

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



Modelo de aplicación de herramientas STEAM en la educación básica de México

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA

Paulina Castellanos de la Torre

Directora

Dra. María Amparo Oliveros Ruiz

Mexicali, Baja California

Junio 2020

Agradecimientos

Me gustaría agradecer principalmente a la **Universidad Autónoma de Baja California** por permitirme formar parte de la comunidad Cimarrona, ofrecerme la oportunidad de seguirme preparando, acudir a sus instalaciones y crecer como ser humano.

Al **Instituto de Ingeniería** por brindarme la oportunidad de pertenecer al programa MYDCI y seguir en continua capacitación dentro de mi área para así poder retribuirles con mis aportaciones investigas actuales y futuras.

Gracias a **Conacyt**, porque sin su apoyo económico y credibilidad en mis aportaciones investigativas, no hubiera sido posible iniciar y culminar exitosamente mi maestría.

Al **Dr. Marcos Coronado, Dr. Benjamín Valdez y Dra. Eliana Rodriguez**, muchas gracias por su gran apoyo en todo este proceso, desde trámites, consejos, revisiones, aportaciones, amabilidad y profesión. Gracias a ustedes y su entrega este camino logró ser llevadero y agradable.

Dra. **Amparo Oliveros**, usted fue una de las principales razones por las que me inscribí en este Instituto; me contagió su profesionalismo y las ganas de brindarle a esta comunidad, mayores conocimientos y aportaciones. Gracias a usted no sólo entré al programa, sino también logré permanecer. Su positivismo, actitud, apoyo, apertura, consejos, amabilidad me fueron impulsando día a día a seguir esforzándome y encontrarle el gusto a mi investigación a tal grado de querer continuar con el Doctorado. Usted es muy especial para mí.

A mi esposo **Alejandro Mungaray** que ha sido el principal motor en este camino. Tu me has hecho salir de mi zona de confort, buscar salir adelante por mis propios méritos, me has sostenido y empujado para que no me de por vencida en cualquier cosa que me proponga, me apoyaste en todo este proceso y me diste

porras. Gracias por siempre querer lo mejor para mí, por sentarte horas conmigo para orientarme en mi investigación; te amo.

Por último, quiero agradecer a mi **familia** por apoyar y aceptar todas mis decisiones. Por ser flexibles, darme ánimos cuando me mostraba decaída. Sin duda ustedes son un gran pilar para mí, y una de las razones por las que me quiero seguir superando. Quiero que se sientan orgullosos de todo lo que soy, porque les debo cada uno de los pasos que doy.

Índice

Capítulo 1. Introducción	2
1.1. Planteamiento del problema	6
1.2. Hipótesis	12
1.3. Objetivo general	12
1.4. Objetivo específico	13
1.5. Metodología General de Investigación	13
Capítulo 2. Discusión de literatura	15
2.1. STEAM y Competitividad Global	15
2.2. STEAM y Revolución 4.0	17
2.3. STEAM y aplicación en países desarrollados	20
2.4. STEAM y el Sistema Educativo Básico de México	26
2.5. STEAM en México y sus ámbitos regionales-locales	31
2.6. STEAM en UABC	34
Capítulo 3. Metodología Experimental	39
3.1 Planeación específica de la intervención con el grupo experimental	44
Capítulo 4. Resultados y discusión	50
4.1. Apreciaciones generales	50
4.2. Modelo de Intervención	56
Capítulo 5. Conclusiones	60
Capítulo 6. Referencias	64
Capítulo 7. Anexos	68

Capítulo 1.- Introducción

El presente documento expone una investigación centrada en evaluar los beneficios de incorporar instrumentos STEAM a partir de intervenciones didácticas en los procesos académicos de estudiantes y docentes del sistema educativo básico mexicano. Se parte de la premisa de que la experiencia STEAM, al ser benéfica ya en muchos países, en México puede ser útil para que los estudiantes del sistema educativo básico puedan alcanzar los objetivos logrando mayor asociación entre los conocimientos adquiridos y la aplicación de estos en su vida diaria.

El ejercicio experimental de esta investigación ha sido aplicado en una escuela del sistema público mexicano, en el segundo grado de primaria, trabajando con un docente y 24 estudiantes, enfocado en la aplicación de diversas actividades para fortalecer los conocimientos en el área de ciencias naturales.

La justificación general de este estudio se centra, por un lado, en los resultados que el modelo STEAM ha entregado en países como Estados Unidos y Finlandia, y por el otro lado, en la oportunidad que otorga el sistema educativo básico mexicano para la incorporación de este modelo en la metodología didáctica tradicional, permitiendo así desarrollar herramientas que faciliten tanto el proceso de enseñanza del docente, como el aprendizaje del alumno.

La experiencia de la aplicación del modelo STEAM en distintos países del mundo refiere casos de éxito para el desarrollo integral de competencias, tanto en docentes como en alumnos, en materia de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y

matemáticas. En Estados Unidos, sus beneficios han sido tales que incluso ya existen implementaciones a nivel de política pública, promovidos a través del Comité de STEM de su Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Dentro de las disciplinas que este modelo considera, la investigación educativa de matemáticas y ciencias ha sido extensa y exigido mayor atención a través del tiempo. En principio, se parte de la premisa de que la ciencia es el estudio del mundo natural, de lo visto y no visto. De que la tecnología involucra la aplicación de conocimiento científico para propósitos prácticos como lo es mejorar la productividad, hacer cosas u ofrecer un servicio. Lo anterior, incluye objetos básicos o avanzados hechos por humanos, digitales o no digitales que nos apoyan en el trabajo y las actividades cotidianas. Por su parte, la ingeniería considera el proceso de diseño para conocer las necesidades humanas bajo varias restricciones como lo es el tiempo, dinero, materiales disponibles y las leyes de la naturaleza; y con conexiones fuertes para desarrollarse a través de otras disciplinas, particularmente las matemáticas, la ciencia y la tecnología. Las habilidades artísticas representan el conducto tanto del pensamiento como de la actividad física creativa, y la posibilidad de adaptación del ser humano a diversos medios a partir del desarrollo de sus habilidades blandas y la asimilación tecnológica. A su vez, las matemáticas refieren el estudio de cantidades, estructuras, figuras y cambios que proporcionan una base de medida para varios aspectos y objetos de la vida diaria.

Las investigaciones y aplicaciones del modelo han derivado ya en dos grandes vertientes de implementación. La primera de ellas, refiere al acrónimo STEM bajo la concepción básica del modelo que ha sido el referente para la construcción de

políticas públicas y aplicación sobre todo en educación media superior y ámbito profesional. La segunda vertiente refiere a STEAM (incorporando la "A"), comprendiendo la importancia del desarrollo de habilidades artísticas desde educación temprana. Por esta razón, a lo largo de la revisión de literatura y análisis de casos, llevado a cabo en la presente investigación, se hace referencia a ambas vertientes.

