



+ CIENCIA, - VIOLENCIA

**Modelo STEM, como propuesta de
intervención contra la violencia escolar**

Herberth Oliva

Misión

La formación de profesionales competentes, innovadores, emprendedores y éticos, mediante la aplicación de un proceso académico de calidad que les permita desarrollarse en un mundo globalizado.

Visión

Ser la mejor universidad salvadoreña, con proyección global, que se caracteriza por la calidad de sus graduados, de su investigación, de su responsabilidad social y de su tecnología.

Consejo Directivo

Presidenta:	MEd. Rosario Melgar de Varela
Vicepresidenta:	Dra. Leticia Andino de Rivera
Secretaria General:	MEd. Teresa de Jesús González de Mendoza
Primer Vocal:	Dr. e Ing. Mario Antonio Ruiz Ramírez

Rector

Dr. e Ing. Mario Antonio Ruiz Ramírez

Vicerrectora

Dra. Leticia Andino de Rivera

Secretaria General

MEd. Teresa de Jesús González de Mendoza

Dirección y contacto

Universidad Francisco Gavidia: Calle El Progreso n.º 2748, Edificio de Rectoría, San Salvador, El Salvador.
Tel. (503) 2249-2700
www.ufg.edu.sv

Misión

Diseñar, promover y acompañar iniciativas, políticas, programas y proyectos académicos empresariales para el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación que impacten en la productividad y competitividad de El Salvador.

Visión

Ser el instituto científico líder en El Salvador en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Director

Oscar Picardo Joao, PhD.

UFG EDITORES

Coordinación

Jenny Lozano

Corrector de estilo

Carlos Alberto Saz

Diagramación y diseño

Gustavo A. Menjívar

DIRECCIÓN Y CONTACTO

Calle El Progreso n.º 2748, Edificio de Rectoría,
San Salvador, El Salvador, Centro América.

Tel.: (503) 2249-2700 y (503) 2249-2716

Correo electrónico: editores@ufg.edu.sv

www.ufg.edu.sv

DE ESTA EDICIÓN

Título: + ciencia, - violencia. Modelo STEM, como propuesta de intervención contra la violencia escolar

Autor: Herberth Alexander Oliva

Colección: Educación

Primer edición

©Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI), 2019.

ISBN 978-99923-47-78-2

El contenido y opiniones vertidas en la publicación son responsabilidad exclusiva del autor. Este documento puede ser utilizado atendiendo las condiciones de la Licencia Creative Commons: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Para citar:

Oliva, H. (2019). + ciencia, - violencia. Modelo STEM, como propuesta de intervención contra la violencia escolar. San Salvador: UFG Editores.

Hecho el depósito que dicta la ley.

Edición de 300 ejemplares.

Impreso en Talleres Gráficos UCA

Septiembre de 2019, San Salvador, República de El Salvador, América Central.

Consejo de Redacción

Dr. Oscar Picardo Joao

Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI-UFG).

Correo electrónico: opicardoj@ufg.edu.sv

Dr. Rainer Christoph

Investigador Nanotecnología ICTI-UFG.

Correo electrónico: rainer@nanotecnia.net

Doctorando Rolando Balmore Pacheco

Director de Egresados y Graduados UFG.

Correo electrónico: rpacheco@ufg.edu.sv

Dr. David López

Investigador asociado ICTI-UFG.

Correo electrónico: davidlopez@hotmail.com

Dr. Marlio Paredes

Departamento de Matemáticas de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Investigador visitante del Simon A. Levin Mathematical, Computational and Modeling Sciences Center, Arizona State University.

Correo electrónico: marlio.paredes@correounivalle.edu.co

Prólogo

Es un placer para mí escribir el prólogo de este interesante libro en el cual se presentan algunos resultados sobre la componente dedicada a las escuelas públicas del proyecto “*Data Sciences Training and Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*” financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID en inglés) a través del programa PEER y desarrollado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG) con la asesoría de Arizona State University (ASU).

Agradezco a Herberth Oliva, autor de este libro, por la invitación a escribir este prólogo. Herberth Oliva es un joven investigador quien rápidamente ha logrado consolidar un programa de investigación sobre educación y los retos de la violencia en las escuelas públicas salvadoreñas, así como el impacto de la tecnología y las redes sociales en la enseñanza. Entre sus publicaciones se destaca su artículo La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario, publicado en la Revista Realidad y Reflexión en el año 2016, el cual ha sido citado por varios autores en un corto período de tiempo.

La Educación STEM es el nuevo paradigma educativo que pone al estudiante como protagonista de su aprendizaje. Los sistemas educativos están en una fase de transición de un modelo de sociedad industrial hacia un modelo de la sociedad del conocimiento lo que implica la introducción de nuevos paradigmas educativos para preparar la fuerza laboral del futuro (Paredes *et al.*, 2018).

STEM es el acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). El término surgió en los años 90 y fue introducido por la *National Science Foundation* (NSF). STEM propone de manera simple la agrupación de las cuatro grandes áreas de conocimiento en las que trabajan científicos e ingenieros aunque el concepto “Educación STEM” se ha desarrollado como un enfoque didáctico de enseñanza, con dos características: (a) Desarrollo de enseñanza aprendizaje de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera integrada en lugar de como áreas de conocimiento compartimentadas

(de modo integrado o multidisciplinar); y (b) Ejecución de proyectos con un enfoque de Ingeniería en cuanto al desarrollo de conocimientos teóricos para su posterior aplicación práctica, enfocados siempre a la resolución de problemas tecnológicos (Satchwell & Loepp, 2002).

Desde un punto de vista más pedagógico, STEM es la integración intencional de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y sus prácticas asociadas, para crear un ambiente de aprendizaje centrado en el estudiante, en el cual los estudiantes investigan y diseñan soluciones a los problemas y construyen explicaciones basadas en evidencia de fenómenos del mundo real con un enfoque en las necesidades sociales, emocionales, físicas y académicas del estudiante a través de contribuciones compartidas de escuelas, familias y socios comunitarios (FLDOE, 2017).

Claramente el modelo STEM es un enfoque educativo que conlleva el aprendizaje interdisciplinar, el cual es definido por Yakman (2008) como un aprendizaje estructurado que abarca varias disciplinas, pero no realza ninguna en particular, sino que se da importancia a la transferencia de los contenidos entre las materias. El mismo Piaget resalta la idea de aprendizaje interdisciplinar ya que para él la realidad no se desarrolla en una sola disciplina, sino que se hace necesario la existencia de conexiones interdisciplinarias (Driscoll, 2015). La interdisciplinariedad y la interculturalidad ofrecen oportunidades de aprendizaje y experiencias formativas a los estudiantes que los prepara para trabajar en ambientes diversos.

Así como el autor del libro, considero que la metodología adecuada para el modelo STEM es el "Aprendizaje Basado en Proyectos". Dicha metodología didáctica ha estado muy en auge en los últimos años, aunque fue propuesta por Kilpatrick (1918) hace ya un siglo. La investigación actual de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos y Educación STEM demuestra que la realización de proyectos puede aumentar el interés de los alumnos en Ciencias, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas, ya que involucran a los estudiantes en la solución de problemas auténticos, trabajan en equipo y construyen soluciones reales y tangibles (Paredes *et al.*, 2018).

El Aprendizaje Basado en Proyectos es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase, el cual es apropiado para promover el desarrollo de destrezas, por parte de los estudiantes, diferentes a las adquiridas en la educación formal (Paredes *et al.*, 2018). El Aprendizaje Basado en Proyectos implica el formar equipos integrados por personas con perfiles diferentes, áreas disciplinares, profesiones, idiomas y culturas que trabajan juntos para realizar proyectos para solucionar problemas reales. Para que los resultados de un equipo de trabajo bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos sean exitosos se requiere de un diseño instruccional definido, definición de roles y fundamentos de diseño de proyectos (Galeana, 2006).

El presente libro discute algunos resultados y describe las actividades desarrolladas dentro del proyecto “*Data Sciences Training and Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*” el cual buscaba disminuir los indicadores de violencia y mejorar el rendimiento académico en tres instituciones educativas públicas de secundaria. Más específicamente los propósitos del proyecto eran: mejorar los indicadores en cuanto al logro de aprendizaje, deserción y repitencia; ampliar las posibilidades de futuro para que los estudiantes terminen educación media y/o puedan ingresar a la universidad y así disminuir las posibilidades de migración; y capacitar a personal en el sector justicia (policía, fiscalía, etc.) en el uso de herramientas tecnológicas y uso de bases de datos para una mejor efectividad en la prevención del crimen y la violencia.

Para este propósito se capacitaron docentes de las instituciones educativas participantes en el uso del enfoque STEM en las áreas de ciencias y matemáticas, así como en el uso de tecnologías, todo esto con el fin de lograr aprendizajes más significativos y mejorar el rendimiento escolar de los estudiantes. Junto con los docentes también se capacitaron algunos profesionales del sector judicial para que dieran apoyo en el análisis de la información recogida en las escuelas y ayudar en la prevención del crimen. Para apoyar tanto a docentes como a profesionales del sector judicial, al mismo tiempo se le dio entrenamiento en los mismos temas a un grupo de estudiantes de la Universidad Francisco Gavidia.

Los grupos de cada sector tenían 10 integrantes cada uno, es decir 10 docentes, 10 profesionales del sector judicial y 10 estudiantes de la UFG para un total de 30 participantes en las actividades de entrenamiento académico del proyecto. Durante los primeros 2 meses del proyecto los grupos recibieron 7 cursos, a saber, Metodología STEM, Planificación Didáctica, Estadística Aplicada, Fundamentos de Ciencia de Datos, Fundamentos de Python, Lenguaje R para Ciencia de Datos e Introducción a Bases de Datos. Después del entrenamiento se conformaron dos grupos de investigación el primero conformado por los docentes y 5 estudiantes de la UFG y el segundo conformado por los profesionales del sector judicial y 5 estudiantes de la UFG.

El ICTI dotó las escuelas participantes en el proyecto con laboratorios STEM los cuales consistieron de impresoras 3D, laboratorio completo de física, kit de robótica, software especializado y laptops. Dice el autor: “Con los laboratorios STEM ya montados, la siguiente fase era pedirle a los docentes que sobre la base de un plan de trabajo educativo STEM, desarrollaran un cúmulo de actividades formativas que permitieran en la práctica transformar el modelo escolar, haciéndolo más significativo y pertinente a partir de la incorporación de las Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y las Matemáticas; tratando de generar mayor interés en los estudiantes por aprender, lo cual significa mejor rendimiento, menos deserción y menos violencia”.

En cuanto a los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto se pueden mencionar los siguientes:

- **Calidad:** el principal logro fue medido por el resultado de la prueba estandarizada nacional PAES, pasando de 4.72 a 5.12. La cual es una medición totalmente externa y objetiva. Asimismo, se mejoraron los promedios de Matemáticas y Ciencias en las tres instituciones educativas.
- **Acceso a la educación:** los resultados son favorables porque disminuyó la repitencia la cual genera frustración y deserción y asimismo también se redujo la deserción.
- **Violencia:** a pesar que los episodios de violencia reportados incrementaron se observó disminución en las intervenciones de la policía.

En síntesis, se logró mejorar la mayoría de indicadores comprobando la hipótesis del proyecto: mejorando la ciencia disminuye la violencia y mejoran los indicadores escolares.

La lectura de este libro es altamente recomendada a todos aquellos interesados en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas. Con toda seguridad encontrarán de mucha utilidad la experiencia aquí presentada, así como los resultados los cuales son aplicables en contextos similares en Latinoamérica o en otros países en que las condiciones socioeconómicas son como las nuestras.

Finalmente quiero resaltar algunos comentarios hechos por el autor en el libro que considero importantes:

- Dos docentes participantes decían que percibieron que los estudiantes más avanzados en su rendimiento académico generaban un ambiente de trabajo cooperativo al apoyar a sus compañeros como mentores. Para los demás estudiantes esto se vuelve más atractivo al asistir a la escuela todos los días, ya que esperan nuevas metodologías que los motivan a generar prácticas científicas en su formación académica.
- No se puede considerar una educación STEM sin un equipo docente que entienda la importancia del compromiso asumido al intentar generar una didáctica de alto impacto en la consecución de los objetivos para canalizar por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos, que es uno de los factores claves de una escuela STEM. Por tanto, serán los docentes quienes encaminen a los estudiantes a la obtención de un pensamiento crítico y de un desarrollo integral, donde ellos, a través de una cultura científica, puedan mejorar sus climas de aprendizaje sin temor de fracasar en el intento de instaurar un clima de paz y sana convivencia.
- La adopción del enfoque STEM implica que todo profesor que desee aplicar esta excelente metodología tendrá que despojarse de posturas tradicionalistas de una enseñanza fundamentada exclusivamente en el docente, una escuela STEM

demanda educadores que se comprometan a abandonar posturas tradicionales y ortodoxas de enseñanza. Esto se debe a que el perfil dinámico del profesor STEM tiene que poseer un dominio metodológico que transforme a los estudiantes en sujetos activos, protagonistas de sus aprendizajes y lograr que ellos puedan empoderarse de habilidades de pensamiento crítico, dinámico y colaborativo; de tal forma que evidencien un claro interés por un conocimiento multidisciplinario en el que la matemática y la ciencia sean esenciales.

Marlio Paredes Gutiérrez

Santiago de Cali, agosto 4 de 2019

Índice de contenidos

Introducción

[17]

Capítulo 1

Orígenes del Modelo STEM: un complejo inicio de una perspectiva innovadora

[20]

Capítulo 2

Objetivos 2030 como acercamiento a una propuesta STEM

[26]

Capítulo 3

Didáctica del Modelo STEM: un acercamiento al fenómeno

[33]

Capítulo 4

La Universidad Francisco Gavidia y su gestión e implementación del Modelo STEM en la escuela pública salvadoreña / *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*

[52]

Capítulo 5

Docentes STEM y sus estrategias de trabajo

[70]

Capítulo 6

Importancia del Modelo STEM en el sistema educativo salvadoreño: ideas para el debate

[78]

Conclusiones [85]

Referencias [87]

Introducción

El presente documento busca organizar y sistematizar el trabajo investigativo, en el cual se analiza el impacto de la implementación del Modelo STEM en instituciones educativas de El Salvador, como parte de la internacionalización de la línea de investigación **Escuela, Violencia y Resiliencia**, del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación, de la Universidad Francisco Gavidia desde el mes de julio de 2017 a octubre de 2018.

La investigación enfatiza el proceso en el que se orientó el quehacer educativo de los docentes y los estudiantes participantes en la planificación de un modelo efectivo de aprendizaje con enfoque STEM. Además, el proceso buscó potenciar la adquisición de los conocimientos y habilidades necesarios para generar un cambio de la educación de conformidad con la exigencia educativa en el siglo XXI, empleando el modelo STEM, hasta puntualizar en el desarrollo de las competencias y las habilidades de dicho modelo, a fin de acoplarlas en un esquema educativo que fomente en los estudiantes la vinculación de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en la resolución a los problemas del mundo contemporáneo.

Todo el trabajo de investigación se consolidó con base en el análisis sobre cómo la naturaleza del modelo STEM exige reflexiones teórico-prácticas del desarrollo comprensivo y práctico de los contenidos formativos que componen el currículo; por lo que se estableció una secuencia metodológica que utilizó la estrategia de la reflexión-acción a través de tres momentos:

- a. Reflexión desde la práctica: partir de la experiencia y del saber acumulado.
- b. Análisis e interpretación de textos: el estudio personal de informaciones y análisis de documentos para contrastar y comprender procesos.
- c. Propuestas y compromisos: definir procesos de recolección de información para desarrollar investigaciones bibliográficas a fin de mejorar el dominio

de contenidos y hacer con ello énfasis en el debate y la sistematización permanente del trabajo en tándem (docente-estudiante) y grupal, así como la promoción de la responsabilidad en su propia formación como académica, en un aprendizaje centrado en retos y problemas.

