Ciencia, con representantes mundiales que pudieran servir de roles positivos para las jóvenes. Se celebra además SPACE Week, como medio para motivar a los jóvenes en estos tópicos.

Durante el año 2021, utilizando una estrategia de transdisciplinariedad, se realizó una incipiente automatización del riego de huertos familiares. Esto con la intención de que los jóvenes puedan tener una experiencia interactiva que utiliza conceptos de robótica y seguridad alimentaria.

Partiendo de la necesidad constante de contenido de alta calidad, se lanzó el simposio Leon Lederman, que lleva el nombre del físico del mismo nombre, ganador del Premio Nobel de Física, quien hizo una enorme contribución para mejorar la educación de los estudiantes.

La metodología de aprendizaje utiliza elementos de las pedagogías activas, actividades que realizan intersecciones entre la Ciencia y el arte, (por ejemplo, La Física de la Música [10] La Ciencia en el Mundo del Principito, Alicia en el país de la Ciencia, por mencionar algunas.

En el nivel superior, la estrategia se basa en el método científico, siendo una pedagogía activa, basada en el estudiante y el contenido, interactiva, un aprendizaje basado

en primeros principios [11] [12] que permite aprender basados en los principios fundamentales de la Ciencia.

Esta metodología ha sido desarrollada por J. Félix en el Laboratorio Internacional de Partículas Elementales y presentada en varios foros nacionales e internacionales, como American Physical Society -APS- April y March Meetings, Virtual educa Connect, y las Jornadas Académicas de la Ciencia de la Escuela superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional de México.

En esta metodología, los estudiantes deben diseñar, planificar, construir y caracterizar un prototipo original que pueda utilizarse para realizar observaciones controladas. [13]

### III. RESULTADOS

Ante los problemas de salud, más de 5.000 estudiantes participaron en la conferencia STEAM Guatemala, con actividades interactivas, conferencias y seminarios durante dos años.

Durante la pandemia, se ha llegado a más de 10 000 estudiantes a través de seminarios, talleres y conferencias interactivas, y 7000 maestros en servicio. Esto es posible gracias a una variedad de actividades que se crean permanentemente de manera completamente virtual.

Un resultado interesante, presentado en el foro de Educación del Institute of Physics, Londres, en 2020, y en APS en 2021, [14] durante la pandemia se potencializaron las habilidades de creación de prototipos de manera remota. Se han diseñado y fabricado más de 20 prototipos en el Laboratorio Internacional de Partículas y muchos componentes en empresas tecnológicas para este fin.

Realizado en 2022 ElectroWeek, evento interactivo en la Universidad de Guanajuato bajo la dirección de Julián Félix. El evento presenta 69 carteles de investigación nunca antes vistos, realizados por estudiantes de pregrado y posgrado, así como prototipos originales. Más de 230 participantes vivieron la experiencia en redes sociales, presencial o en general las experiencias de metaverso iniciadas en esta edición. Un espacio en el metaverso programado para una emocionante interacción virtual, que brinda una experiencia inmersiva que permite a los participantes entrevistar a los presentadores de carteles, organizadores e interactuar entre ellos. Los estudiantes de la Escuela de Formación de Profesores participaron de un curso virtual con J. Félix durante 5 meses en la creación de prototipos basados en los prototipos que fueron presentados en Electroweek, esta experiencia virtual permite mejorar la calidad educativa de los programas de Enseñanza de la Física.

Los seminarios de Leon Lederman han atraído a más de un millón de participantes de todo el mundo, con un enfoque en América Latina. Estos seminarios reunieron a más de 57 oradores de instituciones como Fermilab, Caltech, Institute for Advanced Studies, University of Cambridge, University of Oxford, por nombrar algunas.

En las intervenciones virtuales se ha alcanzado una equidad de género que no se ha alcanzado en actividades presenciales, contando con 48% de participación de mujeres,

51% de participación de hombres y 1% se identifica como otro.<sup>2</sup>

Otro resultado interesante es que, en los programas de formación de docentes y talleres interactivos, los participantes presentan mejores indicadores educativos que los participantes presenciales. El rendimiento es mejor en promedio, un 20%. En el Laboratorio Internacional de Partículas ha funcionado un sistema híbrido, permitiendo que los estudiantes elaboren sus prototipos y realicen actividades para adquirir habilidades y destrezas que no son parte del currículo normal.

#### IV. DISCUSIÓN

A medida que avanzaban nuestras observaciones, se identificó la necesidad de ampliar los recursos utilizados e incorporar no solo recursos internos sino también recursos virtuales y experiencias sociales.[15] Esta información nos permitió evolucionar con un programa de talleres para jóvenes, manteniendo un grupo de control que no recibía la experiencia y otro grupo al que se visitaba 1 vez a la semana, como experiencia de aplicación de los programas de Enseñanza de la Física y Matemática. En el año 2017 nace la iniciativa de agregar STEAM Conference Guatemala y escalar la intervención a lo que hoy conocemos como STEAM Program. [9]. Esta Conferencia se diseñó como 20 talleres simultáneos de manera que las barreras de aprendizaje identificadas en las etapas anteriores fueran rebasadas con actividades sencillas, contextualizadas, replicables y de bajo costo. Se diseñó de tal manera que los expositores fueran jóvenes de los últimos años de Preparatoria y Diversificado. Esto trajo un nuevo resultado, la apropiación de los jóvenes con este programa. El sentido de realización y curiosidad científica, aunado a que se buscaron roles positivos a seguir. Personalidades Científicas reconocidas que pudieran los jóvenes ver como inspiración. Los primeros invitados fueron Pamela Pennington de Universidad del Valle de Guatemala, Julián Félix de Universidad de Guanajuato y Luis Von Ahn fundador de Duolingo.