STEAM ha demostrado que la exposición temprana de niños y niñas a dicho modelo ofrece acercamiento a experiencias que promueven una base crítica favorable para aprender sobre estas disciplinas en formas que facilitan sus próximos aprendizajes (Sarama, et.al., 2018). Es a partir de esta apreciación, que se decide que la presente investigación se centre en evaluar la posibilidad de incorporar diversas aplicaciones del modelo STEAM en el sistema educativo básico mexicano, con el fin de promover estrategias que ayuden a facilitar la labor didáctica del docente y que el proceso formativo de los estudiantes del nivel primaria sea rico en experiencias, les brinde herramientas para solucionar problemas, comunicarse y les ofrezca oportunidades naturales para el desarrollo del lenguaje y su uso.

En la actualidad los retos del modelo STEAM, sobretodo en los países subdesarrollados, se centran en la implementación de diversas aplicaciones para que los niños pequeños inicien el proceso de desarrollar su entendimiento conceptual a través de dinámicas de investigación, discusión, lectura y escritura. Se considera que los niños son capaces de adquirir un aprendizaje amplio y profundo en STEAM, si este se ofrece con instrucciones coherentes y consistentes

a través de los años. Diversas experiencias han demostrado que el aprendizaje temprano en matemáticas y ciencias promueve el desarrollo socioemocional de los estudiantes y que ofrecerles aplicaciones STEAM estratégicas y de calidad les conduce hacia un crecimiento emocional y social, con menores comportamientos desafiantes. Además, permite el desarrollo de hábitos de mente relacionados con la curiosidad, el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración, la persistencia, la solución de problemas y actitudes positivas hacia la ciencia y las matemáticas. Lo que les ayuda con aprendizajes posteriores en materia de literatura y el desarrollo del lenguaje, asociado con el aumento de comprensión lectora y mayor fuerza en las habilidades.

Dentro del análisis general sobre esta materia es de interés prestar especial atención en niños pequeños, que por su curiosidad e inclinación por explorar, muestran ansias por entender y hacer sentido de su entorno. A estos perfiles, en esa etapa de sus vidas, les gusta construir, recolectar objetos, organizar sus colecciones, hacer y deshacer como parte de sus experiencias normales para jugar. Estos comportamientos son centrales en las disciplinas STEAM. Específicamente en la disciplina de ciencias, en la cual los niños pequeños de todos los contextos pueden explorar ideas científicas, tal como la función y estructura, causa y efecto y patrones, mientras interactúan con fenómenos en la investigación científica, en el aula y en el mundo.

Es posible evaluar si es pertinente que el diseño experimental de este proyecto establezca que las estrategias para promover el aprendizaje y descubrimiento STEAM, incluya tratar a todos los niños como aprendices y ofrecerles

oportunidades iguales para participar en experiencias ricas de aprendizaje. Escuchar a los niños y observar lo que hacen mientras exploran, juegan y hablan uno con el otro. Involucrarlos en las actividades del salón para aprender lo que entendieron sobre conceptos, dibujar experiencias e ideas previas, hacer conexiones con los hogares de los niños y la comunidad en la que viven. Alentar que los niños compartan y elaboren sus propias observaciones sugiriendo futuras investigaciones para probar las ideas que sobresalen. Por otro lado, considerar que el ejercicio docente requiere soportes de alta calidad para el desarrollo apropiado de conceptos y prácticas, estrategias pedagógicas que profundicen el aprendizaje STEAM, para promover la inclusión y responsabilidad cultural, incluyendo conexiones con casas, familias, cuidadores y comunidades.

1.1. Planteamiento del problema

A lo largo de las últimas décadas, la política educativa en México ha hecho esfuerzos por implementar acciones y reformas que se vean reflejadas en mejorar las habilidades y competencias de los estudiantes que cursan el nivel básico del sistema educativo público, sin embargo, se ha detectado que a tiempo presente aún queda mucho por hacer para alcanzar la meta deseada.

Para medir si las mencionadas acciones que se realizan van sumando asertivamente hacia este objetivo, ha jugado un papel importante evaluar y comparar el desempeño de estudiantes en niveles educativos similares que acontece en otros países, así como comprender los aciertos y desaciertos de los

procesos de cambio que en cada país se van suscitando, como es el caso de STEAM, con el fin de promover la colaboración internacional y definición de estrategias globales que permitan reducir los desfases que existen entre sus sistemas educativos.

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés), es una encuesta trienal que se realiza en alumnos de 15 años y es útil para evaluar hasta qué punto estos han adquirido los conocimientos y habilidades esenciales para su participación plena en la sociedad. Su diseño ha permitido analizar las áreas escolares centrales de lectura, matemáticas y ciencias, así como llegar a medir competencias de los alumnos relacionadas con su sentido de innovación y adaptación al medio global. La última prueba PISA realizada en 2018, arrojó que en México solo el 1% de los estudiantes obtuvo un desempeño en los niveles de competencia más altos (nivel 5 o 6) en al menos un área de las tres evaluadas. A su vez, el 35% de los estudiantes no obtuvo un nivel mínimo de competencia (es decir, nivel 2) en las 3 áreas. Esto significa que a pesar de los esfuerzos que se han realizado en las últimas décadas, en México es aún muy necesario promover, entre otras cosas, cambios estructurales en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el nivel básico del sistema educativo.

Desde una perspectiva de política pública a nivel nacional, el término de educación con calidad ha sido un concepto constante a través de las administraciones. En la administración federal anterior, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, lo incluyó como una de sus cinco metas nacionales. Este, desde entonces, hizo hincapié en que la educación es un derecho humano al que

todo mexicano debe tener acceso para construir una sociedad a partir de dos conceptos fundamentales, que son la ciudadanía y la solidaridad. Dentro de la propia definición de este término, es preciso establecer que se debe buscar en todo momento que la educación promueva que los individuos desarrollen la capacidad para trabajar en grupos, resolver problemas, usen con eficacia las tecnologías de la información y comunicación; y desarrollen una mejor convivencia y aprendizaje para toda la vida (PND, 2013). Para lograrlo, se considera que es a través del diálogo y el trabajo colaborativo entre instituciones e individuos que es preciso establecer un acompañamiento académico que permita que el estudiante pueda tener una formación integral hasta el nivel de educación superior y; a su vez, que en cada nivel educativo se puedan crear estrategias específicas para fortalecer las competencias profesionales de los profesores (PSE, 2013).