“

Desde hace un par de años
fue apareciendo en la palestra
educativa un término que
ha estado despertando la
curiosidad académica”



Capítulo 1

Orígenes del Modelo STEM: un complejo inicio de una perspectiva innovadora

Desde hace un par de años fue apareciendo en la palestra educativa un término que ha estado despertando la curiosidad académica para entender y comprender mejores formas de acercar la ciencia a contextos educativos áulicos; nos referimos al término Modelo STEM.

En un primer acercamiento diremos que el Modelo STEM hace referencia a un enfoque educativo que integra contenidos matemáticos y científicos, utilizando el proceso de diseño de ingeniería con el fin de desarrollar, a través del trabajo en equipo y el uso de tecnologías, soluciones a problemas del mundo real, concatenados con el proceso de enseñanza-aprendizaje suscitado dentro del aula.

Las primeras investigaciones bibliográficas arrojan información de que el Modelo STEM tiene sus orígenes en la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), que fundó el Proyecto 2061, en el año 1985, con el propósito de ayudar a todos los ciudadanos estadounidenses a alcanzar una adecuada instrucción en las ciencias, las matemáticas y las tecnologías. Este trabajo le mereció la reputación como “el más visible intento de reformar la educación científica en la historia de los Estados Unidos”.¹

La información recabada indica que el Proyecto 2061 comenzó su trabajo en 1985, año en el que el mundo se preparaba para el avistamiento del cometa Halley, que se vio en esa ocasión, en 1986, desde el planeta Tierra. La idea fundamental partía del hecho de que los niños que iniciaban el curso de sus estudios en ese año (1986) tendrían la oportunidad de ver el retorno del cometa Halley en el año de 2061, lo

¹ Dato conferido de *Organization of Economic Cooperation and Development*, 1996.

cual serviría de recordatorio de que la educación actual determinará su calidad de vida cuando estos niños alcancen su mayoría de edad en el siglo XXI y hayan sucedido profundos cambios científicos y tecnológicos.

Se puede, entonces, considerar que es el Proyecto 2061 de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) quien dio vida al planteamiento de un Modelo Educativo centrado en la enseñanza de las matemáticas, las ciencias y las tecnologías. En la publicación inicial denominada *Ciencia: conocimiento para todos de 1989*, el Proyecto 2061 estableció las recomendaciones sobre lo que todos los estudiantes deben saber o ser capaces de hacer en ciencia, matemáticas y tecnologías al graduarse de la escuela preparatoria (bachillerato). Por lo que ese documento fijó la base para el movimiento nacional de estándares científicos en los años noventa.

En la perspectiva histórica del Modelo STEM existen otras afirmaciones sobre su origen; para el caso (Sanders, 2009) manifestaba que el término STEM es el acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), es importante considerar que el término fue acuñado por la National Science Foundation (NSF).

Para otros autores, el fundamento histórico del modelo STEM se debe en gran medida al aporte del profesor Ronald Thornton, de Tufts University, quien en el año 1986 presentó los “Laboratorios Asistidos por Microcomputadoras para el alumno principiante en ciencias”, que para ese momento se percibió como el punto de partida del uso de herramientas para laboratorios escolares y universitarios, que permiten la conducción del alumno hacia la obtención, la visión y el análisis de la información.

La visión formativa de Thornton era que dichos laboratorios ofrecieran a los alumnos un poder sin precedentes para explorar, medir y aprender acerca del mundo de las ciencias, ya que se consideraba que era necesario para resolver los problemas de la sociedad en general: formar alumnos que puedan aprender acerca del mundo de las ciencias.

El aporte de Thornton facilitó que el Modelo STEM se convirtiera en una nueva apuesta por mejorar la educación de las nuevas generaciones por medio de la gran variedad de laboratorios en el mundo, que compartan una base formativa enfocada en ciencias, matemáticas, ingeniería y tecnologías, para darle un sentido propio al Modelo pedagógico STEM, donde todos los laboratorios desarrollen experiencias basadas en la investigación científica, utilizando nuevas tecnologías con el mismo fin: capacitar a los alumnos para entender, comprender y reflexionar sobre las ciencias.

Estudios presentados en el año 2018 permiten dar algunas ideas de lo que implica un Modelo STEM en contextos educativos, tal es el caso del documento *El modelo STEM y el aprendizaje activo basado en proyectos: una experiencia exitosa con estudiantes preuniversitarios*, que señala lo siguiente:

La enseñanza moderna debería hacerse de una forma tal, que se combinen todas estas áreas (ciencia, tecnología, ingeniería e innovación); esta idea nos llevará al concepto moderno de educación, conocido como STEM (en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), acuñado por la Fundación Nacional de Ciencia (en inglés: *National Science Foundation* – NSF) en los años 90 (Paredes, Picardo & Torres, 2018).

Desde el planteamiento de estos autores, usar el Modelo STEM hace más sencilla la planificación de actividades centradas en Ciencias y Matemáticas, considerando además cómo la competencia STEM en el proceso de enseñanza y aprendizaje destaca una intención integradora que supone la creación de una nueva disciplina basada en la conjugación de otras, conformando así un puente interdisciplinario con identidad propia, por lo que STEM enfatiza una estrategia educativa interdisciplinaria, donde los conceptos académicamente rigurosos se acoplan a lo real; es decir, se ponen en práctica la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos relacionados con la escuela, la sociedad, el deporte y el trabajo.

A modo de cierre de este apartado es importante destacar que el modelo STEM es un término muy recurrente, esto se debe en gran medida al uso que se le otorga para agrupar la labor académica de mantener el predominio de la ciencia, la tecnología y la innovación, en una visión educativa que dé respuesta a las necesidades de una sociedad cambiante, innovadora y con perspectiva tecnológica.

Bajo otra óptica, se puede argumentar que el mismo hecho educativo busca en el modelo STEM concretar una mejor proyección de formación profesional y técnica, donde el proceso de enseñanza y aprendizaje se pueda fortalecer mediante el apoyo directo a la educación de las matemáticas, las ciencias, la ingeniería y las tecnologías.

El modelo STEM tiene un enfoque multidisciplinario debido a esa aproximación de contenidos con diversas partes de la ciencia o áreas del conocimiento científico, donde las ciencias, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería se funden en sus objetivos, en su propuesta curricular y en un sistema de evaluación en el cual se considere que los estudiantes puedan entender las nuevas realidades económicas y sociales que predominan en el mundo, sin dejar de lado el alto valor que tiene el fomento de un aprendizaje integrado al aprendizaje basado en enfoques situacionales, donde el principal propósito del trabajo colectivo sea aplicar soluciones a problemas del mundo real, como un acompañamiento a la comprensión multidisciplinaria de las acciones que llevamos a cabo para generar un aprendizaje activo, experimental, o por proyectos donde las disciplinas referidas se unifiquen.

Para finalizar y considerando de forma breve un pincelazo del origen del modelo STEM, en el documento presentado por la Corporación de Fomento de la Producción del Gobierno de Chile y Fundación Chile señala que:

La educación STEM es una aproximación interdisciplinaria al aprendizaje en la que los conceptos académicos rigurosos se deben acoplar a las lecciones del mundo real, dejando espacio para la comprensión de todas las disciplinas que

integran STEM para apoyar a sus estudiantes con su aprendizaje cruzando diferentes asignaturas y situando el conocimiento de contenidos en un contexto mayor.²

Bajo los argumentos anteriores, El Salvador es una nación que dibuja una especial realidad donde convergen la pobreza y la violencia como problemas que afectan en gran medida a su sistema educativo; pero con la visión de dirigir su perspectiva de desarrollo hacia una economía cimentada en el conocimiento. Por cuanto que una economía de esta naturaleza motiva a reflexionar y repensar la forma en que estamos educando a nuestros niños y jóvenes.

Un estudio sobre la aplicación del modelo STEM entre naciones hermanas latinoamericanas buscará superar el enfoque educativo actual, centrado en la transmisión de conocimientos, la memorización y la resolución de problemas conocidos, para entregar a las nuevas generaciones de estudiantes las herramientas para desenvolverse con éxito en un mundo exponencialmente tecnológico que deba enfrentar nuevas tensiones globales en la construcción de nuevos tejidos sociales y pensar sobre la intervención del hombre para darle búsqueda a problemas aún desconocidos.

Frente a ello la Universidad Francisco Gavidia y su Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación comparten una propuesta vanguardista de cómo una educación basada en el Modelo STEM da paso a la implementación de una metodología que busca reducir los niveles de violencia en las escuelas públicas y mejorar su eficiencia y eficacia educativa, integrando para ello los conocimientos de disciplinas científicas establecidas en el modelo ya mencionado.

² Conferido de: Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento: Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM. Octubre 2017.

“

STEAM podrá vincular la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje, no sólo como una herramienta para acceder a la información que se convertirá en conocimiento, sino para propiciar el desarrollo de la creatividad y la capacidad de innovación”



Capítulo 2

Objetivos 2030 como acercamiento a una propuesta STEM

Una breve panorámica de la urgente necesidad de aplicación de una intervención contra la violencia escolar, recurriendo a al modelo STEM, facilita un acercamiento a la mirada internacional que le hace UNICEF al Modelo STEM.

Para los propósitos de esta obra bibliográfica, se establece que la propuesta de aplicación del Modelo STEM como un mecanismo que ayude a la disminución de la violencia escolar, busca integrar dentro del desarrollo curricular al cual se someten los estudiantes de las escuelas públicas que deciden implementar esta metodología, una serie de temáticas formativas y actividades académicas que potencian un marco general y referencial que ayuda a la comunidad docente a implementar un esquema didáctico que potencie la eficiencia y la eficacia educativas de los estudiantes, trayendo como lógica consecuente una disminución de los actos de violencia o hechos vandálicos que se suscitan día tras día en ambientes escolares violentos con aulas disruptivas.

En este apartado se intenta vincular cómo los Objetivos de Desarrollo Sostenible contenidos en la Agenda 2030 de Naciones Unidas, dieron paso a que:

...A partir del 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaran un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. En donde cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años.³

3 Conferido de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (consultado en noviembre de 2018).

Para el caso de la educación, la Agenda 2030 de Naciones Unidas se auxilia del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, contenido en el documento denominado *Informe de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas* el cual dice lo siguiente: “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos”. Esto da el primer paso para generar un vínculo directo entre la necesidad de aplicación del Modelo STEM como una estrategia de abordaje a la violencia escolar en cuanto que la educación es la clave para poder alcanzar otros Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y buscar con ello acceder a una educación de calidad y así escapar del ciclo de la pobreza.

La sola intención de considerar al modelo STEM como una estrategia de intervención que apoye y fortalezca los modos y los medios para la mejora educativa hace que el argumento de Naciones Unidas, donde manifiesta que “el desarrollo de sistemas educativos que fomenten la educación inclusiva de calidad y que promueven las oportunidades de aprendizaje permanente para todos”,⁴ genere un ideario para que las instituciones educativas públicas puedan enriquecer con valores y principios filosóficos el camino formativo que los conduzca a identificar los retos pedagógicos que demanda el sistema educativo, definiendo con ello los componentes que se consideran necesarios para que la institución cumpla de mejor manera con el gran objetivo de formar estudiantes competentes, para desarrollarse con éxito en los entornos sociales y económicos.

Al respecto del párrafo anterior y en consonancia con la idea de asumir al Modelo STEM como una estrategia de intervención que apoye y fortalezca los modos y los medios para la mejora educativa, encontramos la intervención de la Dra. Viviana Angélica Costa, académica de gran trayectoria, que se desempeña como coordinadora del Instituto de Metodologías Alternativas para la enseñanza de las ciencias de la Universidad Nacional de La Plata, donde manifiesta que el Modelo STEM es un valioso mecanismo que ayuda a enfrentar las problemáticas relacionadas con la enseñanza y el

4 Conferido de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Hanoi/2030_Brochure_SP.pdf (consultado en noviembre 2018).

aprendizaje, fijando postura sobre el hecho de que existen numerosas investigaciones que proponen, desde enseñar con problemas reales, incorporar tecnologías y articular contenidos a estudiar, con otras ciencias.

Sobre ello, Costa argumenta lo siguiente:

Estas propuestas contenidas en el modelo STEM, se encuadran a su vez, en teorías que manifiestan la importancia de instaurar cambios epistemológicos, didácticos y pedagógicos, en los senos de las instituciones educativas, convirtiendo al estudiante en un actor activo del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Es posible incentivar a nuestros estudiantes a elegir carreras relacionadas con la ciencia y la ingeniería, mediante la motivación durante el trayecto escolar con modos de aprendizaje del estilo STEAM, ya que posee un enfoque de enseñanza transdisciplinar (STEM) en el cual el estudiante aprenderá los conocimientos de una forma integrada, conectando conceptos de diferentes disciplinas y lograría la comprensión de un concepto más rico y de mayor alcance, que si lo aprendiera del modo habitual dentro de los límites de cada campo disciplinar.

Además le permitiría al estudiante construir conexiones entre conceptos de distintas disciplinas. Asimismo, el estudiante desarrollaría competencias para combinar prácticas de dos o más disciplinas para resolver un problema o un proyecto, obteniendo el conocimiento desde distintas miradas que puede dar lugar a las innovaciones. (Rizzo, 2018)

De forma categórica Costa deja establecido que:

STEAM podrá vincular la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje, no sólo como una herramienta para acceder a la información que se convertirá en conocimiento, sino para propiciar el desarrollo de la creatividad y la capacidad de innovación, provocando aprendizajes que difícilmente ocurrirían en un aula de clases habitual.

El Modelo STEM, desde la panorámica que brinda la Agenda 2030 de Naciones Unidas, no plantea un distanciamiento ni cambios profundos sobre lo que los sistemas educativos han venido realizando en América Latina; más bien y para el caso de esta obra bibliográfica, lo que se busca es retomar los grandes avances que se han logrado en el mundo de las ciencias, tecnologías, ingenierías y las matemáticas para crear cuadros formativos en el conglomerado estudiantil a fin de responder a los retos que la globalización y la sociedad del conocimiento plantean en la construcción de la Escuela del Siglo XXI.

Por lo tanto, el Modelo STEM, dentro de una propuesta integradora para combatir el flagelo de la violencia escolar y tal como lo propone en el contexto educativo Naciones Unidas, ayuda a continuar fomentando el compromiso de los Estados Miembros con el derecho a la educación y el concepto del aprendizaje a lo largo de la vida, como principio clave de una reforma holística y a escala sectorial de la educación, y como respuesta a los desafíos socioeconómicos emergentes. Dicho de otra forma, utilizar el Modelo STEM en instituciones educativas con graves problemas de violencia escolar, permite que el aprovechamiento de la ciencia, la tecnología, la innovación y el conocimiento puedan potenciar en mejor forma la capacidad de aprendizaje de los estudiantes.

El potencial del Modelo STEM queda de manifiesto al poder generar un campo de trabajo pedagógico que asume los Objetivos de Desarrollo 2030 de la Agenda de Naciones Unidas. Comprometiéndose a incorporar en el quehacer docente la tarea de contribuir en la formación de estudiantes con una visión de agentes de cambio, tratando además que el mismo ejercicio docente desarrollado pueda refrendar la confianza que la sociedad deposita en la escuela, y con ello el docente pueda ratificar su compromiso de participar activamente en el proceso de transformación de la sociedad y en la solución de los problemas que la aquejan, a través de la ampliación de la cobertura y la impartición de una educación de calidad, inclusiva y con equidad.