Esto también se vincula a los Seminarios Leon Lederman, donde todos los expositores sirven como modelos positivos a seguir, mostrando a los jóvenes que los científicos son personas alcanzables, reales con vidas propias y que gustosamente han compartido con ellos sus investigaciones y resultados.

El cambio actitudinal en los participantes es palpable, el sentido de auto realización permite aspirar a mejores oportunidades y continuar carreras científicas.

La equidad de género detectada en las actividades, inicialmente se presume por que estas intervenciones han eliminado las barreras de aprendizaje que existen en entornos presenciales, tales como transporte, zonas de riesgo,

movilidad, efectos económicos como alimentación y costos de gasolina y pasaje no se incluyen en estas intervenciones, pero el costo en promedio de la conexión a internet es menor que los otros gastos asociados a la participación presencial. Los participantes tuvieron que actualizarse en herramientas tecnológicas para su participación, lo que trae un beneficio adicional. Los participantes del programa de profesionalización de docentes transformaron la forma en que presentan contenidos, siendo ahora visuales e interactivos, adquiriendo otras habilidades y destrezas.

Los participantes en el Laboratorio Internacional de Partículas adquirieron otras habilidades al tener que participar en un evento donde muestras sus resultados de investigación por medio de posters y prototipos.

#### IV. CONCLUSIONES

El programa, diseñado como una estrategia multinivel binacional ha mostrado resultados favorables en los indicadores educativos de estudiantes en los programas de Licenciatura en Física e Ingeniería Física de la División de Ciencias e Ingenierías Campus León, Universidad de Guanajuato y en la formación de Docentes del programa de Enseñanza de la Física y Matemática de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Alcanzar la equidad de género en programas de Física es un resultado alentador, del que se intuye que estamos eliminando las barreras de aprendizaje y se evidencia el interés por este tipo de programas de formación.

La participación en los Seminarios Leon Lederman, muestra que existe interés a nivel de América Latina en particular sobre los avances científicos de primer nivel, alcanzar un millón de participantes en menos de 2 años es un logro que indica además que la participación virtual facilita a los participantes interactuar con expertos, que de otra manera sería prohibitivo por los costos económicos promover.

#### REFERENCIAS

- [1] M. W. Aldana Segura, "Implementación de un abordaje holista de la Física en la Cátedra de Física de EFPEM. Curso de Física I FM.," 2006.
- [2] L. J. Sax, G. Lim, K. Lehman, and L. Monje-Paulson, "Reversal of the gender gap: The biological sciences as a unique case within science, technology, engineering, and mathematics (STEM)," *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, vol. 24, no. 4, 2018, doi: 10.1615/JWomenMinorScienEng.2018019995.
- [3] B. J. Casad et al., "Gender inequality in academia: Problems and solutions for women faculty in STEM," *Journal of Neuroscience Research*, vol. 99, no. 1. 2021. doi: 10.1002/jnr.24631.
- [4] [T. Dai and J. G. Cromley, "Changes in implicit theories of ability in biology and dropout from STEM majors: A latent growth curve approach," *Contemporary Educational Psychology*, vol. 39, no. 3, 2014, doi: 10.1016/j.cedpsych.2014.06.003.

---

<sup>2</sup> Datos de participación en actividades virtuales vía redes sociales.

- [5] K. E. Grogan, "How the entire scientific community can confront gender bias in the workplace," *Nature Ecology and Evolution*, vol. 3, no. 1. 2019. doi: 10.1038/s41559-018-0747-4.
- [6] G. Díaz Barriga, F.; Hernández R., "Constructivismo y Aprendizaje significativo," in *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, 2002, p. 465. [Online]. Available: [http://mapas.eafit.edu.co/rid=1K28441NZ-1W3H2N9-19H/Estrategias docentes para-un-aprendizaje-significativo.pdf](http://mapas.eafit.edu.co/rid=1K28441NZ-1W3H2N9-19H/Estrategias_docentes_para-un-aprendizaje-significativo.pdf)
- [7] F. Díaz Barriga Arceo and G. Hernández Roja, "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo," in *Diplomado en Informática para la enseñanza de la medicina.*, 1999, pp. 80–112.
- [8] D. Bodycombe, "STEM EDUCATION," *Scientific American*. 2017. doi: 10.1038/scientificamerican0217-5.
- [9] W. Aldana, "Programa STEAM. Talleres STEAM.," *JIASE*, 2020.
- [10] J. Félix, "La Física de la Música," 2020. <https://julianfelix.net/la-fisica-de-la-musica>
- [11] J. Felix and M. Aldana Segura, "Aprendizaje por primeros principios," *Virtual Educa Connect* 2021, 2021.
- [12] J. Félix and W. A. Segura, "Learning from First principles. A STEAM approach." *Bulletin of the American Physical Society*, 2022.
- [13] [13] J. F. W. A. Segura, "Aprendizaje Basado en Prototipos," *Revista Didáctica de las Ciencias*, vol. 4, 2021, [Online]. Available: <https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/Revista-Didactica-Ciencias-IV.pdf>
- [14] J. F. Valdez and W. Aldana Segura, "Remote prototyping of Physics experiments in Higher Education.," 2021.
- [15] W. Aldana Segura, "Uso de recursos virtuales y sociales para expandir los recursos del aprendizaje de las ciencias más allá del aula, un aprendizaje continuo para la vida." 2015.