Con el fin de consolidar la necesaria estrategia del mejoramiento de los procesos educativos, la presente administración federal ha planteado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, que es necesario orientar sus esfuerzos en fortalecer y reconfigurar la filosofía del derecho a la educación para garantizar que esta sea laica, gratuita, incluyente, pertinente y de calidad en todos los tipos, niveles y modalidades del sistema educativo nacional y para todas las personas. Con ello, se han definido diversas estrategias específicas que buscan asegurar el acceso y permanencia en la educación, ofreciendo oportunidades educativas que tengan como eje principal el interés superior de las niñas, niños, adolescentes, priorizando a las mujeres, los pueblos indígenas y a los grupos históricamente discriminados. Del mismo modo, se exponen otras estrategias que

buscan elevar la calidad y pertinencia de la educación en todos los tipos, niveles y modalidades, considerando la accesibilidad universal y partiendo de las necesidades primordiales de la población y de la comunidad. Se propone, a su vez, revisar los planes y programas de estudio en todos los tipos y niveles promoviendo la educación sostenible, artística, científica, tecnológica, financiera, ambiental, sexual, cívica, indígena, intercultural y comunitaria, que garanticen el derecho a la igualdad de género, la no discriminación y la eliminación de la violencia. Se busca también fortalecer la profesionalización del personal docente, a través del impulso y mejora de los procesos de formación, capacitación y actualización, mediante evaluaciones diagnósticas; y de los procesos de selección para la admisión, la promoción y el reconocimiento. Asimismo, mejorar la infraestructura básica y equipamiento de los espacios educativos en todos los tipos, niveles y modalidades, generando condiciones adecuadas de accesibilidad e incluyentes para el desarrollo integral de las actividades académicas y escolares (PND,2019-2024).

Es destacable, dentro de su planteamiento estratégico, el propósito asumido por la presente administración por elevar la calidad y pertinencia educativa en todos los tipos y niveles del sistema educativo, donde se detectan áreas de oportunidad para impulsar políticas educativas STEAM, que ya han sido exitosas en otros países, y que han permitido consolidar los niveles de educación básica, y que se diseñen de manera que permitan trabajar simultáneamente en contraste con una visión filosófica que promueva la integración, homogenización y construcción de la identidad nacional. Ya que el crecimiento de la pobreza, sumado a la permanencia

de tendencias históricas discriminatorias en términos étnicos, contraponen una realidad que imposibilita el logro de los objetivos originales de las escuelas, siendo estas las unidades operativas del sistema educativo en los ámbitos locales. Es por ello, que se percibe que la mayor dificultad en los logros definidos en materia de calidad en la educación se centra en los retos de implementación operativa de esta filosofía educativa en los ámbitos locales, específicamente en las escuelas públicas. Ya que pueden llegar a presentarse importantes desfases en las condiciones de desarrollo de cada localidad.

La calidad en la educación de los niños mexicanos ocurre forzosamente en las aulas y son los maestros los que transmiten conocimientos a los alumnos a través de su ejercicio docente, el cual se organiza a través de una planeación temática definida de manera general y transversal para cada curso en cada nivel educativo, y que se acompaña por instrumentos didácticos convencionales para permitir que dichas planeaciones puedan ser alcanzadas en tiempo y forma sin importar las condiciones socioeconómicas del contexto local. Es así, que los retos en materia de calidad educativa se pueden clasificar en tres grandes rubros. El primero, refiere la capacidad de la infraestructura física y tecnológica instalada en las escuelas, que puede variar considerablemente entre una localidad y otra, incluso entre escuelas de la misma localidad, percibiéndose una correlación consistente entre los índices de pobreza de entorno y las condiciones de sus instalaciones. El segundo, refiere la condición laboral de los profesores, desde el punto de vista de sus ingresos económicos y situación de contratación, de su capacitación profesional y del volumen de estudiantes que deben atender. El tercer rubro,

refiere la meta final de la calidad en la educación y del acompañamiento al estudiante establecido hasta el nivel superior, con el que se busca que los perfiles de egreso tengan desarrolladas las competencias necesarias para que puedan aspirar a un buen empleo y desenvolverse en el ámbito profesional con ética y valores adecuados, con adaptabilidad a las nuevas tecnologías emergentes y con los atributos que han sido plasmados en la política pública federal.

Es con esta argumentación que se plantea la problemática central de esta investigación, donde se evalúa como una posible solución, o al menos como una contribución hacia la misma, el potencial que podría tener la incorporación del Modelo STEAM a la estrategia docente del sistema educativo tradicional mexicano. Partiendo de que las habilidades en materia de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas son las más buscadas por las empresas y de que la misma Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)¹ advierte que para 2030 el 80% de los empleos necesitarán perfiles con habilidades en estas áreas, con industrias que se espera generen cerca de 3.5 millones de vacantes en los próximos 10 años. Incluso, en la actualidad 8 de cada 10 de los empleos mejor pagados requieren de habilidades STEAM.

El Fórum Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) reconoce diez habilidades específicas que son necesarios para que el personal docente tenga buen desempeño en los lugares de trabajo. Estas son flexibilidad cognitiva, negociación, orientación de servicio, juicio y toma de decisiones, inteligencia

¹ www.oecd.org

emocional, coordinación con los demás, manejo de personas, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas complejos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU)², los niños y adolescentes de la actualidad pueden ser la generación que en un futuro cercano reduzca con su desempeño profesional los índices de pobreza extrema y de cambio climático. Para combatir estos retos del siglo XXI se visualiza como prioridad consolidar la educación en materia científica y tecnológica.

La cuestión es no quedarse atrás y prepararse para la cuarta revolución industrial en donde se perciben oportunidades y retos, ya que se modifica el perfil del recurso humano necesario, requiriendo habilidades y conocimientos diferentes de los que tradicionalmente han sido requeridos. Se visualiza una tendencia de digitalización de todos los procesos de producción mediante las TIC y la conexión a internet.

1.2. Hipótesis

La incorporación del Modelo STEAM en el sistema educativo básico mexicano actual es útil para fortalecer el desarrollo de las habilidades y competencias de sus estudiantes.

1.3. Objetivo General

- Diseño de una metodología didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje del nivel básico basado en STEAM.

² www.un.org

1.4. Objetivos Específicos

- Diseñar estrategia didáctica para atender un área específica de conocimiento.
- Análisis de casos y experiencias STEAM a nivel nacional e internacional.
- Comparar el impacto de una intervención didáctica STEAM en un conjunto de estudiantes del sistema educativo público.
- Validar la herramienta didáctica en un ejercicio aplicado.

1.5. Metodología general de investigación

La presente investigación contempla el desarrollo de cuatro grandes apartados, con planteamientos metodológicos precisos que han sido trazados para cada uno de ellos. El primer apartado contempla el análisis de literatura y casos con los que se cree que es posible profundizar en el entendimiento sobre los fundamentos del Modelo y la evolución que ha tenido a través de los años, a lo largo de todas las experiencias de aplicación que ha tenido en diversos países y en diversos niveles educativos y ámbitos profesionales. En México, el análisis refiere comprender los cimientos del sistema educativo nacional y los espacios de oportunidad que se perciben para promover intervenciones asociadas al Modelo STEAM, así como, las experiencias y referencias de asociaciones y grupos de investigación de diversos ámbitos que han explorado y promovido las oportunidades y beneficios que el modelo en cuestión puede entregar. El segundo apartado metodológico se enfoca en el diseño experimental de una intervención en el nivel educativo básico,

en una dimensión muy básica que permita visualizar el potencial de aplicación en una unidad escolar en un ámbito local específico. El tercer apartado metodológico consiste en la definición de los elementos básicos, a partir de los resultados del diseño experimental y los referentes de literatura, para construir un modelo de aplicación de herramientas STEAM en el sistema educativo básico tradicional mexicano. El cuarto y último apartado metodológico, consiste en desarrollar las conclusiones sobre cada apartado metodológico de la presente investigación, así como, aquellas que puedan obtenerse desde la óptica integral, con el fin de establecer la viabilidad del planteamiento de solución o contribución a la misma que ha sido definido y establecer posibles líneas para investigaciones que puedan devenir del presente estudio.