El análisis desde varias perspectivas del Modelo STEM y su vínculo directo con los Objetivos de Desarrollo 2030 de la Agenda de Naciones Unidas, se aborda gracias

al valioso aporte de los académicos Santiago Alfredo Díaz Azuara y Abigail Damián Zitzihua, quienes en su calidad miembros de la Comunidad de Educadores para la Cultura Científica de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, proponen un marco comparativo en donde el Objetivo de desarrollo número 4 manifiesta afinidad directa con una educación STEM, para lo que presentan el siguiente cuadro:

Cuadro 1

Comparación de objetivos de desarrollo sostenible número 4 y el modelo STEM⁵

Objetivos de Desarrollo 2030 Objetivo número 4	Vínculo con el Modelo STEM
Garantizar una educación inclusiva.	Que todos tengan la oportunidad de convertirse en innovadores, educadores, investigadores y líderes, capaces de resolver los retos más demandantes que enfrenta la sociedad como país y el mundo.
Garantizar una educación equitativa y de calidad.	Que exista equidad para todos en todos los lugares.
Promover oportunidades de aprendizaje para todos durante toda la vida.	Que todos los estudiantes desarrollen su máximo potencial en cualquiera de las cuatro disciplinas.

Como cierre del apartado es importante dar a conocer que la UNESCO, en su afán por darle una importante profundidad al análisis práctico del Modelo STEM, elaboró un informe mundial titulado *Descifrar las claves: la educación de las mujeres y las niñas en materia de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*, “que proporciona una cartografía de la situación de las niñas y las mujeres en la enseñanza de las disciplinas STEM y descifra los factores que dificultan o facilitan la participación, los logros y la continuación en los estudios de las niñas y las mujeres en el ámbito de las STEM”.⁶

⁵ Conferido de <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-educacion-STEM-CTIM-te-va-a-gustar> (consultado en agosto 2018).

⁶ Conferido de <http://es.unesco.org/themes/educacion-igualdad-genero/stem/trabajo>

Este documento toma el rol de ser la primera fuente bibliográfica que documenta los factores de la disparidad de género del Modelo STEM a escala mundial, logrando, mediante este importante ejercicio investigativo, que la UNESCO pudiese crear una base sólida de conocimientos en materia de desigualdades de género en la enseñanza STEM y proporcionar recomendaciones para la elaboración de políticas fundadas en datos fehacientes, dirigidos a los ministerios de Educación e interlocutores correspondientes.

(consultado en noviembre 2018).

“

Una Didáctica STEM parte de la premisa que enseñar Ciencia, Tecnología, Matemáticas e Ingeniería, requiere de una pedagogía cuyas técnicas y métodos de enseñanza se apliquen en un sistema de Aprendizaje Basado en Problemas o Proyectos (ABP)”



Capítulo 3

Didáctica del Modelo STEM: un acercamiento al fenómeno

La gran relevancia de innovar en una propuesta que permita formar estudiantes en habilidades y competencias centradas en **ciencias como tecnología, ingeniería y matemáticas**, permite que dichas disciplinas sean parte indispensable en la construcción de procesos de enseñanza y aprendizaje innovadores; esto se debe a que dichas disciplinas, bajo la adecuada conducción del docente, permitan en los estudiantes consideraciones fundamentales para las sociedades tecnológicamente avanzadas como la nuestra.

Pensar en una innovación educativa es considerar que la educación contiene todos los campos STEM, por lo que un mundo moderno tiene que llevar al aula todo el potencial STEM para potenciar la creatividad y la innovación en la resolución de los problemas de la vida diaria (Ortega, 2016).

La didáctica del Modelo STEM considera que la estructura metodológica de las actividades formativas con las que el docente trabaja los contenidos programáticos diarios debe contener una alta dosis innovadora, creatividad y perfilada a la adquisición de un pensamiento crítico, en el que la colaboración y la resolución de problemas sean canalizadas por medio de aplicaciones prácticas de un conocimiento vital en el mundo real. No obstante, es imposible olvidar que dentro de las latitudes educativas de América Latina, algunas de las dificultades que enfrenta una propuesta innovadora como el modelo STEM consiste en el hecho de que, para una correcta y adecuada promulgación de una educación que impulse el uso de las ciencias, las tecnologías, las matemáticas y las ingenierías, se necesita de un cuerpo de docentes altamente calificados que conozcan y entiendan los objetivos que persigue esta implementación de disciplinas en un ejercicio formativo; además, es valioso reconocer que un Modelo STEM demanda de buena inversión en equipo tecnológico e infraestructura adecuada, algo que

en la triste realidad de la gran mayoría de países del tercer mundo está muy distante de poder canalizar.

Como parte del análisis en curso, se indica que un último obstáculo que debe hacer frente la ejecución de una educación STEM es el hecho de que en algunos países desarrollados el apoyo al sector educativo por parte de la empresa privada es algo que se considera como uno de los pilares fundamentales que sostienen la existencia de un Modelo STEM en escuelas del sector público. No obstante, en América Latina es muy débil el impulso a este modelo por parte de la industria, muy a pesar de que estos programas son vitales para los sistemas económicos en donde cada día se vuelve más necesario el fomento de carreras tecnológicas. Como parte del proceso formativo de una perspectiva didáctica sobre el Modelo STEM, Marlio Paredes plantea que la enseñanza moderna debería hacerse de una forma tal, que se combinen a las ciencias, las tecnologías, las matemáticas y las ingenierías en una idea moderna que destaca una intención integradora, lo que supone la creación de una nueva disciplina basada en la conjugación de otras, conformando así un puente interdisciplinario con identidad propia (Paredes *et al.*, 2018).

Bajo el constructo propuesto por Paredes, el modelo STEM intenta ser concebido como una estrategia educativa interdisciplinaria, donde los contenidos académicos deben contar con una rigurosa estructura didáctica y evaluativa, vinculada directamente con el mundo real; es decir, un aprendizaje que se acople a sus necesidades y cuya aplicación se implemente por medio de un Aprendizaje Activo Basado en Proyectos. En opinión de Paredes, el aprendizaje activo recurre a la metodología del aprendizaje basado en proyectos, el cual define como un método instruccional en el que existe un involucramiento directo de los estudiantes en la forma en la cual adquieren el conocimiento. Para este académico, el aprendizaje activo requiere que los estudiantes desarrollen actividades de aprendizaje significativo, obligándolos a pensar en lo importante e implica la actividad formativa ejecutada en la clase. Según Prince (2014), citado por Paredes *et al.* (2018), los elementos básicos del aprendizaje activo son la actividad del estudiante y su compromiso con el proceso de aprendizaje, siendo uno de los primordiales la interacción social dentro de los grupos de estudiantes para la obtención del aprendizaje deseado.

A partir de lo anterior se puede inferir que una correcta secuencia de actividades de un aprendizaje STEM, deberá acompañarse con una planificación didáctica que considere potenciar los conocimientos sobre la base de habilidades prácticas y, además, privilegie el uso de la razón y la capacidad de reflexión, antes que cualquier método memorístico y de poco impacto en el estudiante, haciendo hincapié en que son los profesores quienes deben proponer un tema problemático para su estudio, y deberán ser los estudiantes quienes decidan cómo abordarlo.

Por otro lado, encontramos que una de las formulaciones más completas sobre la función didáctica de una educación STEM se encuentra en los planteamientos vertidos por la Angélica Rocha, docente de la Universidad del Valle de Guatemala. Ella sostiene que un modelo STEM posee competencias necesarias para la incorporación de los jóvenes a carreras científicas y fundamentales para los nuevos contextos, competencias que se explican mejor en el siguiente cuadro.

Cuadro 2

Competencias didácticas del modelo STEM.⁷

Competencia STEM	Componente derivado de la competencia STEM
Pensamiento crítico	Razonamiento Análisis Toma de decisiones Solución de problemas
Comunicación y colaboración	Claridad para transmitir ideas Capacidad de escucha Respeto Flexibilidad
Alfabetismo digital	Uso y gestión de la información Análisis y producción de multimedia Pensamiento computacional
Creatividad y emprendimiento	Técnicas de creación Capacidad de observación Actitud positiva frente al fracaso

⁷ Elaborado con información de Rocha, Angélica; “Introducción a las características principales de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática)”; Universidad del Valle de Guatemala; 2017.

Apegados a la reflexión de Rocha, la justificación de una educación STEM adquiere gran valor en la medida en que anima a los estudiantes a utilizar habilidades de pensamiento de orden superior, logrando así que los estudiantes apliquen conocimientos adquiridos de otras materias, para lograr canalizar la estimulación de la creatividad y la innovación, procurando facilitar la colaboración y el trabajo en equipo, hasta lograr que el docente pueda motivar a los estudiantes a ser perseverantes aprendiendo de sus errores. Rocha propone 4 enfoques metodológicos de los que debe partir cualquier intención de aplicación del Modelo STEM, vertientes que se detallan a continuación:

1. Proyectos de aprendizaje basados en problemas.
2. Vincular la ciencia con la ingeniería.
3. Aprendizaje por indagación.
4. Pensamiento computacional.

Véase a continuación el siguiente cuadro, en el que se aborda con mayor detalle cada uno de los enfoques metodológicos sostenidos en una educación STEM a partir de la propuesta hecha por Angélica Rocha.

Cuadro 3

Competencias didácticas del modelo STEM⁸

	Conformado por	Resumen de su contenido fundamental
Modelo STEM	PBL	<p>Proyectos de aprendizaje basado en problemas <i>(Problem Based Learning Projects)</i></p> <p>Se fundamenta en estos aprendizajes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje basado en proyectos (John Dewey, 1918). - Aprendizaje basado en problemas (Escuela Medicina, 1960). <p>Con su implementación busca en el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Conexión al mundo real-problemas auténticos. *Construcción de soluciones/productos. *Colaboración y trabajo en equipo.

⁸ Cuadro hecho por el autor con datos de Elaborado con información de Rocha, Angelica; "Introducción a las características principales de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática)"; Universidad del Valle de Guatemala; 2017.

	Conformado por	Resumen de su contenido fundamental
Modelo STEM	EDP	<p>Vincular ciencia e ingeniería <i>(Engineering Design Process)</i></p> <p>Se fundamenta en: * Profundizar y aplicar contenidos científicos y matemáticos</p> <p>Con su implementación busca en el estudiante: * Incorporar en el hecho educativo un proceso de diseño de la ingeniería basado en: identificación del problema, investigación, proponer soluciones, seleccionar la mejor solución, construir un prototipo, probar y evaluar la solución, comunicar la solución y rediseñar la solución.</p>
	IBL	<p>Aprendizaje por indagación <i>(Inquiry Based Learning)</i></p> <p>Se fundamenta en: * La indagación es un estado mental, caracterizado por la investigación y la curiosidad.</p> <p>Con su implementación busca en el estudiante: * Búsqueda de información a través de preguntas poderosas. * Convertir datos en conocimiento útil. * Estimular el entendimiento de conceptos.</p>
	CT	<p>La tecnología como herramienta y producto <i>(Computational thinking)</i></p> <p>Se fundamenta en: El Pensamiento Computacional, el cual se asume como un proceso involucrado en la formulación de problemas de manera que se permitan usar computadoras y otras herramientas para solucionarlos.</p> <p>Con su implementación busca en el estudiante: Organizar datos de manera lógica y analizarlos. Representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones.</p>

En resumen, una didáctica del Modelo STEM parte de un cuerpo profesional docente en donde los educadores pueden aportar, durante el ejercicio de sus clases, una diversidad de soluciones al planteamiento de un solo problema, tratando de manera complementaria de llenar cualquier vacío en la curva de aprendizaje de

los estudiantes ya que en una lógica STEM, los vacíos de aprendizaje afectan de manera directa la lógica racional que demanda un pensamiento creativo y resolutivo. Retomando al psicólogo maltés Edward de Bono, quien en su calidad como profesor de la Universidad de Cambridge, considera que en una profunda y lógica búsqueda, los seres humanos siempre deben aspirar al mejor enfoque posible de canalizar sus ideas, considerando para ello la siguiente argumentación:

Potenciar un análisis y reflexión en el aprendizaje conlleva a la mejor solución de los problemas, mientras que en la búsqueda de un pensamiento lateral se aspira al desarrollo de un gran número posible de enfoques, prescindiendo de su valor práctico real cuando se llega a un enfoque satisfactorio. (de Bono, 1992)

Dicho de otra forma, el Modelo STEM ayuda al estudiantado a encontrar en su proceso de metacognición, un pensamiento lateral que pueda reconocer la calidad de un enfoque satisfactorio, pero que continúa la búsqueda de enfoques alternativos. Un ejemplo práctico puede ser, enseñar en una clase de matemáticas cómo se obtienen los márgenes porcentuales y cómo ello ayuda a conocer el valor real de un producto con un cierto porcentaje de descuento o cuando en un restaurante se nos indica que debemos aumentar al valor de la cuenta un 20 % de propina, por citar algunos ejemplos. Al final del proceso de aprendizaje, un docente enfocado en el Modelo STEM se auxilia de mecanismos lógicos para canalizar alternativas viables a problemas reales que, con la ayuda de cierto sentido común, ayudan a encontrar una solución adecuada.

Para otros académicos, como el pedagogo de origen noruego, Eigil Arngeir Andersson, de la Universidad de Bergen, en Oslo, la estructura de un modelo STEM se condiciona por la siguiente idea:

Una didáctica STEM, tiene que buscar competencias en el cuerpo docente que le faciliten por medio de

1. Acciones formativas,
2. Desarrollo de estrategias y habilidades que contengan componentes afectivos,
3. Estrategias de control del contexto,

4. Interacción social,
5. Manejo de recursos,
6. Procesos de la información,

Pero sobre todo estrategias metacognitivas autorreguladas; que le ayuden al estudiante a entender que dichos contenidos, son poseedores de un enfoque aplicado que da mayor importancia en cómo se aprende y se aplica un conocimiento para la vida real. De tal forma que al final del proceso educativo, el docente obtenga de sus estudiantes actitudes y habilidades STEM con apego a un conocimiento significativo, vivencial y centrado en proyectos colaborativos. (Andersson, 2015)

Bajo la misma línea argumentativa de Andersson para justificar lo que busca una didáctica STEM, también aparece en la palestra de la opinión académica de instituciones como el Banco Mundial que propone algunas nuevas tendencias que al igual que el modelo STEM, pueden transformar significativamente las aulas de América Latina.