Capítulo 2.- Discusión de literatura

2.1. STEAM y competitividad global

El Reporte Global de Competitividad del Foro Económico Mundial establece que existen 12 pilares que soportan la competitividad de los países (WEF, 2014). De estos, la innovación es uno determinante pues se ha demostrado que existe fuerte impacto en los ámbitos de producción y desarrollo de capital humano; y que para lograr la construcción del desarrollo tecnológico se requiere consolidar los procesos educativos en materia científica y tecnológica (STEMConnector, 2015). Esta realidad ha derivado en múltiples estrategias de desarrollo educativo en todos los países. En algunos de ellos, a lo largo de las últimas décadas los resultados son visibles en implementaciones que han favorecido la formación integral de las nuevas generaciones, promoviendo la innovación y el desarrollo tecnológico de manera general en sus respectivas sociedades. En otros, persisten otro tipo de problemáticas que se reflejan en que estas metas aun no sean visibles de manera general y sean, más bien, dependientes de escenarios específicos muy asociados a otros índices de estratificación social y pobreza. Incluso en los países más desarrollados, a lo largo de sus territorios, es posible observar fenómenos de desigualdad entre distintas zonas, en lo relacionado a los procesos de formación integral de sus jóvenes.

En Estados Unidos, se conoce que el 81% de estudiantes de origen asiático y 71% de origen anglosajón cuentan con condiciones óptimas para formarse en programas STEAM, mientras que en los estudiantes de origen indio, nativo, negro o hispano los porcentajes son significativamente más bajos. Según la OCDE,

países asiáticos como Singapur, Japón y Hong Kong ocupan los mejores lugares en el desarrollo de competencias científicas y matemáticas de sus estudiantes. Mientras que, los países latinoamericanos presentan rezagos igual de apremiantes que los países africanos, donde Chile, Uruguay, Costa Rica, Colombia, México, Brasil y Perú, ocupan lugares por encima del 44 de la escala de evaluación.

La situación anterior, incluso se ha podido correlacionar con los niveles de inversión en materia educativa que existe en los países, percibiéndose una fuerte consistencia entre el nivel de desempeño de los estudiantes en materia científica y matemática y el nivel de inversión que existe en sus respectivos sistemas educativos. Se ha podido establecer que la falta de inversión en el desarrollo de competencias STEAM no sólo se refleja en carencias educativas para la capacitación de un joven ante un posible empleo en un futuro, sino que también se refleja en la proyección de su industria y competitividad en un ámbito global; y en la vulnerabilidad de diversos sectores de la población y regiones en sus territorios.

Precisamente, ante esta situación expuesta, Estados Unidos ha implementado un programa denominado STEM K-12³, enfocado en promover un modelo vinculado de educación para el liderazgo científico continuo y su crecimiento económico. Dicha investigación sugiere que varios estudiantes no están preparados para las demandas de la economía actual y del futuro y que el desarrollo integral de competencias basadas en ciencias, matemáticas, artes, ingenierías y tecnología, pueden contribuir en aspectos fundamentales de sus vidas como ciudadanos, empleados, consumidores y padres de familia. Se ha detectado que el conductor

³ <https://www.k12.com/discover-more/online-stem-education.html>

principal de la economía futura y los empleos es la innovación, en gran parte derivada de los avances que se suscitan en las ciencias y las ingenierías. Por ello, es que incluso en la actualidad ya el 4% de la fuerza laboral de este país se compone de científicos e ingenieros, el cual ya crea y define los trabajos para el otro 96% (NRC, 2011).

2.2. STEAM y la Revolución 4.0

Lo que en la actualidad se reconoce como la Revolución Industrial 4.0, corresponde a una nueva manera de organizar los medios de producción y pretende una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de generación de productos, así como a una asignación más eficiente de los recursos. Enfatiza y acentúa la idea de una creciente y adecuada digitalización y coordinación cooperativa en todas las unidades productivas de la economía. Se cree que la cuarta revolución reemplazará el 5% de los empleos totales del planeta y el 45% de las actividades en los trabajos. De igual manera, se estima que el 65% de los empleos que tendrá la siguiente generación aún no existen (McKinsey, 2016).

Ante esta realidad, países como Estados Unidos y Finlandia han emprendido acciones para evolucionar en sus modelos educativos, con el objetivo de preparar a sus siguientes generaciones para que estos sean más competitivos y tengan la posibilidad de adaptarse a los medios profesionales, tecnológicos y ambientales del futuro.

La Alianza Global STEM (The Global Stem Alliance, GSA, por sus siglas en inglés)⁴, ha definido las competencias que el docente debe fomentar en sus estudiantes y en el aula por medio del Modelo de Enseñanza –Aprendizaje STEM, para que estos puedan enfrentar exitosamente la Revolución 4.0 y resolver retos de innovación que sumen al cumplimiento de la Agenda 2030 de la ONU⁵ con una visión incluyente.

Se establece que la importancia del pensamiento crítico radica en la capacidad de evaluar múltiples fuentes de información y evidencias, con las cuales los estudiantes puedan seleccionar material para argumentar, criticar y diferenciar opiniones con respecto al trabajo de otros. La creatividad es definida como la capacidad de explorar varios enfoques, con diferentes perspectivas para abordar una tarea de forma nueva e innovadora. La resolución de problemas se asocia con la capacidad de organizar ideas, metas o hitos y ejecución de planes. La alfabetización de datos, con la capacidad de usar datos cualitativos y cuantitativos como parte de las tareas en la resolución de problemas, investigación y diseño. A su vez, se entiende que la comunicación permite la capacidad de comunicar con claridad, precisión y/o sobre temas STEM. La colaboración se promueve sugiriendo a los profesores que estructuren dinámicas que apoyen a los alumnos en la construcción de conocimientos y los productos de trabajo, al asignar funciones dentro de los grupos para que cada persona pueda contribuir a planear, organizar y ejecutar las actividades. Por último, la alfabetización digital y ciencias

⁴ <https://www.nyas.org/programs/global-stem-alliance/>

⁵ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>

computacionales se estiman como una capacidad indispensable para utilizar conceptos y herramientas de ciencias computacionales.

A lo anterior, se suma que es preciso trabajar en el aula y de manera transversal con las habilidades socioemocionales. Donde el aprendizaje social y emocional mejora la capacidad de los estudiantes para integrar habilidades, actitudes y comportamientos que les permita enfrentar con eficacia y ética las tareas y desafíos diarios. La institución Aprendizaje, Académico, Social y Emocional (CASEL, por sus siglas en inglés)⁶ establece que se debe promover la competencia intrapersonal, interpersonal y cognitiva, proponiendo competencias básicas que pueden enseñarse de diversas maneras y entornos. La primera de ellas, refiere la conciencia de sí mismo, como la capacidad de reconocer con precisión las propias emociones, pensamientos y valores, y cómo influyen en el comportamiento. La segunda, refiere la autogestión, como la capacidad de regular con éxito las emociones, pensamientos y comportamientos de una persona en diferentes situaciones para gestionar el estrés de manera efectiva. La tercera, refiere la conciencia social, como la capacidad de adoptar la perspectiva de otros y empatizar con ellos, incluidos aquellos de diversos orígenes y culturas (Villaseñor 2015).