El Banco Mundial afirma que:

...con cada año adicional de escolarización, los ingresos de una persona aumentan entre un 8 % y un 10 %, especialmente en el caso de las mujeres. Pero asistir a la escuela no es suficiente, pues se considera que una escuela deberá brindar educación de calidad que permita brindarle a los educandos, las herramientas necesarias para afrontar un mercado laboral cada vez más competitivo.⁹

En consistencia con el párrafo anterior, Banco Mundial habla de **formas innovadoras de enseñanza** y de cómo las nuevas tecnologías pueden ayudar a

⁹ Conferido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2018/08/08/las-tendencias-que-pueden-transformar-las-aulas-de-america-latina> (consultado en noviembre 2018).

superar estos desafíos profesionales del mundo moderno, ya que, con el uso de dichas tecnologías, se potenciaría la educación como motor de desarrollo, para contrarrestar la desigualdad y reducir la pobreza en América Latina y el Caribe. Por consiguiente, Banco Mundial propone cuatro tendencias que pueden transformar las aulas de la región las cuales se describen en el cuadro siguiente:

Cuadro 4

*Las tendencias que pueden transformar las aulas de América Latina*¹⁰

Tendencia	Fundamentación
El poder del cerebro	<p>En la fundamentación contenida en esta tendencia se menciona que los nuevos hallazgos sobre el cerebro humano tienen un lugar prominente en el futuro de la educación.</p> <p>Los expertos sostienen que la manera en que el cerebro aprende y procesa la información, tiene que ser el nuevo paradigma para una reforma educativa, especialmente para impulsar la alfabetización y el desarrollo cognitivo de los niños.</p> <p>En la mayoría de los países, prácticas de enseñanza obsoletas limitan la capacidad de aprendizaje al centrarse en contenidos no vinculantes y de memoria, en lugar de enfocarse en habilidades y competencias.</p>
Clases más allá del salón	<p>Acá se le hace señalamiento a la forma en que las nuevas tecnologías ayudan a potenciar los aprendizajes por medio de la eliminación de las barreras que impidan dichos avances.</p> <p>Recursos como cursos <i>online</i> masivos y abiertos (MOOC) podrán colaborar con personas con acceso limitado a la educación; mediante una formación interactiva, virtual y práctica promueve el aprendizaje continuo a lo largo de la vida, respetando los intereses y necesidades de cada persona.</p> <p>Según esta tendencia, mediante la tecnología se podrán simplificar las dudas más comunes sobre tareas o consultas administrativas dentro de las instituciones educativas.</p>

¹⁰ Cuadro hecho por el autor, con datos conferidos de “Cuatro tendencias que pueden transformar las aulas de América Latina”, nota periodística publicada por “El Informador”, consultada en <https://www.informador.mx/suplementos/Cuatro-tendencias-que-pueden-transformar-las-aulas-de-America-Latina-20180811-0108.html> (diciembre 2018).

Datos grabados	En esta tendencia se hace una clara alusión a la manera más conveniente de asegurar la integridad y la validez de los datos. Para ello se busca recurrir a tecnologías de validación de datos como respuesta inmediata a la descentralización administrativa, buscando la transparencia y la efectividad, se evita la burocracia innecesaria y se reducen costos.
Un sistema educativo de calidad	De conformidad con la perspectiva de esta tendencia, una educación de calidad es una de las maneras más efectivas para que los países puedan reducir la pobreza y potenciar el crecimiento económico. Desafortunadamente, datos del Banco Mundial señalan que solo el 42 % de los estudiantes latinoamericanos de escuela primaria alcanzan los resultados esperados para su edad en Matemáticas. Demostrando con ello la urgente necesidad de los Gobiernos, de hacer inversiones inteligentes, equitativas y medibles, que permitan detectar qué políticas educativas funcionan y compararlas con otras prácticas internacionales que permitan identificar el éxito educativo de otras naciones.

Buscar establecer las bases pedagógicas que ayuden en la construcción de una didáctica STEM, es hacer del hecho educativo un proceso integrador en el que los conglomerados estudiantiles puedan aprovechar las clases y el desarrollo de sus contenidos para aprender y desarrollar nuevos conocimientos y competencias con los cuales puedan integrarse de manera más fácil y productiva a los tejidos sociales.

Marla Rebecca Orduñez de Hinojosa, del Instituto de Formación Continua STEM con sede en Houston, Texas, manifiesta el carácter relevante de una estructura pertinente en la construcción de una didáctica STEM, al argumentar lo siguiente:

Una Didáctica STEM parte de la premisa que enseñar Ciencia, Tecnología, Matemáticas e Ingeniería, requiere de una pedagogía cuyas técnicas y métodos de enseñanza se apliquen en un sistema de Aprendizaje Basado en Problemas o Proyectos (ABP), para canalizar todo el soporte de un pensamiento crítico y dinamizador que ayude al estudiante a trabajar en equipo con sus demás compañeros, motivando de esa manera una constante comunicación entre los estudiantes, donde además logren despertar una capacidad de razonamiento

y análisis para potenciar la creatividad y la concentración e innovación de aquellas ideas que mejoren sus capacidades y competencias para la resolución de problemas (Orduñez, 2017).

Después de haber establecido sobre la palestra del análisis crítico un acercamiento a una didáctica STEM, se concluye que entre la postura de Ortega Vazconsuelos, Andersson y Orduñez de Hinojosa, es válido considerar que una educación STEAM puede ser una solución a los problemas de enseñanza y de aprendizaje, ya que ayuda a la mejor comprensión de las disciplinas que componen esta propuesta educativa, sobre la base del trabajo cooperativo y auxiliado de la implementación de proyectos complementarios, en donde el fin último será desarrollar competencias científico-tecnológicas.

En síntesis, el modelo STEM recurre a una metodología de enseñanza transdisciplinar en el cual el estudiante busca, con ayuda del docente, adquirir conocimientos por medio de la conexión de conceptos y las disciplinas STEM, quienes se encargan de dotar el marco teórico sobre el que se construyen competencias para resolver problemas o ejecutando propuestas de proyectos que fortalecen el conocimiento en forma innovadora.

3.1. Promoviendo una Educación STEM para el combate de la violencia escolar en la escuela pública

En las grandes aproximaciones teóricas que permiten entender cuán importante es establecer climas de paz y sana convivencia dentro de los ambientes educativos, es cuando todos los miembros de la comunidad educativa deben ver en la curiosidad de los estudiantes, el primer paso motivacional hacia una cultura científica.

Considerar al modelo STEM como un componente educativo que da apoyo al fomento del respeto a todo proceso de socialización escolar es entender que en la escuela se debe de promulgar una cultura de paz, respetar y conservar el espacio que ocupamos y de respetar toda forma de vida, empezando por el ser humano

como exigencia de una cultura de paz y de convivencia pacífica, en la que el diálogo y la comunicación sean los grandes baluartes en la resolución de conflictos dentro y fuera de la escuela.

La implementación de trabajos cooperativos por medio de la ciencia, la tecnología, la matemática y las ingenierías hace que los estudiantes pasen del contexto violento y agresivo a incorporarse a una dinámica formativa, donde el hecho formativo se construye con principios científicos que, acompañados del uso de los recursos tecnológicos, hace que sea posible proponer más ciencia y menos violencia.

Dicho de otra forma, cuando en las instituciones educativas se dispone combatir el acoso y la violencia escolar con una educación STEM, se debe centrar el aprendizaje en dinámicas activas que vuelvan atractivo el hecho educativo, para distanciar al educando de acciones que vayan contrapuestas a una cultura de paz y del bien común.

Desde que un docente se propone hacer más ciencia y menos violencia, deberá pensar en una acción formativa bien planificada, en donde pueda lograr que los estudiantes ejecuten sus tareas y actividades académicas con un alto sentido de responsabilidad y compromiso. Al respecto Oscar Picardo Joao al parafrasear a Víctor García Hoz dice:

La obra bien hecha es el medio de que el trabajo sea una fuente de alegría y al mismo tiempo factor operativo fundamental en la educación. Cuando los docentes o padres de familia exigimos la obra bien hecha inducimos una actitud orientada a trabajar del mejor modo posible la técnica, la estética y la moral, ya que los estudiantes deberán valorar en el ciclo de la producción los siguientes aspectos o interrogantes:

¿Están bien ideado lo que voy a hacer? (Pregunta por las alternativas y decisiones);

¿Nos hemos preparado bien para ejecutar esta tarea o actividad? (Pregunta por la planificación);

¿Estoy ejecutando todo con la calidad adecuada? (Pregunta sobre la eficiencia y calidad de lo que estoy haciendo);

¿Está bien acabada esta actividad? (Pregunta sobre la evaluación que hago al culminar);

¿Está bien valorado lo que he hecho? (Pregunta sobre la opinión de un tercero que pueda dar criterio) (Picardo, 2018).

La consecución de una educación STEM es precisamente una perfecta y adecuada interpretación de que “La obra bien hecha” es un asunto en donde el estudiante puede hacer la mejor proyección posible de un trabajo didáctico que lo aleje de cualquier intención de cometer conductas violentas, contrarias al respeto de sus docentes, compañeros y demás miembros de la comunidad educativa.

Por lo tanto, las interrogantes que deberán sostener la estructura pedagógica del modelo STEM con fines y propósitos formativos para el combate y abordaje a la violencia y acoso escolar, deben ser las siguientes:

- a. ¿Puedo poner todo mi empeño por hacer lo mejor posible esta tarea formativa?
- b. ¿Puedo hacer que con esta tarea se evidencie mi entrega y empeño por hacer el mejor trabajo?
- c. ¿Con la elaboración de la tarea puedo sentirme satisfecho de saber que me alejo de cualquier intención de provocar violencia dañando a los demás?

En efecto, la educación STEM como herramienta paliativa de la violencia escolar podrá alcanzar un éxito siempre y cuando se intente que los educandos busquen orientar sus esfuerzos académicos en la potenciación de sus inteligencias, capacidades, habilidades, competencias y destrezas con el trabajo cooperativo que claramente potencie un sentido de justicia y armonía en la construcción de mejores ambientes escolares.

En síntesis, tal y como lo menciona Picardo (2018) desde su perspectiva pedagógica: “la obra bien hecha” se comprende en el sentido estricto y completo como la existencia de una actividad bien realizada y el resultado verdaderamente bueno en todo su significado, tanto como acción personal o íntima (buenos deseos o sentimientos para hacer las cosas) o como resultado perceptible y objetivo (la evidencia de la calidad de un producto teórico o material).

Dicho de otra manera, el uso del modelo STEM como un mecanismo de apoyo a la erradicación de la violencia escolar será considerado exitoso siempre y cuando el conjunto de medidas llevadas a cabo en el centro para la prevención de dicho flagelo, sea valorado positivamente por los estudiantes y sean ellos mismos quienes puedan evidenciar la mejora de la convivencia en los centros escolares y que esta mejora tenga algún vínculo con las estrategias propias de planteamientos derivados de la ciencia, la tecnología, la matemática y la ingeniería; como por ejemplo, que sean los propios estudiantes quienes puedan recurrir al estudio de las estadísticas que les permitan identificar violaciones a los derechos humanos de la población estudiantil durante un lapso de tiempo, y retomar dicha información para empoderarlos de un conocimiento que les ayude a diagnosticar cuán necesaria es la aplicación de las normas de convivencia, en el sentido de promover la resolución de los conflictos con ayuda de acciones científicas y técnicas derivadas de un aprendizaje basado en problemas del mundo real.

La escuela latinoamericana demanda una urgente intervención para la instauración de climas de paz y sana convivencia en los ámbitos educativos, buscando que los estudiantes puedan ser entes protagónicos en la promoción de una democracia que fomente el respeto y la correcta aplicación de una justicia social. Siendo la Universidad Francisco Gavidia una institución educativa cuya misión institucional se basa en generar una formación de profesionales competentes, innovadores, emprendedores y éticos, mediante la aplicación de un proceso académico de calidad que les permita desarrollarse en un mundo globalizado, es que decide emprender un acercamiento entre la escuela pública y la promulgación de la ciencia y la tecnología; y para ello recurre a una educación STEM como insumo educativo que ayude a que la comunidad

educativa pueda lograr la consolidación de una cultura de paz, donde resida una serie de valores, actitudes y comportamientos que rechazan la violencia y evitan a toda costa la generación de los conflictos, tratando de atacar sus causas para solucionar los problemas mediante el diálogo y la negociación entre las personas.

3.2. La educación STEM como metodología para la superación académica, constructora de ambientes educativos de sana convivencia

La idea de ver en la educación STEM una herramienta activa para mejorar el rendimiento académico del estudiantado, supone para el docente que vive día a día el flagelo de la violencia escolar dentro de aulas disruptivas, una oportunidad de potenciar mediante la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, una eficiencia y una eficacia educativas donde el Modelo STEM ya comienza a dar frutos combativos frente al acoso y la violencia escolar.

Una metodología que centra sus formas de enseñanza en los campos de robótica, impresión 3D, la experimentación de fenómenos físicos con equipo de laboratorio e incluso la aplicación de principios científicos apoyados en la realidad aumentada; contribuye a que los estudiantes vean de manera más interesante y novedosa, la forma cómo aprenden, demandando para ello mayores niveles de atención y dedicación al estudio, por lo que sus pensamientos se alejan del acometimiento de acciones de violencia y acoso escolar. Esto se debe a que una educación STEM al ser más participativa se convierte en una experiencia formativa gratificante, exhaustiva; pero también se adopta la forma de un aliciente que tiene por atractivo académico y una mejor apreciación de lo que aprende el alumno en su centro educativo.

El Modelo STEM puede convertir la enseñanza de las ciencias en un proceso más digerible, ya que, con sus estrategias vuelve accesible y atractivo el conocimiento científico, para lo cual se vale de actividades prácticas que le permiten al estudiante conectar el conocimiento adquirido con su entorno e interpretar y entender aquello que le rodea. Pero todo ello no fuese suficiente sin el liderazgo o la capacidad de gestión del cuerpo docente, ya que la existencia por sí misma de un Modelo STEM no es garantía de

éxito educativo si, por ejemplo, no existiera la figura de un docente cuyas gestiones logran la donación de un equipo informático o de robótica, según sea el caso, una educación STEM no tuviese mayor repercusión en la calidad formativa de los estudiantes.

Una forma práctica de poder integrar el Método STEM en las escuelas, como parte fundamental de su currículo, es mediante talleres STEM, los cuales, arraigándose a una metodología dinámica con carácter participativo, permite a los estudiantes una mayor progresión de participación y motivación la ciencia y la tecnología, desarrollando en ellos capacidades y actitudes que serán fundamentales a lo largo de su vida profesional y personal.

En la misma sintonía de ideas se destaca la opinión de Jairo Botero Espinosa, ingeniero de la Universidad Nacional de Colombia, con amplia experiencia como investigador en el campo educativo y creador del Proyecto STEM Education Colombia. Botero argumenta lo siguiente:

Introducir nuevas formas de enseñar y aprender los fundamentos de la educación STEM *Science-Technology-Engineering-Mathematics*, nos permite conocer que la transformación de la educación está colaborando para preparar a los futuros ciudadanos para enfrentar los problemas globales y participar activamente en las posibles soluciones... Se debe reconocer además que la inclusión de la ingeniería en el currículo escolar debe tener en cuenta una instrucción integrada o interdisciplinaria que anime fuertemente a los docentes a dar un paso adelante para crear unidades y actividades STEM en su plan de trabajo curricular, asignando valor especial al rol de la tecnología en el aula escolar, donde además se presenta la ingeniería en el aula escolar como nuevo aspecto en pedagogía informacional. Por consiguiente, será el Aprendizaje Basado en Proyectos una de las herramientas fundamentales para llevar a los estudiantes a un nivel más profundo de conocimiento STEM (Botero, 2018).

Con base en lo anterior, una breve interpretación al pensamiento de Jairo Botero, dirige hacia la idea de que el modelo STEM ayudará a los estudiantes a potenciar su

formación educativa si aprenden habilidades STEM, auxiliándose de la exploración y del descubrimiento; todo ello como parte elemental de un aprendizaje continuo, pero en donde siempre existan condiciones de paz y respeto para la integridad de los estudiantes, pues un ambiente científico obliga a los estudiantes a demandar climas escolares pacíficos que resguarden las mejores condiciones para un aprendizaje significativo.