⁶ <https://casel.org/>

2.3. STEM y su aplicación en países desarrollados

En Estados Unidos, el concepto STEM comienza a tomar forma en la década de los noventa a través de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, National Science Foundation, por sus siglas en inglés)⁷, pero no fue hasta el 2010 que se vio reflejada en sus políticas gubernamentales. Esto aconteció con el desarrollo de un primer plan estratégico de cinco años, el cual que fue ratificado en el 2018, donde se confirmó el compromiso del gobierno federal a través de un plan nuevo que ya involucró la participación de más actores del gobierno, empresas y organizaciones no gubernamentales.

Es así que en los Estados Unidos la educación STEM se ha convertido en una de las reformas educativas más importantes de su historia, viéndose reflejadas ya en iniciativas tan importantes como lo son los Estándares de Ciencias para la Próxima Generación⁸, que hacen mayor énfasis en la educación interrelacionada entre las mencionadas asignaturas. En estos estándares se persiguen tres objetos aspiracionales. El primero de ellos promueve la construcción de fundaciones sólidas para literatura STEM, con el fin de asegurar que todos tengan la oportunidad de dominar los conceptos básicos del modelo, incluyendo el pensamiento computacional. Con una literatura pública que sea mejor equipada para manejar cambios tecnológicos rápidos y estar mejor preparados para participar en una sociedad civil. El segundo busca incrementar diversidad, equidad e inclusión en STEM y proveer a todos el acceso a educación basada en este modelo de por vida, especialmente a aquellos históricamente desatendidos y

⁷ <https://www.nsf.gov/>

⁸ <https://www.nextgenscience.org/>

subestimados en áreas y empleos. El tercero busca promover ciudadanos mejor preparados para los trabajos del futuro, que serán esenciales para mantener la base de innovación nacional que apoya sectores claves de la economía y para hacer descubrimientos científicos y creación de nuevas tecnologías. En este sentido, el empleo para personas con habilidades y competencias STEM en los Estados Unidos continúa creciendo a un ritmo más acelerado que los empleos en otras ocupaciones. Incluso, esto ya se ve reflejado en que los trabajadores con dichas características exigen y acceden a mejores salarios (CS-NSTC, 2018).

Por su parte, en Finlandia la experiencia STEM se ha visto reflejada en diversas acciones que han permitido impactar beneficiosamente en el desarrollo social, a partir de estrategias de desarrollo docente y estudiantil. Hace algunos años, la formación continua ofrecía a los profesores cursos de corta duración durante días aislados. Hoy se tiende a un enfoque más holístico e integrado. La nueva tendencia es ver a los profesores como desarrolladores del conjunto de la comunidad educativa. Los profesores reciben una formación inicial basada en la investigación, que resulta ser un recurso de gran utilidad en sus carreras docentes. Esto permite a los profesores diseñar proyectos escolares y diseñar también su propio desarrollo profesional, que a su vez se vincula al desarrollo escolar.

Con la intención de fomentar la motivación de los estudiantes para aprender ciencias y matemáticas y mejorar sus resultados de aprendizaje, fue creado el Centro LUMA en la Universidad de Helsinki en 2003⁹ (Vihma & Aksela, 2014).

⁹ <https://www.luma.fi/en/centre/>

Durante la primera década, el objetivo central de este centro fue crear un ecosistema nacional de colaboración en la educación STEM (Aksela, 2008). Desde 2007, se han creado otros nueve centros LUMA a nivel regional, dentro de diferentes universidades finlandesas. El ecosistema actual LUMA es una innovación social en la que universidades, escuelas, profesores, estudiantes, tutores y empresas involucran de forma cooperativa a niños y jóvenes de entre 3 y 19 años en las áreas de matemáticas, ciencia y tecnología, y apoyan a los profesores con orientación investigadora en todos los niveles de formación continua. Se ha reconocido que el punto más débil de la formación docente en Finlandia ha sido la fase de inducción, que es prácticamente inexistente y que una de las reformas más importantes y necesarias para el futuro finlandés es ofrecer dicho apoyo a todos los profesores (Niemi 2015).

Es importante señalar que otros países como Corea del Sur, Australia, Francia, Gran Bretaña, Alemania, Singapur, Japón y China, entre otros, han adoptado seriamente la educación STEM como una alternativa de progreso (Botero 2018).

Del continente asiático, se hace referencia del desarrollo de políticas STEAM en tres países. En Corea del Sur, desde 2011 el gobierno ha invertido dinero continuamente para apoyar a escuelas, maestros y estudiantes en la práctica y aplicación de un modelo de educación basado en STEAM. Lo hace a través de la Fundación para el Avance de la Ciencia y la Creatividad (KOFAC)¹⁰, con un presupuesto anual de más de 5 millones de dólares para apoyar la educación y la investigación STEAM involucrando grupos de estudiantes, maestros, programas y

¹⁰ https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269

el manejo de un centro de entrenamiento a maestros para la innovación en ciencia (Jho, et.al., 2016).

En China, en 2017 se sumó oficialmente el Modelo de Educación STEM al diseño curricular en escuelas primarias. Posteriormente, en 2018 se lanzó el Plan de Acción en Educación STEM 2029. Este plan tiene como objetivo permitir que la mayor cantidad de estudiantes se beneficien de STEM y equiparlos con pensamiento científico y la habilidad de innovar. Entre lo más destacado, se percibe la cooperación científica empresarial de la cual entre científicos y empresas se pueden integrar recursos, movilizar instituciones, talentos, dispositivos, fondos y proyectos para promover innovación científica y tecnológica.

En respuesta a estas políticas alentadas por el gobierno, escuelas de los sectores públicos y privados alrededor de este país han comenzado a implementar programas en Educación STEM. Para poder llevar a cabo efectivamente la implementación de currícula STEM, se han generado programas de capacitación para maestros de tiempo completo buscando su especialización en Educación STEM y contenidos relevantes (Han & Appelbaum, 2018).

En Singapur, por su parte, en 2014 se creó la Unidad de Innovación y Creatividad STEM, con el respaldo del Ministerio de Educación¹¹. Se hizo con el fin de implementar iniciativas que ayuden a enriquecer la experiencia de aprendizaje en estudiantes del nivel básico, sobre todo con esfuerzos enfocados en el diseño de programas asociados con la industria. El objetivo es crear futuros científicos, tecnólogos, ingenieros y matemáticos, ante una escasez global en la calidad laboral en industrias STEM (Wee, 2019).

¹¹ <https://www.science.edu.sg/stem-inc/about-us/about-stem-inc>

En Europa, la experiencia de la implementación STEM ya es visible en la existencia de modelos educativos muy consolidados y escenarios de desempeño profesional en STEM ya desarrollados. Aunado al caso de Finlandia, países como Alemania y Francia han obtenido posiciones de liderazgo en materia de educación STEM.

En el caso de Alemania, de acuerdo con el último reporte de la OCDE¹², el 40% de sus estudiantes de primer año de universidad ya optan por carreras que están clasificadas en los campos del conocimiento STEM, lo cual está por encima del resto de países con un porcentaje promedio de 27%. A su vez, este país lidera con un 35% de su población de entre 25 y 64 años de edad que cuenta con bases de formación sólidas en áreas de matemáticas, ciencia y tecnología, comparado con el resto de países donde dicho porcentaje gira en torno al 25%.

Mientras tanto, en Francia el 89% de los graduados jóvenes del sector STEM cuentan con un empleo digno, comparado con un 77% de los graduados en artes y humanidades, ciencias sociales, periodismo e información. El sistema educativo recibe su mayor inversión en el nivel de secundaria superior, y su consolidación se ve reflejada incluso en que este nivel educativo es ya un referente en el ámbito internacional, con un porcentaje de estudiantes provenientes del extranjero del 10% (OECD, 2017).

Por su parte, en otros continentes, en países como Australia el gobierno ha establecido que la educación STEM es un elemento importante para su productividad actual y futura. Incluso, perciben que este modelo tiene el potencial

¹² <https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>

de apoyar a su sociedad en la toma de decisiones personales informadas, en la construcción efectiva de la comunidad nacional y de contribuir en la conformación de una ciudadanía global. Por ello, el gobierno ha proporcionado fondos significativos, reflejados en la creación de programas para el aprendizaje temprano y de escuelas con iniciativas STEM. Se ha visto esto reflejado también en la incorporación de modelos de desarrollo en literatura digital; y en apoyos para la innovación nacional y la agenda de desarrollo de ciencia. Invierte en programas que apoyan la entrega de inteligencia artificial en escuelas bajo la tecnología australiana y el plan de crecimiento en ciencias, como también, cursos abiertos en línea masivos de matemáticas¹³.

Es relevante puntualizar que ya se ha identificado que existe una fuerte consistencia entre aquellos países que cuentan con mayor número de profesionistas egresados en los campos de la ciencia y la tecnología, y los que cuentan con economías más prósperas (FEM, 2014). Por lo que, es importante señalar que el Modelo STEAM ha ido evolucionando a través de los años, pasando de ser solo un modelo estratégico de desarrollo educativo para el desarrollo de competencias profesionales, a convertirse para muchos países en un modelo de desarrollo económico.

¹³ <https://www.education.gov.au/support-science-technology-engineering-and-mathematics>

2.4. STEAM y el sistema educativo básico de México

El sistema educativo mexicano centra sus objetivos en elevar la calidad educativa y reducir las desigualdades regionales, de género y entre grupos sociales en términos de oportunidades educativas. La búsqueda es impulsar el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías en el sistema educativo para apoyar la inserción de los estudiantes en la sociedad del conocimiento y ampliar sus capacidades para la vida, con el fin de promover la educación integral de las personas. Por ello, es importante fortalecer un enfoque sistemático del proceso educativo, enlazando los niveles básicos con los niveles medio superior y superior, que permita el acceso y la permanencia en el sistema de enseñanza, brindando una educación de calidad orientada al desarrollo de competencias para un mejor desempeño en el ámbito profesional. El reto se percibe en una permanente necesidad de ampliar la cobertura, favorecer la equidad y mejorar la calidad y pertinencia de la educación, hasta el nivel superior (Gallegos, 2014).

En la Constitución Política de México está establecido el carácter obligatorio de la educación básica. Dicho nivel formativo puede ser impartido a niños y adultos, en modalidades distintas. En el caso de la atención al sector adulto, se hace a través de un sistema abierto que se evalúa mediante el desempeño en pruebas que van definiendo la acreditación las asignaturas y la obtención de los grados académicos. En el caso de los niños, se define que se encuentran en edad escolar cuando tienen de seis a catorce años. En estos casos, el nivel educativo de primaria se cursa en un programa diseñado a seis años, en seis grados consecutivos. Ambos sistemas de atención son accesibles en los medios urbano y

rural y están diseñados conforme al plan de estudios establecido en 1993, el cual incluye ocho asignaturas: español, matemáticas, ciencias naturales, historia, geografía, educación cívica, artística y física. La primaria se divide en tres servicios, que son el general, bilingüe-bicultural y cursos comunitarios. En cualquiera de sus modalidades, la educación primaria es propedéutica, es decir, previa e indispensable para la educación secundaria, la cual está diseñada en tres grados posteriores. El alumno que la concluye con éxito recibe un certificado que acredita su preparación para poder ingresar al sistema del nivel medio superior (CPM, 2020).

La filosofía del proceso formativo en el sistema educativo básico mexicano es constructivista, donde se busca que el alumno construya conocimientos partiendo de su experiencia e integrándola con la información que recibe. Asimismo, que ayude a los estudiantes a internalizar, reacomodar, o transformar la información nueva. Esto a través del surgimiento de nuevas estructuras cognitivas, que les permita enfrentarse a situaciones iguales o parecidas en la realidad. Se percibe el aprendizaje como una actividad personal enmarcada en contextos funcionales, significativos y auténticos. En esta filosofía los agentes sociales son un elemento preponderante, con los cuales se construyen los significados y se coloca al lenguaje como la herramienta cultural de aprendizaje por excelencia. La base del proceso educativo no debe ser el miedo ni el deseo de una recompensa, sino el interés profundo por la materia o el contenido del aprendizaje. Lo deseable es que el niño sienta el trabajo escolar como un objetivo deseable en sí mismo.

El sistema que hoy en día se tiene establecido en la Ley General de Educación (LGE, 2019) es el resultado de diversas reformas que a lo largo de los años han siempre buscado mejorar la calidad en los servicios de educación y establecer rutas de obligatoriedad que permitan el aseguramiento del proceso formativo, como lo ha sido la incorporación del nivel preescolar y el medio superior. La evolución más significativa del sistema educativo ha sido a partir del 2000. En la reforma de ese mismo año (2000), se reconoció la educación especial y los distintos destinatarios como individuos con alguna discapacidad. En la reforma del 2002, se estableció que al menos el 1% del producto interno bruto de cada entidad federativa sería destinado a la educación. En la reforma del 2004, la educación preescolar se hizo obligatoria y se estableció que es responsabilidad de la federación brindar la cobertura suficiente. Así mismo, en esta reforma se estableció que la federación debe proporcionar los planes y programas de preescolar, primaria y secundaria, autorizando el uso de libros de texto para todo tipo de educación y que la autoridad educativa federal determina el calendario escolar. En la reforma del 2006, se estableció que la edad mínima para iniciar a preescolar es de 3 años y para primaria es de 6 años cumplidos hasta el 31 de diciembre. En la reforma del 2007 se establecieron las funciones de los consejos técnicos escolares. En 2011, se determinó que el gobierno debe proveer todo tipo de educación hasta la superior; que la educación inicial estimula al niño, por lo que los alumnos deben ver diferentes tecnologías en las escuelas; que los profesores deben tener un salario digno y que estos deben seguir con los planes y programas, siendo ellos los principales promotores de la educación. La reforma del 2013 estableció la evaluación para maestros buscando promover la calidad

educativa. Por su parte, en la reforma del 2016 quedó establecido que todo individuo tiene derecho a una educación de calidad y equidad, que la educación especial tiene como finalidad prevenir y eliminar las barreras del aprendizaje y que los estudiantes con aptitudes sobresalientes también deben ser considerados especiales.