La arriesgada idea de aplicar una educación STEM como un componente metodológico que ayude al docente a trabajar con estudiantes y alejarlos de cualquier contexto de violencia y acoso, promueve que los educandos falten menos a la escuela, por lo que los niveles de deserción escolar bajan de forma drástica; además, ayuda a que estudiantes que en algún momento se vieron involucrados de manera protagónica en actos de violencia escolar, puedan volver su mirada a una innovadora propuesta STEM de cómo la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas tienen un lado atractivo, cuando el docente aplica las estrategias colaborativas que atrapan la curiosidad científica de los jóvenes.

Un refuerzo argumentativo de ello lo dan a conocer Suzie Allard y Edwin Cortez, quienes pertenecen a la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de Tennessee, Estados Unidos, y en su aporte bibliográfico titulado *Key Issues in STEM Specific Information Education: Lessons Learned at the University of Tennessee, USA (Aspectos fundamentales sobre la Educación STEM (enfoque interdisciplinario de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas/medicina: Lecciones aprendidas en la Universidad de Tennessee, Estados Unidos)* donde plantean tres grandes desafíos para la educación STEM, los cuales se describen a continuación:

El primer desafío de una educación STEM es encontrar el equilibrio adecuado entre el hecho de tener una comprensión multidisciplinaria y un conocimiento profundo sobre un tema. Sin embargo, la investigación científica también requiere un alto grado de conocimiento sobre un tema, lo que plantea un conflicto entre ser un agnóstico en el área de la ciencia y un especialista en el área de la ciencia.

Un segundo desafío es brindar a los estudiantes experiencias que les permitan iniciar un proceso de socialización de ingresar en el área de la ciencia. Si bien el aprendizaje en el aula es esencial, trabajar directamente con los científicos durante el proceso de educación proporciona un nivel de comprensión que promueve el éxito académico.

El tercer desafío es promover la diversidad entre los profesionales dedicados a las disciplinas científicas. Tradicionalmente, las mujeres y las minorías han estado subrepresentadas en las profesiones relacionadas con la ciencia. (Allard & Cortez, 2013)

Mientras que, por un lado, los desafíos de la educación STEM presentan por parte de Allard y de Cortez una comprensión multidisciplinaria y el conocimiento profundo sobre un tema, por otro lado, visualizan en la educación STEM un medio operativo que pueda brindar a los estudiantes experiencias que les permitan iniciar un proceso de socialización con el área de la ciencia y promover la diversidad en el estudio de estos importantes campos de la ciencia y la tecnología. No obstante, en opinión del Director General 3M México, Xavier Douellou, la esencia académica del modelo STEM es uno de los asuntos más urgentes de la actualidad, ya que dicho modelo ayuda de gran manera a poner fin a la brecha existente entre las carreras científicas y no científicas, elegidas por estudiantes, así como también finalizar con el enorme distanciamiento, de que las mujeres buscan dentro de su formación académica no vincularse con carreras contenidas en las áreas propias de este modelo, por considerarse que no son lo suficientemente femeninas.

Según la interpretación derivada del análisis de Douellou:

...la incorporación de una educación STEM puede generar oportunidades para que las economías crezcan, las sociedades progresen y que nuevos avances y descubrimientos se desarrollen bajo el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas, siendo estas características de las principales potencias mundiales en donde considerar invertir en la educación y proyectos STEM,

son reflejo de las necesidades que se comenzarán a incrementar en un futuro próximo y que se reflejará en la mayoría del mercado laboral (Douellou, 2017).

Douellou percibe que un compromiso con la educación STEM no tiene que limitarse al sector privado de la economía y asume que una colaboración en conjunto entre ambos, el ámbito público y el privado, ayudará a que los avances sociales y económicos pueden cambiar la forma en la que se desarrollan las sociedades a un ritmo más rápido y acelerado. Para cerrar el argumento de este autor, Douellou dice que ha sido la ciencia la que llevó a la Luna al hombre, además, ayudó a descubrir la cura de la polio, a implementar el internet; y lo más importante, que ha conectado al mundo bajo una misma meta de progreso, gracias a la intervención de una perspectiva STEM, el término de moda en el siglo XXI.

“

Una institución con un proyecto pedagógico STEM puede transformar el modelo escolar, haciéndolo más significativo y pertinente; esto, impactará en mayor interés en los estudiantes por aprender, lo cual significa mejor rendimiento, menos deserción y menos violencia”



Capítulo 4

La Universidad Francisco Gavidia y su gestión e implementación del Modelo STEM en la escuela pública salvadoreña / *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*

Siendo la violencia y el acoso escolar un fenómeno preocupante en la realidad educativa salvadoreña, la Universidad Francisco Gavidia (UFG) decide en el año 2017 incidir de manera significativa apoyando a tres centros escolares mediante la capacitación, la gestión y la implementación de un Modelo STEM como estrategia de intervención frente al fenómeno antes mencionado. De esta manera y bajo la dirección del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad Francisco Gavidia, en cooperación directa con *Arizona State University*, *The National Academy of Sciences* y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, se instauro el proyecto denominado *“Data Sciences Training and Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador”*.

Dicho Proyecto toma como punto de partida el Informe de UNESCO sobre la Ciencia 2015 (hacia 2030), el cual muestra que El Salvador ocupa un mal ranking en América Latina, en la capacidad de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Sin embargo, la mejora de la capacidad salvadoreña en CTI es un reto, ya que aproximadamente el 32 % de la población en 2014 vivía por debajo del umbral de pobreza nacional; el país está plagado de violencia de las maras y entre los países que no están en guerra. El Salvador tuvo la tasa más alta del mundo en asesinatos en 2015 (6,600 homicidios, de una población de 6,3 millones).

Conociendo lo planteado, se debe considerar que el proyecto STEM promovido por la UFG busca aumentar la capacidad de CTI en El Salvador, abordando la delincuencia y la inseguridad en el país. Para ello, el proyecto puso en marcha un programa de formación en ciencias de datos y un programa de investigación bajo la responsabilidad directa de la UFG para 30 participantes salvadoreños. Los

participantes del Programa fueron 10 estudiantes de la UFG, 10 de instituciones judiciales salvadoreñas o de las Facultades de Derecho, y 10 maestros STEM pertenecientes a instituciones educativas públicas y de 3 escuelas secundarias en San Salvador. Después de una fase de entrenamiento intensivo de 2 meses, los participantes comenzaron una etapa de investigación de 10 meses.

La educación es un recurso crítico a corto y largo plazos para mitigar la delincuencia y la violencia. Sin embargo, la baja calidad promedio de los maestros en América Latina es la restricción vinculante para mejorar el progreso educativo de la región. Para abordar este problema, el grupo de profesores mejorará el desarrollo profesional de los maestros salvadoreños STEM. En concreto, el grupo de profesores ayudará a sus pares a crear actividades prácticas STEM (con énfasis en la recolección de datos y análisis) para complementar los planes de estudios de STEM en las escuelas secundarias públicas y formar grupos de profesores de estudio en tres escuelas secundarias públicas.

4.1. Proyecto pedagógico STEM y su mérito científico: aproximación al caso de la Universidad Francisco Gavidia¹¹

El mérito principal de la propuesta se sustenta en la siguiente premisa: “Una institución con un proyecto pedagógico STEM puede transformar el modelo escolar, haciéndolo más significativo y pertinente; esto, impactará en mayor interés en los estudiantes por aprender, lo cual significa mejor rendimiento, menos deserción y menos violencia”.

La mayoría de los modelos de prevención de la violencia escolar aplicados en El Salvador, desde la reforma de 1995 a la fecha, no se han sustentado en apuestas curriculares, sino en actividades extracurriculares o complementarias (artes, deportes, etc.). Por lo que, siendo la educación STEM poco conocida y aplicada

¹¹ Nota del autor: La información planteada en los apartados 3.0, 3.1 y 3.2 se extrae del subaward proposal final del Proyecto “Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador”, conferido de <http://www.peer-stem.edu.sv/> Consultado en diciembre 2018.

en el sistema educativo salvadoreño, hoy más que nunca en pleno siglo XXI un Modelo STEM adquiere más importancia, ya que ayudará a que los estudiantes se inclinen por carreras con vínculo directo en el campo científico y tecnológico. Esto dará paso a que miles de docentes en las escuelas logren desarrollar en sus estudiantes un aprendizaje activo, aumentando su comprensión de conceptos de STEM, y mejorando su rendimiento en matemáticas y ciencias.

En síntesis, el proyecto se desarrolló como una experiencia piloto en 3 centros educativos en donde participaron 10 docentes, quienes fueron capacitados en STEM, y contaron con el respaldo de 5 estudiantes del área de Ingeniería de la Universidad Francisco Gavidia, bajo la dirección del Instituto de Ciencias, Tecnologías e Innovación y el Centro de Modelaje Matemático “Carlos Castillo Chávez”. Asimismo, se entrenaron a 10 profesionales del sector justicia en el campo de administración de data, para mejorar sus herramientas analíticas, prospectivas y apoyar la prevención de la violencia con un nuevo enfoque basado en la ciencia.

4.2. Impacto esperado por la implementación del Proyecto *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*

El impacto esperado en este Proyecto es concreto y se define en los siguientes parámetros:

- Maestros capacitados en el campo STEM.
- Maestros utilizado nuevas herramientas y tecnologías para mejorar su pedagogía y su didáctica.
- Aprendizajes más significativos y pertinentes.
- Mejores resultados en logros académicos (evaluación interna y estandarizadas).
- Estudiantes más motivados e interesados en aprender en proyectos colaborativos.
- Modelo educativo centrado en problemas de la vida real.
- Menor deserción.
- Menor violencia.
- Menor desempleo y migración a Estados Unidos.

4.3. Objetivos del Proyecto STEM *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*

Con una perspectiva más clara de cómo aplicar un Proyecto STEM en el campo del abordaje de la violencia en tres instituciones educativas, para el proyecto “*Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*”, se han diseñaron los siguientes objetivos:

General:

Disminuir los indicadores de violencia y mejorar el rendimiento académico en 3 instituciones educativas a través de un proyecto curricular basado en STEM que entrene a docentes, y que estos a su vez cuenten con el apoyo analítico de profesionales del sector justicia en la prevención del crimen.

Específicos:

- Capacitar a docentes en el uso del enfoque STEM en las áreas de Ciencias y Matemáticas para lograr aprendizajes más significativos y pertinentes.
- Capacitar a docentes en el uso de tecnologías y software avanzados para lograr más interés y mejor rendimiento escolar.
- Mejorar los indicadores y las tasas de los Institutos en cuanto al logro de aprendizaje, deserción y repitencia.
- Disminuir los niveles de violencia en el Instituto a través de un modelo curricular innovador (STEM).
- Ampliar las posibilidades de futuro para que los estudiantes terminen educación media y/o puedan ingresar a la Universidad y así disminuir las posibilidades de migración.

- Capacitar a personal en el sector justicia (Policía, Fiscalía, etc.) en el uso de herramientas tecnológicas y uso de base de datos para una mejor efectividad en la prevención del crimen y la violencia.

El proyecto también incluyó un programa de capacitación e investigación en ciencias de la información para que los beneficiarios obtuvieran competencias de investigación para la mejora de las herramientas que busquen guiar la prevención del crimen y la violencia, haciendo uso de la medición y el análisis de los datos nacionales sobre violencia.

4.4. Caracterización del proyecto *STEM Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*

En el marco del Proyecto STEM denominado “*Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*”, la Universidad Francisco Gavidia fue favorecida por la *National Academy of Sciences*, con un fondo Grant, el cual se entrega como una subvención no reembolsable para la implementación de un proyecto de investigación de alto impacto social, dicho Proyecto también se conoce como PEERS Program (PEERS es acrónimo de “Program for the Education and Enrichment of Relational Skills / Programa para la educación y el desarrollo de habilidades relacionales). Para este caso el PEERS Program fue la implementación del Modelo STEM en los tres centros educativos seleccionados, con el fin de brindarles un soporte académico que ayude a disminuir los indicadores de violencia y a mejorar el rendimiento académico en las comunidades escolares seleccionadas.

Dichos centros educativos fueron los siguientes:

- Centro Escolar España.
- Complejo Educativo Concha Viuda de Escalón.
- Centro Escolar Salvador Menéndez.

Los docentes seleccionados recibieron seis cursos impartidos por expertos de Arizona State University, UNIANDES, Colombia y UFG.

El contenido de dichos cursos estaba centrado en las siguientes temáticas:

- Estadísticas aplicadas.
- Metodología STEM (*Desing Thinking*).
- Programación Python.
- Lenguaje “R”.
- Planificación didáctica de ciencias.
- Fundamento de Ciencia de Datos.

Véase a continuación el cuadro base del contenido académico incluido en cada curso.

Cuadro 5

*Contenido académico del curso de formación para docentes STEM.*¹²

Curso	Destinatario	Descripción
1. Metodología STEM	Docentes y estudiantes	Curso enfocado en conocer, comprender y aplicar el modelo interdisciplinario STEM de aprendizaje basado en proyectos para solucionar problemas reales, utilizando herramientas científicas que provienen de las siguientes ciencias: Ingeniería, Matemática, Biología, Física y Química. Duración: 20 horas presenciales.
2. Planificación Didáctica	Docentes estudiantes	Curso de planificación basado en competencias y capacidades sobre la base del modelo STEM, con carácter interdisciplinario para seleccionar problemas e integrar mejores recursos didácticos en el aula. Duración: 20 horas presenciales.

¹² Nota del autor: El contenido del curso se elaboró por cada docente responsable y fue avalado por la Coordinación Académica del Proyecto STEM UFG.

Curso	Destinatario	Descripción
3. Fundamento de Ciencia de Datos	Docentes y estudiantes	<p>Curso interdisciplinario que involucra los procesos y sistemas para extraer conocimiento o un mejor entendimiento de grandes volúmenes de datos en sus diferentes formas (estructurados o no estructurados) y formatos, integrando <i>Business Intelligence</i>, <i>Big Data</i> y <i>Data Mining</i>, con la finalidad de recopilar, procesar y extraer valor de las diversas y extensas bases de datos; fomentar la imaginación para comprender, visualizar y comunicar sus conclusiones a los no científicos de datos, y capacidad para crear soluciones basadas en datos que aumentan los beneficios, reducen los costos e incluso ayudar a solucionar problemas diversos de la sociedad, particularmente aquellos asociados con violencia y educación.</p> <p>Duración: 20 horas presenciales.</p>
4. Programación	Docentes y estudiantes	<p>Capacitación técnica-práctica que proveerá las competencias que permitan a los participantes la creación estructurada de una plataforma en línea con una capa de procesos (<i>backend</i> enfocándose en <i>Web Services</i>) y el desarrollo de aplicaciones en clientes móviles (<i>frontend</i>: Android e iOS). Se utilizarán tecnologías robustas, escalables y con licencia GPL. LA metodología a emplear será PDI (Proceso de diseño de ingeniería) y PC (Pensamiento Computacional).</p> <p>Duración: 24 horas presenciales.</p>
5. Fundamentos de Python	Docentes y estudiantes	<p>Capacitación técnica-práctica para desarrollar las competencias en la programación estructurada y los fundamentos de la lógica computacional. El curso se orientará al control de flujo, manipulación de las estructuras de datos “pandas” (series y matrices) y a la generación de gráficas a partir de estructuras de datos. Con esto los participantes podrán realizar algoritmos, analizar datos y visualizar patrones de forma gráfica. Y la metodología a seguir será el Aprendizaje Basado en la Solución de Problemas (ABP), orientados con incidentes de violencia.</p> <p>Duración: 20 horas presenciales.</p>

Curso	Destinatario	Descripción
6. Lenguaje R para ciencia de datos	Docentes y estudiantes	Con este curso los participantes desarrollan las competencias que les permitan utilizar la sintaxis del lenguaje para crear funciones, aplicar la estadística descriptiva, graficar y analizar efectivamente datos. Se utilizará una metodología de aprendizaje basada en la solución de problemas enfocados en el área de la seguridad, dónde a partir del análisis realizado con la herramienta se puedan proponer y simular soluciones a dichos problemas. Duración: 20 horas presenciales.
7. Introducción a Bases de Datos	Docentes y Estudiantes	Curso técnico práctico sobre los fundamentos de la manipulación de la información contenida en las bases de datos. El contenido será tipos de datos para los campos de una tabla, normalización de las bases de datos, descripción de los sistemas de gestión de bases de datos, modelos entidad-relación, Manipulación de datos, lenguaje SQL para acceder a bases de datos. Se utilizarán tecnologías de software libre (Postgress, María DB o MySQL). El énfasis del curso estará en la obtención de información a partir de filtros de búsqueda y la metodología a emplear será la solución de problemas. Duración: 20 horas presenciales.