En los más recientes cambios, la nueva reforma educativa del 2019 contempló la abrogación de la Ley del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, siendo este un organismo que había sido creado en la reforma del 2012 y que le otorgó autonomía constitucional, reconociendo el valor de la evaluación técnica, profesional e independiente de los docentes. Ahora este trabajo se realiza desde el Centro Nacional para la Revalorización del Magisterio y la Mejora Continua de la Educación. Asimismo, contempló también la abrogación de la Ley del Servicio Profesional Docente, la cual establecía los perfiles, indicadores y parámetros para el ingreso, promoción, reconocimiento y permanencia de los docentes en el servicio público educativo, incluyendo aquí la regulación de sus derechos y obligaciones. Derivado de los puntos anteriores, la nueva reforma educativa no contempla la realización de evaluaciones punitivas, es decir, que no se determina la permanencia de los docentes en sus puestos por los resultados que vayan teniendo en las pruebas que se les hagan. En suma, la promoción de docentes a nuevas posiciones y cargos tampoco está ligada a ninguna evaluación, sino que se impulsa el ascenso de acuerdo a las capacidades y aptitudes observadas en los perfiles. A su vez, se agregan a los principios de educación gratuita, laica y obligatoria, los de universalidad, equidad y excelencia, para todos los niveles, incluyendo universidad.

Dado todo lo antes mencionado, se ha podido exhibir que durante las últimas décadas, en México se han experimentado cambios importantes en el sistema educativo y en el diseño de los planes y programas de estudio de la educación básica. Sin embargo, sigue siendo este un país con un nivel académico bajo. A pesar de los intentos por querer elevar el rendimiento de los alumnos por medio de la innovación o la renovación en los modelos educativos, no se ha podido dar ese salto de la teoría a la práctica.

García (1993), señala que una de las razones principales para justificar esta circunstancia es el desempeño docente dentro del aula por falta de transferencia de conocimientos, técnicas, innovación y evaluación continua. En atención a este tipo de circunstancias se han creado instrumentos de apoyo como el Consejo Técnico Escolar (CTE), que son reuniones de educación básica; en nivel preescolar, primaria y secundaria (SEP, 2018). Estas se realizan previo al inicio del ciclo escolar, así como el último viernes de cada mes; y está conformada por el director del centro educativo y la totalidad del personal docente del mismo, con el objetivo de plantear y ejecutar decisiones comunes dirigidas a abordar problemáticas, logros académicos y necesidades pedagógicas de las y los alumnos. Se busca con este instrumento la mejora de logros educativos, así como atender diversos aspectos o problemáticas como la erradicación del rezago educativo, impulsar la lectura, la escritura y las matemáticas. Estas acciones requieren de la decisión e involucramiento de toda estructura escolar para su adecuada ejecución y sus efectivos resultados. En el CTE se busca reflexionar sobre la situación de cada escuela, con el fin de analizar y compartir puntos de

vista, estrategias, materiales y lecturas que ayuden a la toma de decisiones para establecer una sola política de escuela siempre en beneficio de los estudiantes. En este sentido, el Consejo Técnico Escolar (CTE) de la SEP es prácticamente el único recurso ofrecido para evaluar el desempeño docente y de los alumnos durante el proceso operativo de los cursos y se reconoce como un posible medio de utilidad para el diseño e implementación de intervenciones STEAM.

Dentro de la actualización y renovación del modelo educativo se logran rescatar tres conceptos para construir la columna vertebral de esta investigación, que se relacionan con la metodología STEAM. En primera instancia, las competencias, que implican la movilización e integración de habilidades, conocimientos y aptitudes en un contexto específico. En segunda instancia, la transversalidad, como una noción que refiere a un conjunto de conocimientos o habilidades que se hacen presentes en distintos ámbitos y momentos del currículo, En tercera instancia, la inclusión y la equidad, que buscan eliminar toda aquella barrera que frena el potencial de cada ser humano o los aleje de sus derechos (SEP, 2017).

2.5. STEM en México y sus ámbitos regionales - locales

En materia de esfuerzos en México que buscan impulsar el modelo STEAM, se reconoce la labor del Consejo Coordinador Empresarial, que promueve la Alianza para la Promoción de STEM¹⁴ (AP-STEM), conformada por diversas organizaciones empresariales y de la sociedad civil. La cual presentó la

¹⁴ <https://www.cce.org.mx/la-alianza-para-la-promocion-de-stem-presento-vision-stem-para-mexico/>

publicación denominada “Visión STEM para México” en 2019. Este documento refleja los resultados del trabajo colaborativo de diversos actores sociales para construir y compartir una visión común sobre la importancia de STEM y de impulsar la educación basada en dicho modelo. Los especialistas resaltan cinco áreas en las que coinciden se debe trabajar en México. La primera de ellas refiere diseñar una estrategia efectiva de desarrollo continuo de los docentes en STEM, que haga posible una educación de calidad para todos. La segunda, refiere avanzar en la comprensión e implicaciones de una educación en STEM de calidad en todos los niveles educativos obligatorios, incluso en la educación superior. La tercera, refiere fortalecer la vinculación entre actores clave como Empresas-Industria-Centros de Trabajo-Museos-Espacios Públicos y Escuelas, para dar pie a formación más vivencial y cercana al mundo real, incluyendo estancias, pasantías, mentorías, investigación, etc.; en los ámbitos de educación formal, no formal e informal. La cuarta, refiere establecer indicadores que permitan monitorear el avance de STEM en el país, incluyendo indicadores sobre innovación, la participación de las mujeres en carreras científicas e ingenierías, la pertinencia de la oferta de carreras técnicas de acuerdo a los sectores económicos prioritarios, el tipo de empleo y expectativas de ingreso por área de carrera, actitudes e intereses STEM en edad primaria, secundaria y media superior, patentes mexicanas, docentes, entre otros, manteniendo siempre el foco estratégico. La quinta refiere incrementar de forma estratégica el gasto en ciencia y tecnología, alineado a la estrategia de innovación, desarrollo de la fuerza laboral y educación en STEM. De este modo, es que esta alianza busca promover la educación STEM en la agenda pública educativa, económica y social del país

mediante la vinculación de actores, impulso y diseño de programas y promoción de políticas públicas. Está integrada por representantes de iniciativa privada, cámaras sectoriales, academia, centros de investigación e innovación, comunidad emprendedora y organismos no gubernamentales nacionales e internacionales.