Reconociendo que la competencia formativa medular del proyecto STEM fue la creación de un sistema de capacitación docente en el campo académico, se pudo contribuir a que el conglomerado de profesores conociera cuál es la mecánica de medición del impacto del proyecto, considerando para tal efecto los siguientes indicadores:

- Mejor nivel de entendimiento de la interdisciplinariedad para que los docentes puedan mejorar sus clases, con aproximadamente 80 horas de capacitación anual.
- Dotarlos de nuevos conocimientos y uso de tecnologías que estimulen su desempeño docente (se medirá al inicio y final del proyecto).

- Dominio integral de estrategias para la implementación de proyectos STEM ejecutando adecuaciones curriculares en Educación Media.
- Buscar la obtención de una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes en las áreas de Ciencias y Matemáticas.
- Lograr que una educación STEM ayude a disminuir la repitencia, deserción y fracaso escolar.

Habiendo finalizado el proceso formativo de dichos cursos, el Instituto de Ciencias, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidía (UFG), dio paso a la segunda fase del proyecto el cual consistió en dotar a las instituciones de un equipo de laboratorio de última generación compuesto por:

- Impresoras 3D.
- Laboratorio completo de Física.
- Kit de robótica.
- Software especializado.
- Laptops.

Equipo valorado en USD 20,900.

Con los laboratorios STEM ya montados, la siguiente fase era pedirle a los docentes que sobre la base de un plan de trabajo educativo STEM, desarrollaran un cúmulo de actividades formativas que permitieran en la práctica transformar el modelo escolar, haciéndolo más significativo y pertinente a partir de la incorporación de las Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y las Matemáticas; tratando de generar mayor interés en los estudiantes por aprender, lo cual significa mejor rendimiento, menos deserción y menos violencia.

El grupo de profesores tenía la férrea misión de crear actividades prácticas STEM (con énfasis en la recolección de datos y análisis) como una alternativa al aprendizaje

de memoria, y poner en marcha grupos de colaboración entre colegas, entre los maestros STEM en estas escuelas; dejando claro que para la Universidad Francisco Gavidia, el enfoque del proyecto sobre la educación pública es importante porque la escuela pública suele tener mayores casos de violencia escolar y acoso, donde generalmente existen homicidios, pero que curiosamente también suele verse beneficiada de propuestas de intervención para mitigar la delincuencia y la violencia. Tal como se expone en el informe de 2014 del Banco Mundial sobre la eficacia de los maestros en América Latina, haciendo que los profesores sean fundamentales para mejorar la educación STEM.

Siendo parte de los resultados esperados por el desarrollo de este innovador proyecto, la disminución de la violencia por medio de actividades académicas que incentiven la investigación y la experimentación, se obtuvo una línea base de datos en los cuales se contemplaron 9 indicadores cuantitativos, los cuales fueron comparados entre los años 2016 y 2017. Dichos indicadores abordaban la calidad educativa, el acceso a la educación y los indicadores de violencia.

Los indicadores considerados para los propósitos del proyecto STEM, fueron los siguientes:

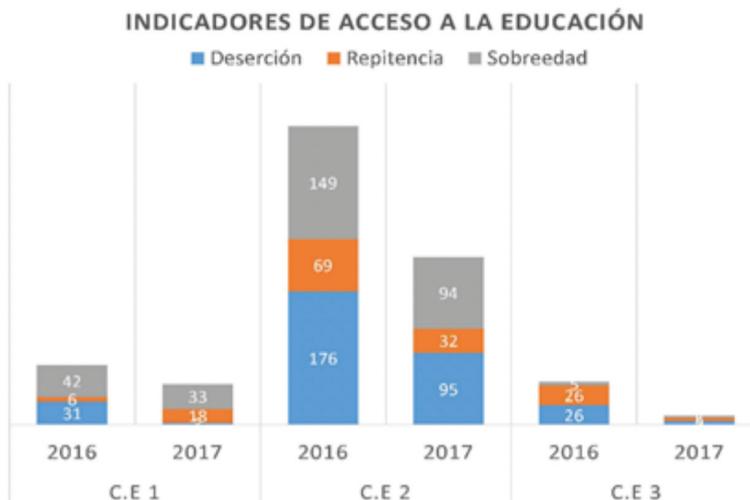
- a. Resultados académicos en las asignaturas de matemáticas, ciencias y resultados PAES.
- b. Indicadores de acceso a la educación como la deserción, la repitencia y la sobreedad.
- c. Episodios de violencia, suspensiones a estudiantes e intervenciones de las autoridades policiales en las instituciones educativas.

Con el afán de interpretar mejor la línea base de datos que contiene la información, de los 9 indicadores cuantitativos analizados en el proyecto STEM, se busca por medio de los siguientes gráficos, reforzar los argumentos presentados en esta

obra bibliográfica con el fin de que el lector obtenga una visión generalizada de los resultados alcanzados por las instituciones educativas participantes.

Gráfico1

Comparativos de los Centros Educativos con sus indicadores proyecto STEM¹³



13 Nota del autor: La información contenida en los gráficos se extrae del subaward proposal final del Proyecto “Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador”, conferido de http://sites.nationalacademies.org/PGA/PEER/PEERscience/PGA_174191 Consultado en diciembre 2018.



Como parte del cierre de esta breve caracterización del proyecto STEM denominado *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*, la Universidad Francisco Gavidia de San Salvador ha incursionado con esta innovadora propuesta buscando acercar a los educandos a la ciencia a través del desarrollo de habilidades científicas como una estrategia para erradicar la violencia de los planteles escolares.

Lo anterior permitió a los estudiantes tener una experiencia vivencial con la ciencia y fortalecer la interacción con los otros, bajo una perspectiva social y cognitiva del constructivismo.

En virtud de ello, Oscar Picardo en una videoconferencia define STEM como:

La integración intencional de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y sus prácticas asociadas para crear un ambiente de aprendizaje centrado en el estudiante en el cual los participantes investigan y diseñan soluciones a los problemas y construyen explicaciones basadas en la evidencia de fenómenos del mundo real con un enfoque en las necesidades sociales, emocionales, físicas y académicas del estudiante a través de contribuciones compartidas de escuelas, familias y socios comunitarios (Picardo, 2017).

La idea vertida por Picardo permite considerar que es el docente quien debe valorar a los estudiantes como centro de dicho modelo, ya que, las competencias STEM le otorgan una actitud proactiva en interacción con lo que aprende y experimenta. Para ello se habrá de tomar en cuenta las problemáticas y circunstancia de su contexto como objeto de acción, lo cual debería verse reflejado en un impacto positivo en la vida de su comunidad.

Dado que la ciencia responde a las necesidades del hombre, la metodología STEM toma en cuenta las necesidades que se tienen en el ámbito social, emocional, físico y académico, por lo que una educación STEM adopta la función de una propuesta transversal en la vida social del individuo. Además, integra a los actores escolares, padres de familia y miembros de la comunidad, lo que habla de un programa inclusivo que une y fortalece a quienes participan en él.

El modelo STEM, según Picardo, ha evolucionado desde el STEM 2.0, 3.0, que solo consideraba la ciencia y la tecnología; pero actualmente STEM 4.0, integra en las áreas de abordaje: la ciencia, la tecnología, la ingeniería y programas matemáticos.

Entre las habilidades que se desarrollan a través del STEM están las analíticas, científicas y matemáticas; así como habilidades blandas, entre ellas las comunicacionales, organizacionales, la curiosidad y la imaginación, liderazgo, entre otras; que se pueden potenciar a través del aprendizaje basado en problemas y proyectos.

Un valor agregado a este proyecto es que busca incidir positivamente en los indicadores nacionales sobre el rendimiento en matemáticas y ciencias. Al respecto, Picardo, en un artículo, para el periódico *La Prensa Gráfica*, en el 2017 escribió lo siguiente:

Según los resultados históricos de la Prueba de Aprendizaje y Aptitudes para Egresados de Educación Media (PAES) de 1997 a la fecha, matemáticas y ciencias son las áreas de peor desempeño educativo, y nada se ha hecho para cambiar esta realidad. Es posible que, si mejoramos la forma de enseñar con mejores laboratorios, los estudiantes tengan más interés y cambien los paradigmas.

Como ejemplo del trabajo que se ha realizado en estas escuelas que decidieron aplicar estrategias STEM para el abordaje de la violencia y la gestión de una mejora académica, algunos de los beneficiarios del Centro Escolar Salvador Menéndez, en San Luis Talpa, aseguraron al medio salvadoreño *El Diario de Hoy*:

El modelo STEM busca aportar formación integral, participativa, autoformativa e inclusiva para estimular el desarrollo de competencias científicas, sumadas a la capacidad de socialización y prácticas de seguridad ciudadana con talleres sobre delitos informáticos y competencias científicas, para adquirir y generar conocimientos y utilizarlos para resolver problemas o mejorar las condiciones de vida en sus comunidades. (Carranza, 2018)

Es precisamente la experiencia documentada en el programa STEM de la Universidad Francisco Gavidia, la que ayuda a que instituciones educativas como el Centro Escolar Salvador Menéndez, de San Luis Talpa, en el departamento de La Paz, puedan desarrollar el proyecto educativo denominado “Midiendo nuestro mundo a través de las matemáticas, tecnologías y prácticas de seguridad ciudadana y convivencia escolar”. En estas experiencias educativas, basadas en los principios elementales del Modelo STEM, ha tenido presencia la Universidad Francisco Gavidia en conjunto con el Instituto Especializado de Nivel Superior de la Academia Nacional de Seguridad Pública (IES-ANSP) y la Alcaldía Municipal de San Luis Talpa, quienes han dado acompañamiento cercano a todos los que participan en el proyecto, con el ánimo de mejorar las condiciones educativas de los estudiantes y potenciar climas de paz por medio de las actividades formativas que implementan los docentes beneficiados con la formación STEM.

4.5. Fundamentación procedimental e investigativa del proyecto STEM *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*

Después de la fase de capacitación, los docentes dieron paso a una fase de investigación de 10 meses. Para dicho proceso de investigación la premisa fue: “Las bases de datos de delincuencia y violencia salvadoreños existentes son inadecuadas para guiar las estrategias de prevención del delito y la violencia eficaces”.

Por lo que los proyectos vinculados con la premisa de investigación anterior fueron los siguientes:

- 1. Creación de una base de datos de la violencia epidemiológica de San Salvador.** Este proyecto de investigación se propone desarrollar una base de datos, violencia epidemiológica similar para San Salvador.
- 2. Análisis espacial de homicidios en El Salvador.** El proyecto de investigación consiste en la realización de análisis exploratorio espacial de los homicidios en El Salvador, para lo cual se recurrirá a la utilización de datos del GPS para crear mapas sobre la georreferenciación de los homicidios en El Salvador, conduciendo a nuevos conocimientos para guiar a los responsables políticos salvadoreños.
- 3. Desarrollar en el lenguaje natural español el procesamiento de algoritmos (NLP) para la violencia.** Este proyecto busca crear un modelo de lengua española bolsa-de-palabras, centrado en la delincuencia y la violencia en El Salvador. Dado que las bandas se comunican mediante mensajes SMS, este proyecto de investigación puede servir como base para futuras investigaciones PNL que las autoridades salvadoreñas pueden utilizar para supervisar la actividad de pandillas con mayor eficacia.
- 4. Aplicar el pensamiento de diseño para desarrollar actividades prácticas de STEM.** Como alternativa al aprendizaje de memoria, el grupo de maestros aplicará el pensamiento de diseño para desarrollar nuevas actividades prácticas como complemento a los planes de estudios de STEM. En estas actividades se hará hincapié en la recogida y el análisis de datos.
- 5. Creación de contenido en línea para ayudar a los maestros STEM a dominar el contenido académico de las actividades de STEM.** Este proyecto de investigación va a crear contenido en línea para acompañar las actividades prácticas de STEM en el punto 4, para ayudar a los maestros STEM a entender el contenido académico de las actividades.

6. Aplicar los grupos de estudio de la lección de STEM en las escuelas involucradas en el proyecto. En esta parte del proyecto se busca que los docentes superen sus prácticas partiendo de una mejora en la utilización del tiempo y de los materiales de clase, a fin de que sean usados de manera efectiva y para mantener a los estudiantes ocupados. Con el grupo de investigación de maestros se considera que la introducción del *design thinking* es de gran ayuda para el desarrollo profesional docente STEM en América Latina.

Una de las consideraciones de la Universidad Francisco Gavidia para creer en la aplicación del Modelo STEM desde un enfoque procedimental e investigativo para el combate de la violencia, es ver en la incorporación de tecnologías inteligentes, la internet de las cosas y la automatización, una serie de elementos que tienen mucho poder para empoderar a los estudiantes a alejarlos de la violencia que les aqueja en su diario vivir, así como poder ayudarles a mejorar sus rendimientos académicos por medio de un proceso educativo que demande de un conocimiento progresista, en donde la integración de ciencias y sus implicancias en la vida cotidiana les den mejores capacidades en lo concerniente a una alfabetización científica y tecnológica, para poder participar activamente en la sociedad y comprender la creciente dinámica social y sus cambios, respectivamente.

En este contexto, el adentrar a estudiantes de educación media de instituciones educativas públicas por parte del proyecto STEM *Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*, contribuye a generar en los estudiantes un pensamiento innovador, gracias a las intervenciones didácticas de los docentes, quienes buscan transformar el hecho educativo en un medio que pueda reducir las acciones de violencia por medio de la difusión del conocimiento científico, evidenciado en procesos mentales analíticos y racionales.

Una institución educativa que aplique el enfoque STEM obtendrá buenos resultados si establece un proceso de transversalidad en los contenidos a desarrollar con los estudiantes, de tal forma que logre canalizar una participación del educando en el proceso de su propio aprendizaje. Esto implica un cambio de paradigma por parte de

la institución educativa que aplique un Modelo STEM y que se esfuerce por cambiar el pensamiento en la comunidad educativa en el sentido de que los estudiantes pueden construir su propio aprendizaje, a través de la didáctica y la metodología evaluativa de la enseñanza STEM.

Una última observación al presente Capítulo, consiste en hacer hincapié en que, para el caso particular, el Proyecto STEM *“Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador”* no contiene investigación, ni levantamiento de datos, ni uso de información que requiera consentimiento informado o comprometa la integridad de los estudiantes o de los docentes, ya que en su proceso de acercamiento con la realidad científica, los proyectos o actividades académicas que los docentes puedan realizar con sus estudiantes se hacen sobre planteamientos informáticos, donde el tema de la prevención de la violencia será manejado por medio del registro de fenómenos, sin poder identificar sujetos; cuidando que los contenidos sean explícitamente asociados a logros del Proyecto STEM que ayuden a fortalecer una cultura de paz y la promoción de una sana convivencia en las instituciones educativas.

“

Desde la proyección científica,
es el docente quien debe de
orientar, guiar y garantizar
que los proyectos educativos
se transformen en hechos
formativos agradables para
los estudiantes”.



Capítulo 5

Docentes STEM y sus estrategias de trabajo

5.1 Caso Laboratorio STEM Ing. Mario Antonio Ruiz en el Complejo Educativo Concha viuda de Escalón

De los 30 profesores seleccionados para el programa “*STEM Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador*” se hizo una selección para conocer sus experiencias sobre la aplicación del modelo en sus centros escolares.

Abigaíl Águila de Vela y Liliana Fuentes, del Complejo Educativo Concha viuda. de Escalón abrieron el laboratorio STEM “Ing. Mario Antonio Ruiz”.

La tarea de estas profesoras era crear una propuesta formativa innovadora que alejara de acciones delictivas a los estudiantes y prevenir cualquier manifestación de violencia en la convivencia del día a día en la institución educativa; pero también las educadoras emplearían métodos pedagógicos que puedan contribuir a la mejora del rendimiento educativo de los estudiantes.

Para la canalización del trabajo realizado por estas maestras, unificaron los contenidos curriculares del programa con problemáticas de la realidad social de los estudiantes, profundizando en una educación STEM, donde cada actividad utilizara una estrategia de aprendizaje, dentro del aprendizaje basado en proyectos. Como conclusión principal se comprobará que, gracias a la educación integradora STEM, el alumno aprenderá globalmente los conocimientos impartidos en más de una asignatura, por su relación directa con buenas prácticas científicas.

Durante la segunda mitad del año 2017 y todo el 2018 estas profesoras, responsables de implementar el Modelo STEM en su institución educativa, detectaron la urgente necesidad de crear estrategias de enseñanza frente a los altos niveles de violencia

escolar que viven la sociedad salvadoreña; además, observaron que entre mayores eran los niveles de violencia sufridos por sus estudiantes, menores serían los resultados académicos óptimos que estos podrían alcanzar; lo que les permitió elaborar diagnósticos concretos sobre cuáles eran las dificultades de los alumnos a la hora de entender el contenido de las asignaturas de Matemáticas, Ciencias y Tecnologías. Además, lograron por medio de una organización académica, unificar las áreas disciplinarias de una educación STEM con el firme propósito de diseñar una propuesta de intervención, aplicable a la asignatura de Matemáticas y Ciencias, como pilares fundamentales de una educación científica que permita mejorar la comprensión global de los alumnos por la ciencia y la tecnología.

Retomando lo anterior, las maestras, durante la aplicación de una educación STEM al inicio de sus clases orientaban hacia el análisis de contenidos para diseñar un proyecto STEM, en el que se abordan, de manera conjunta, las ciencias, las tecnologías, las ingenierías y las matemáticas. Ya con el diseño del proyecto se organizan con los estudiantes de tal forma que en grupos de trabajo puedan desarrollar proyectos de investigación.

La perspectiva práctica con la que las profesoras Blanca Lilian Ramírez Fuentes y Candelaria Abigaíl Águila de Vela trabajan con sus estudiantes en el Laboratorio STEM “Ing. Mario Antonio Ruiz”, les permite a sus estudiantes distanciarse de la violencia e interesarse por aprender más y, por lo tanto, incorporarse con mayor motivación a una educación STEM, con visión integradora que ofrece la solución a la necesidad de adquirir competencias científico-tecnológicas actuales, y que establece que las materias se hallan tan estrechamente relacionadas en la realidad que pueden llegar a conformar una única práctica de enseñanza y aprendizaje.

Los enfoques de aprendizaje basados en educación STEM, implementados por estas educadoras, les capacita para motivar a sus estudiantes hacia una educación holística, donde las áreas del Modelo STEM puedan ayudar cognitivamente al educando a dar sentido y relevancia a los aprendizajes que conllevan desafíos en la

búsqueda de solución a los problemas planteados, considerando exitosa esta puesta en marcha, ya que las mismas docentes afirman que, son los estudiantes quienes pueden personalizar los desafíos por resolver durante las clases; todo ello como un aliciente motivador, en el que el mismo abordaje de los contenidos de matemáticas y ciencias les ayuda a potenciar un pensamiento tecnológico en el que, además, adquieren una capacidad analítica de la relación de las diferentes disciplinas, con perspectiva integradora de lo que aprenden con una educación STEM.

Se le pidió a la maestra Ramírez Fuentes que justificara desde su criterio académico, cuál sería la propuesta metodológica que ofrece mejores resultados en una aplicación práctica de la educación STEM, y ella respondió que los estudiantes que apuestan por una innovadora intervención educativa, como el Modelo STEM, ven con buenos ojos el aprendizaje basado en proyectos, pues el desarrollo de un tema puede ejecutarse sobre la base de un producto final, a partir de una serie de tareas, donde, además, hacen investigación con base en una realidad social particular.

Estas maestras, con más de 15 años de ejercer la docencia, sostienen que la educación STEM ha logrado que sus estudiantes puedan potenciar habilidades mentales de orden superior, evitando así, los procesos de memorización y mejorando un enfoque reflexivo que canalice aprendizajes significativos; y agregan que la noción educativa STEM, está contribuyendo en gran medida a la mejora de los ambientes escolares, en aras de la sana convivencia y una cultura de la no violencia.

En una segunda parte del estudio de casos se consultó al respecto a la profesora Águila de Vela, quien desde la visión de la enseñanza de la matemática ha logrado implementar en su escuela una innovadora propuesta en el campo STEM. Ella señala que gran parte del éxito de su labor se debe a que, desde la proyección científica, es el docente quien debe de orientar, guiar y garantizar que los proyectos educativos se transformen en hechos formativos agradables para los estudiantes. Para esta educadora, de larga y destacada trayectoria, un papel determinante para alcanzar el éxito del Modelo STEM es saber planificarlo didácticamente en cada una de sus etapas. En esta parte del proceso educativo, el abordaje de la ciencia,

la tecnología, la ingeniería y la matemática, ya ha logrado en los educandos mejorar sus niveles de motivación y de satisfacción ante los excelentes resultados académicos alcanzados.

Para la maestra Águila de Vela, el incorporar un aprendizaje basado en proyectos le ha permitido descubrir cómo los estudiantes presentan una serie de habilidades que suelen ser mejor explotadas cuando interactúan con sus compañeros en un marco de cooperación, para resolver los problemas educativos que se abordan en la clase. El aporte de la coordinadora del Laboratorio STEM “Ing. Mario Antonio Ruiz” permite conocer que una forma innovadora y eficiente de reducir los índices de violencia en los centros educativos es la de orientar la mirada formativa hacia los estudiantes para que sientan interés por el aprendizaje, ya que la perspectiva científica STEM ha logrado que estudiantes de bajos recursos y propensos a caer en las garras de grupos delincuenciales, puedan progresar en su rendimiento escolar, además de que faltan menos a clases, lo que reduce favorablemente el ausentismo y desarrollan una mejor relación con el profesor, además, el estudiante logra desarrollar desde una perspectiva macro, una mejora sustancial de la motivación y la comprensión de los contenidos, especialmente de las matemáticas y las ciencias.

Parte del cierre de este apartado es reconocer que más allá de la aplicación del Modelo STEM en la educación pública, como una estrategia de abordaje a la violencia escolar, el éxito de esta metodología multidisciplinaria tiene como componente central la figura del docente como actor clave.

En opinión de estas educadoras, el punto culminante de éxito académico en sus estudiantes lo encuentran cuando ven cómo una educación STEM puede fomentar la imaginación y la creatividad, de tal forma que el desarrollo de un pensamiento reflexivo y matemáticamente activo les empodera de nuevas formas de ver el hecho educativo, proporcionando además a los estudiantes la oportunidad de disfrutar de la interacción con la ciencia hasta canalizar en los jóvenes una verdadera vocación por el conocimiento científico.

Con una nueva perspectiva pedagógica disminuyen los niveles de violencia en los ambientes escolares, y al mismo tiempo contribuye al acercamiento de un conocimiento científico en los estudiantes, las profesoras líderes del programa STEM en el Complejo Educativo Concha viuda de Escalón, de manera recurrente argumentan que después de haber experimentado con una educación STEM, ahora tienen la posibilidad de adaptar las clases según cada área de conocimiento STEM, ayudando de esa forma al estudiante a que pueda indagar cada vez más en los procesos de investigación con el método del Aprendizaje Activo Basado en Proyectos, y con ello incorporar el uso de tecnologías en las clases.

Elas concluyen su argumento mencionando que es el docente el único responsable de lo que ocurre en el aula; por lo que, es la misma dinámica de enseñanza la que debe adoptar una propuesta STEM, evidenciada en mejores formas de enseñar conocimientos, habilidades y competencias con el fin de apoyarse en la ciencia, para la reducción de la violencia, y así crear del Modelo STEM una plataforma para el intercambio de experiencias e ideas sobre cómo desarrollar didácticas apropiadas, basadas en competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales para el combate directo de la violencia y el acoso escolar.

5.2. Aportes Dr. Carlos Castillo-Chávez al desarrollo del modelo en El Salvador

El Dr. Carlos Castillo-Chávez de origen mexicano, es Profesor Regente Joaquín Bustoz Jr. y Profesor de Biología Matemática en la Universidad Estatal de Arizona, autor de varios libros y artículos científicos, además de ser considerado para formar parte de directorios y comités de organizaciones científicas como la Fundación de Ciencia Nacional. Desde el año 2016, existe un trabajo colaborativo entre este especialista en modelación epidemiológica y el Dr. Oscar Picardo Joao, director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI-UFG), por medio del cual se han podido llevar a cabo programas y acciones específicos para el desarrollo del modelo STEM en los centros educativos públicos de El Salvador.

Fueron las gestiones realizadas por el Dr. Castillo las que posibilitaron la participación de la Universidad Francisco Gavidia en el *Grant Data Sciences Training and Research Crime and Insecurity in El Salvador* financiado por la *National Academy of Sciences* a través del programa PEER y USAID. La UFG fue seleccionada para este programa tras cumplir rigurosos procesos de evaluación y en competencia con otras destacadas instituciones educativas. Por medio del programa, la UFG ha apoyado a escuelas públicas en el rediseño de sus procesos de enseñanza y aprendizaje para disminuir la violencia, por medio de la práctica científica de actividades educativas.

Las escuelas que participaron en este proyecto llevaron a cabo, entre otras acciones, concursos de ciencias para motivar a sus estudiantes a pensar de manera poco convencional y crear interés en las tecnologías y el modelo STEM, en un esfuerzo por generar un espacio seguro para que los niños estén fuera de las calles.

El Dr. Picardo asegura que los mecanismos ejecutados en este proyecto (respaldado por el doctor Castillo) se desarrollaron como parte de las actividades grupales para ayudar a establecer límites entre los compañeros de escuela con el fin de potenciar habilidades sociales y de liderazgo. A su juicio, los resultados medibles han demostrado ser un gran factor de motivación para que las escuelas participantes mantengan las metodologías STEM, y los estudiantes aprendan ciencia de una manera única y motivadora.

Otras iniciativas incluyeron la creación de grupos de discusión en el aula donde los estudiantes abordaron abiertamente sus habilidades individuales para aplicar en proyectos de equipo. Esto generó un impacto positivo en la percepción de la ciencia por parte de los jóvenes, creando una motivación adicional para mantenerse alejados de la violencia.

El mismo Dr. Castillo visitó El Salvador para verificar personalmente, en una de las escuelas beneficiarias, cómo la aplicación del Método STEM era un aliciente tanto para los maestros como para los estudiantes; y un modelo idóneo para obtener un

aprendizaje práctico de ciencias y tecnologías en sus aulas, lo que contribuye a mejorar el entorno de aprendizaje.

El gran valor humanista del Dr. Castillo le reviste de una calidad científica de alto nivel, lo cual se percibe en la forma como transmite la vocación docente por las matemáticas, haciéndolo ver un reto profesional en la cual los estudiantes adquieran de sus educadores una motivación por aprender y desarrollar competencias matemáticas básicas y tengan la ilusión de desarrollar una carrera profesional y una formación universitaria preferentemente ubicada en las áreas del conocimiento STEM.

En resumen, un liderazgo docente que fomente el aprendizaje de las áreas del conocimiento STEM, tiene que ampliar el diseño de los entornos de mejora del aprendizaje de todos los estudiantes. Para tal efecto se retoma el ejemplo de entrega y compromiso del Dr. Castillo quien denota una habilidad natural por la creación de aprendizajes significativos por medio de clases interesantes, innovadoras y de rigurosidad científica promueven la curiosidad y hambre de conocimiento en sus estudiantes por un mejor desarrollo profesional. Ya en su momento el Doctor Ares J. Rosakis, quien en su calidad de consejero delegado de la comisión gestora del Yachay Tech en Ecuador, al referirse al Dr. Carlos Castillo argumentó lo siguiente: *“El profesor Castillo-Chávez ha sido también sumamente exitoso al inspirar nuevas generaciones de científicos latinos de ambos géneros en todos los campos de la física, biología, química y Ciencias sociales. En efecto, ha sido reconocido por muchos como el líder intelectual y uno de los modelos más distinguidos a seguir entre la comunidad de científicos e ingenieros hispanos en Estados Unidos. Como reconocimiento a su inspirador trabajo, ha recibido múltiples premios y distinciones de sociedades educativas, incluso de la Casa Blanca y del mismo presidente Barack Obama, quien lo nombró miembro del prestigioso Comité de la Medalla Nacional de Ciencia”.*

“

Las nuevas generaciones deben tener conciencia de la necesidad apremiante de utilizar responsablemente el saber de todos los campos de la ciencia, para satisfacer las necesidades y aspiraciones del ser humano, sin emplearlo de manera incorrecta”.



Capítulo 6

Importancia del Modelo STEM en el sistema educativo salvadoreño: ideas para el debate

En este último capítulo, se plantean ideas medulares para la construcción del debate académico que permita considerar cuál es la real importancia de incorporar una educación STEM en el ámbito pedagógico salvadoreño.

La idea parte de las siguientes interrogantes:

- a. ¿Cuáles son los razonamientos argumentales que pueden dar paso al reconocimiento de una educación científica centrada en el Modelo STEM?
- b. ¿Es posible proporcionar al sistema educativo salvadoreño una formación científica centrada en el Modelo STEM?
- c. ¿Puede una formación académica basada en el modelo STEM contribuir a la mejora de los perfiles académicos de los estudiantes en torno a las nuevas demandas académicas y científicas de las carreras que necesitan los sistemas económicos actuales?
- d. ¿De qué manera se puede orientar la educación STEM para lograr una reducción de la violencia por medio de la formación científica de los estudiantes?

6.1. ¿Cuáles son los razonamientos argumentales que pueden dar paso al reconocimiento de una educación científica centrada en el Modelo STEM?

Este apartado inicia con las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los razonamientos argumentales que pueden dar paso al reconocimiento de una educación científica centrada en el Modelo STEM?

Para contestarla se debe recapitular el hecho de que, desde finales de los años 90, específicamente del 26 de junio al 1 de julio de 1999, en Budapest, Hungría, se llevó a cabo la cumbre *Ciencia para el siglo XXI*, evento organizado por la UNESCO, en el cual se buscó establecer un puente científico entre el primero y el tercer mundo. En ese evento reconocieron algunos premios Nobel, y representantes de 150 países generaron todo un debate serio para categorizar el rol social de la investigación científica y la ciencia propia.

Fue un evento de carácter internacional, presidido por Maurizio Iaccarino, secretario General de la Conferencia, y considerado como la Conferencia Mundial sobre Ciencia más importante de los últimos años, en donde científicos de todo el mundo emitieron un pronunciamiento firme para que se haga uso del conocimiento en todos los campos de la ciencia, de forma responsable, para hacerles frente a las necesidades y aspiraciones de una sociedad moderna. Quedando establecido para los propósitos de esta obra bibliográfica, como un razonamiento argumental de gran valor que puede dar paso al reconocimiento de una educación científica centrada en el Modelo STEM.

Es precisamente en el preámbulo de la *Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico*, específicamente en el punto 1, donde se puede considerar como un razonamiento argumental para reconocer a la educación científica centrada en el Modelo STEM, que las nuevas generaciones deben tener conciencia de la necesidad apremiante de utilizar responsablemente el saber de todos los campos de la ciencia, para satisfacer las necesidades y aspiraciones del ser humano, sin emplearlo de manera incorrecta. Este razonamiento argumental permite encontrar respuesta sobre cómo una educación STEM colabora de manera activa en que todos los campos del quehacer científico puedan dotar de cierto dinamismo a las metodologías de aprendizaje y lograr con ello que el conocimiento adquirido por los estudiantes contribuya a que logren una mejor calidad de vida.

Un segundo razonamiento argumental que permite reconocer a la educación científica centrada en el Modelo STEM es el Argumento de Daniel Gil Pérez, quien

en su artículo *¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual?*, sostiene que,

La UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia han declarado que, un país que esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología, será poseedor de un elemento imperativo y estratégico, esto se debe a que en una educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos.¹⁴

Gil Pérez cierra su aporte retomando la Declaración de Budapest para petitionar el fomento y la difusión de una alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos.

6.2. ¿Es posible proporcionar al sistema educativo salvadoreño una formación científica centrada en el Modelo STEM?

La construcción de un marco teórico que fomente la importancia del Modelo STEM en la educación pública propone en un segundo término el plantear esta interrogante ¿Es posible proporcionar al sistema educativo salvadoreño una formación científica centrada en el Modelo STEM?

La respuesta se encuentra en los considerandos 29 y 30 de la *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*, ya que ambos puntos contemplados en el apartado 1, afirman que la función inherente al quehacer científico consiste en estudiar de manera sistemática y profunda la naturaleza y la sociedad para

14 Nota del autor: La información planteada se deriva de la Declaración de Budapest, citada por Daniel Gil Perez, conferido de https://www.researchgate.net/publication/291957119_Cual_es_la_importancia_de_la_educacion_cientifica_en_la_sociedad_actual Consultado en octubre de 2018.

obtener nuevos conocimientos, dando de esta forma un marco de apertura a que el sistema educativo salvadoreño pueda obtener de una educación STEM: nuevos conocimientos incorporados al proceso de enseñanza y aprendizaje y, por lo tanto, obtener de dichos conocimientos una fuente de enriquecimiento educativo, cultural e intelectual mediante un fomento la investigación científica en ámbitos escolares.

Proporcionar al sistema educativo salvadoreño una formación científica centrada en el Modelo STEM pasa por el Considerando 30, el cual señala que las políticas nacionales de ciencia facilitan la interacción y la comunicación entre el sector educativo y el Gobierno, para reconocer la función esencial que desempeña la investigación científica en la adquisición del saber científico, por lo que una escuela que aplicando el Modelo STEM pueda formar científicos, será una institución educativa que contribuya a que los estudiantes sean un factor clave del desarrollo socioeconómico de las naciones.

Dentro del preámbulo en el punto 2 de la *Declaración de Budapest*, se encuentra otra justificación que permite proporcionar al sistema educativo salvadoreño una formación científica centrada en el Modelo STEM. En este literal se comenta que, el saber científico ha permitido innumerables innovaciones de gran beneficio para la humanidad, por ejemplo, el aumento a la esperanza de vida de manera considerable, o el grato descubrimiento para muchas enfermedades, incluso la misma producción agrícola se ha incrementado enormemente para poder atender las necesidades alimenticias de la población gracias al uso de la ciencia, pues es tan importante la educación científica que ha sido la mente brillante de grandes genios quienes gracias a la formación científica, ahora se encuentren buscando la creación de nuevas fuentes de energía en favor de la humanidad. Argumentos más que suficientes para que todos los sistemas educativos propicien procesos formativos que acerquen a las Ciencias, las Tecnologías, las Ingenierías y las Matemáticas a un avance ininterrumpido entre los estudiantes y los conocimientos innovadores tan necesarios para el mundo actual.

6.3. ¿Puede una formación académica centrada en el modelo STEM, contribuir a la mejora de los perfiles académicos de los estudiantes en torno a las nuevas demandas académicas y científicas de las carreras que necesitan los sistemas económicos actuales?

Al analizar la real situación de los modelos educativos imperantes en el continente americano, es fácil identificar los grandes vacíos en el campo del conocimiento científico, sobre todo en las áreas de matemáticas y ciencias, por lo que, ante el planteamiento a la interrogante establecida en este apartado, es relevante destacar que una formación académica centrada en el Modelo STEM podría ayudar a solventar las nuevas demandas académicas y científicas del mundo actual, Sin embargo, un argumento formal que permita dar respuesta al planteamiento que encabeza este apartado, se encuentra en la *Declaración de Budapest*, en el apartado de los considerandos, en sus puntos 8, 9, y 11 encontramos argumentos de peso que ayudan a comprender la urgente necesidad de readecuar los procesos educativos en sintonía con los sistemas económicos actuales.

La *Declaración de Budapest* de manera concatenada, presenta un argumento que ayuda a delimitar entre la comunidad científica el por qué sería importante que los procesos educativos orienten sus esfuerzos por empoderar en sus estudiantes un conocimiento científico; en el punto 8 de los considerandos, habla que la ciencia debe convertirse en un bien compartido solidariamente en beneficio de todos los pueblos, esto debido a que la ciencia constituye un poderoso instrumento para comprender los fenómenos naturales y sociales y que desempeñará probablemente un papel aún más importante en el futuro a medida que se conozca mejor la complejidad creciente de las relaciones que existen entre la sociedad y el medio natural.

En este apartado podemos ver cómo se considera a la ciencia (conocimiento científico) un poderoso instrumento que ayuda a la comprensión de los fenómenos naturales y sociales, lo que permite que el hecho educativo demande como un principio formativo, una enseñanza más apegada a los principios científicos. En ese sentido, pensar en una educación para el siglo XXI es pensar en una formación

académica centrada en el modelo STEM, donde la mejora educativa pueda potenciar la mejora de los perfiles académicos de los estudiantes en torno a las nuevas demandas académicas y científicas de una sociedad cuya tendencia es crear en la escuela un conocimiento científico que pueda difundirse libremente y que fomente las vocaciones profesionales que contribuyan a dinamizar las economías de los países para la construcción de economías sólidas y prósperas.

Por otro lado, en los considerandos 9 y 11 de la *Declaración de Budapest*, también se justifica la implementación de una educación centrada en la ciencia y la tecnología para dar soporte al conocimiento científico que ayude a contribuir a la mejora de los perfiles académicos de los estudiantes en torno a las nuevas demandas académicas y científicas. Para muestra se puede evidenciar que en el apartado 9 se habla de una creciente necesidad por el conocimiento científico y la implementación de este, con el fin de poder retomarlo para la adopción de decisiones que busquen la mejora del sistema económico en general, en donde los estudiantes puedan estar conscientes que una educación STEM conlleva el compromiso social de mejorar la sociedad y responder a los grandes desafíos a los que se enfrenta el mundo.

El apartado que contiene el considerando 11 sostiene que la investigación científica y sus aplicaciones pueden ser de gran beneficio para el crecimiento económico y el desarrollo humano sostenible, comprendida la mitigación de la pobreza, y que el futuro de la humanidad dependerá más que nunca de la producción, la difusión y la utilización equitativas del saber. Una clara interpretación del párrafo anterior, permite entender que es la misma vorágine social, la que obliga a la tecnología a revolucionarse y cambiar con ello las comunicaciones y por qué no decirlo hasta las mismas pautas de uso y consumo de tecnología y la información, brindando con ello la respuesta que contribuya a comprender como una educación STEM asegura el beneficio de una formación académica que pueda contribuir a la mejora de los perfiles académicos de los estudiantes en torno a las nuevas demandas académicas y científicas de las carreras que necesitan los sistemas económicos actuales.

6.4. ¿De qué forma se puede orientar la educación STEM para lograr una reducción de la violencia por medio de la formación científica de los estudiantes?

Una forma de iniciar este apartado es recordar que el mismo nombre del presente libro *Más ciencia: menos violencia. Modelo STEM, como propuesta de intervención contra la violencia escolar*, ya brinda de manera sugerente una premisa fundamental para la obtención de la respuesta a la interrogante ¿De qué forma se puede orientar la educación STEM para lograr una reducción de la violencia por medio de la formación científica de los estudiantes?

Es en el considerando 31 de la *Declaración de Budapest*, en donde se menciona que la ciencia por medio de su comunidad científica debe promover la solidaridad intelectual y moral de la humanidad, como base de una cultura de paz. En donde la cooperación entre los investigadores de todo el mundo debe aportar una contribución valiosa y constructiva a la seguridad mundial y al establecimiento de relaciones pacíficas entre las diferentes naciones, sociedades y culturas, derivándose de ello una reducción de cualquier manifestación de violencia.

Sumado a lo anterior, también el considerando 17 de la referida Declaración plantea que la función que desempeñan las ciencias sociales, en el análisis de las transformaciones sociales relacionadas con los adelantos científicos y tecnológicos, es contribuir en la búsqueda de soluciones a los problemas que los procesos sociales generan presentando, por un lado, la premisa de que el conocimiento científico deberá promover una práctica de aquellos elementos fundamentales para la cultura de paz (solidaridad intelectual y moral de la humanidad), además de ver en las ciencias sociales una fuerza transformadora en la mediación y la resolución de conflictos; cerrando con un breve, pero significativo aporte que ayuda a entender como una educación STEM puede aportar su granito de arena en la reducción de la violencia; y es que precisamente en el considerando 19 de la *Declaración de Budapest* donde se indica que la investigación científica y el uso del saber científico deben respetar la dignidad y los derechos humanos, aportando con ello otro elemento de soporte de cómo la generación del conocimiento científico va íntimamente relacionada con la Declaración Universal de Derechos Humanos.

Conclusiones

Las conclusiones de esta obra bibliográfica proponen como un punto de cierre reconocer que, ante la grave problemática de violencia y acoso escolar en las instituciones educativas, la inclusión del Modelo STEM, como herramienta de intervención metodológica, permite en la mejora de los ambientes escolares, cambios en positivo, cuya responsabilidad recae en aquellos docentes que recurriendo a la dinámica de enseñar los contenidos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, han logrado un ostensible progreso educativo en los estudiantes a través de una formación comprometida con una apuesta a la cultura científica.

Se presentan a continuación las siguientes conclusiones, donde se abordan en líneas generales y congruentes las ideas centrales que permitirán al lector no dejar cabos sueltos para una mejor comprensión de cómo la incorporación de un Modelo STEM en el aula, contribuye a mejorar el proceso educativo en la construcción de una escuela libre de violencia. Véanse a continuación los siguientes apartados:

1. Se concluye que no se puede considerar una educación STEM sin un equipo docente que entienda la importancia del compromiso asumido al intentar generar una didáctica de alto impacto en la consecución de los objetivos para canalizar por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos, que es uno de los factores claves de una escuela STEM. Por tanto, serán los docentes quienes encaminen a los estudiantes a la obtención de un pensamiento crítico y de un desarrollo integral, donde ellos, a través de una cultura científica, puedan mejorar sus climas de aprendizaje sin temor de fracasar en el intento de instaurar un clima de paz y sana convivencia.
2. La adopción del enfoque STEM implica que todo profesor que desee aplicar esta excelente metodología tendrá que despojarse de posturas tradicionalistas de una enseñanza fundamentada exclusivamente en el docente, una escuela STEM demanda educadores que se comprometan a abandonar posturas tradicionales y ortodoxas de enseñanza. Esto se debe a que el perfil dinámico

del profesor STEM tiene que poseer un dominio metodológico que transforme a los estudiantes en sujetos activos, protagonistas de sus aprendizajes y lograr que ellos puedan empoderarse de habilidades de pensamiento crítico, dinámico y colaborativo; de tal forma que evidencien un claro interés por un conocimiento multidisciplinario en el que la matemática y la ciencia sean esenciales.

3. Se concluye que la apuesta por una educación STEM, abre paso a los sistemas formativos impulsores de competencias que ayuden a los jóvenes a aprender en forma versátil y creativa, en donde cada día los docentes deberán profundizar con sus educandos, el descubrimiento de habilidades creativas, analíticas y críticas, de tal forma que puedan abordar las futuras necesidades relativas a un mundo complejo y cambiante. Por lo tanto, una educación STEM debe ser capaz de identificar que el nuevo perfil cognitivo de las nuevas generaciones estudiantiles, está estrechamente relacionado con usos más prácticos y recurrentes de las tecnologías; por lo que la nueva práctica docente debe orientarse hacia la derrota de los métodos tradicionales de enseñanza.
4. “Es el momento en que en una educación para el siglo XXI, el docente se auxilie del Modelo STEM, para ofrecer mediante el liderazgo en la educación y la investigación científica, una alternativa viable que conduzca a crear Más ciencia y menos violencia”.

Referencias

Carranza, E. (2018). Escuela de San Luis Talpa cuenta con laboratorio. El Diario de Hoy. Disponible en: <https://www.elsalvador.com/noticias/nacional/489100/escuela-de-san-luis-talpa-cuenta-con-laboratorio/>

Paredes, M. Picardo, O. y Torres, B. (2018). *El modelo STEM y el aprendizaje activo basado en proyectos: una experiencia exitosa con estudiantes preuniversitarios*. San Salvador, El Salvador: UFG Editores.

Picardo, O. (24 de octubre de 2017). *Más ciencia, menos violencia*. La Prensa Gráfica. Disponible en: <https://www.laprensagrafica.com/opinion/Mas-ciencia-menos-violencia...-20171024-0138.html>

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Education Association*. pp 20-26.



+ CIENCIA, - VIOLENCIA

Modelo STEM, como propuesta de intervención contra la violencia escolar

El presente libro discute algunos resultados y describe las actividades desarrolladas dentro del proyecto “Data Sciences Training and Research to Address Crime and Insecurity in El Salvador” el cual buscaba disminuir los indicadores de violencia y mejorar el rendimiento académico en tres instituciones educativas públicas de secundaria.

La presente obra, es una clara invitación a que la comunidad docente pueda profundizar en el conocimiento del Modelo STEM como una propuesta pedagógica que acerca a la comunidad escolar con una educación científica centrada en intervenciones metodológicas y didácticas, destinadas a mejorar los ambientes educativos mediante la reducción de la violencia haciendo uso de la ciencia, tecnología, ingeniería y las matemáticas.

La lectura de tan interesante e innovadora propuesta permite organizar y sistematizar el impacto de la implementación del Modelo STEM en instituciones educativas de El Salvador, como parte de la internacionalización de la línea de investigación “Escuela, Violencia y Resiliencia”, realizada por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad Francisco Gavidia.