Aunado a lo anterior, se hace referencia de otro esfuerzo denominado Impulso STEM¹⁵, que es una iniciativa que busca también responder al déficit de perfiles STEM y de ingenieros en México. Deviene de una alianza entre Iberdrola México, la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO), STEM for kids y el Instituto de Energías Renovables de la UNAM (IER), que trabajan en conjunto para impactar positivamente en la juventud mexicana, en particular con un importante esfuerzo dirigido hacia la sociedad oaxaqueña. Este programa busca inspirar a los estudiantes, particularmente mujeres, a cursar carreras STEM en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Además, trabaja de la mano de orientadores vocacionales y maestros de bachillerato para canalizar el talento de los alumnos hacia este tipo de estudios universitarios. La idea es responder de mejor manera a las necesidades del mercado laboral y aumentar la productividad y la competitividad de diversas regiones y entidades federativas, trabajando en la capacitación para optimizar la manera de transmitir conocimientos sobre ciencia y tecnología; en el desarrollo de cursos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para instituciones de educación básica y media-superior; diseñar campañas de comunicación que incentive a los jóvenes, sobre todo

¹⁵ <https://impulsostem.com/que-es-impulso-stem/>

mujeres, a estudiar ingenierías; y promover programas de becas para que los alumnos interesados en estudiar ingenierías puedan hacerlo de forma exitosa hasta su egreso. Se fundó en México en 2011 y proviene de experiencias previas en Estados Unidos, Canadá y Dubai.

2.6. STEAM en UABC

En la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), a través del Instituto de Ingeniería, la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa y la Facultad de Ingeniería, se ha conformado una red de trabajo para promover y estudiar el Ecosistema STEAM en la institución, trabajando en los últimos años en el desarrollo de diversos programas académicos de investigación y vinculación con los sectores externos, tanto educativos de niveles educativos previos, como empresariales y sociales, para promover los beneficios del Modelo STEAM en la región.

La dinámica ha consistido en múltiples acciones que van desde la formalización de grupos de investigación interdisciplinarios y la conformación de una red temática de investigación a nivel nacional y alianzas estratégicas con otros grupos e instituciones del ámbito internacional, hasta la implementación de programas vinculados con empresas y gobierno utilizando diversas plataformas como el servicio social de primera y segunda etapa, la práctica profesional, los proyectos de vinculación con valor en créditos y otras modalidades, donde se instrumentan

talleres móviles STEAM, con el fin de atender grupos de población vulnerables en los municipios de Baja California.

La ruta de trabajo contempla promover el modelo STEAM a través de la capacitación de mentores, la producción de material pedagógico innovador incorporando preponderantemente las nuevas tecnologías; así como, el desarrollo de estrategias para mejorar el aprendizaje y la aplicación de estas a través de sesiones de trabajo en diversas escuelas y espacios pedagógicos y ferias, que permitan la difusión de la ciencia. A través de todas estas acciones han sido atendidos ya más de 3,000 estudiantes de distintos niveles educativos.

Es derivado de estos antecedentes que se percibe muy necesario y pertinente complementar los esfuerzos que hasta ahora han sido estudiados para promover programas de intervención STEAM en México con otra óptica. Comprendiendo que en muchos países, STEAM es una realidad implementada a nivel de modelos educativos con sistemas de formación instalados operando desde hace ya muchos años y con resultados que son beneficiosos y visibles incluso ya en los ámbitos profesionales. La revisión de literatura nos ha llevado a explorar la posibilidad de diseñar una intervención STEAM con el potencial de ser implementado en el sistema educativo básico tradicional mexicano, como un primer esfuerzo para evaluar su viabilidad operativa y retos de instrumentación.

Se parte de 9 premisas que han sido rescatadas de la presente revisión de literatura, que son las siguientes:

1.- Se reconoce que el diseño de una intervención STEAM para México debe partir de precisiones ya definidas por experiencias previas ya desarrolladas en otros países, cuyos elementos y requerimientos ya incluso han sido muy estudiados y definidos por diversas agencias, organismos y centros en el mundo. Sin embargo, el reto de diseño consiste en comprender las necesidades y características específicas del sistema educativo donde se busca incorporar dicha intervención y de las condiciones de su entorno regional y local, para propiciar la adaptación operativa del producto que se genere.

2.- Se reconoce que la creación y diseño de modelos de intervención STEAM para sistemas educativos tradicionales, han sido la antesala del diseño de políticas públicas en ámbitos nacionales y regionales, con periodos de planeación y evaluación que deben ser establecidos a mediano y largo plazo, no en un corto plazo.

3.- Se reconoce que el profesor es el elemento más importante en el diseño de una intervención y que es determinante propiciar las condiciones adecuadas para que este actor asuma su rol preponderante.

4.- La visión en el diseño de una intervención específica dentro de un sistema educativo debe ser la búsqueda de construcción de un ecosistema de colaboración, que tenga el potencial de propagarse y ampliarse en sus alcances y dimensiones, que pueda ser la base para replicarse en otros escenarios.

5.- Queda en evidencia que la implementación del modelo STEAM a nivel de política pública en un país o región requiere no solo de la asignación de recursos

económicos contundentes para su desarrollo, sino también requiere de reconocimiento y respeto a sus fundamentos filosóficos, de la creación de estructuras específicas que muchas veces pueden confrontarse con las estructuras de los sistemas educativos convencionales.

6.- Los grupos de investigación en materia STEAM y su vinculación con los distintos sectores son fundamentales para propiciar una ruta óptima de implementación e incorporación a los modelos educativos convencionales, que recoja el aprendizaje de experiencias previas en otros ámbitos con una óptica neutral y académica, y al mismo tiempo permita adaptar la ciencia STEAM a las condiciones locales y regionales que busca atender.

7.- La tecnología juega un papel preponderante en el diseño de intervenciones STEAM. Sin embargo, muchas sociedades, sobretodo en ámbitos subdesarrollados, no están preparados para su uso de forma masiva. La incorporación de tecnologías debe llevar un proceso de introducción, capacitación y asimilación social. Además de los propios retos financieros y de gestión que conlleva poner a disposición dichas tecnologías al servicio de un universo amplio de docentes y estudiantes.

8.- En México, las diversas reformas en materia de educación han propiciado un escenario favorable para la incorporación de ciertos elementos del modelo STEAM. Se reconoce la función del Consejo Técnico Escolar, CTE, como un medio que puede ser útil para diseñar, implementar, promover y evaluar una

intervención STEAM dentro del sistema educativo tradicional, en los niveles donde es utilizado a nivel preescolar, primaria y secundaria.

9.- Existen esfuerzos importantes ya realizados en México para promover la visión STEAM y su potencial de desarrollo. Sin embargo, se detectan esfuerzos un tanto aislados en los ámbitos locales y regionales, muchas estrategias que se centran más bien en una visión complementaria del proceso formativo tradicional a través de programas y capacitaciones adicionales; y pocas contribuciones tácticas que busquen promover la implementación de acciones dentro del sistema educativo tradicional.

Es a partir de estas apreciaciones que se ha construido una estrategia metodológica de aplicación específica, a partir de la cual se postula un modelo de aplicación de herramientas STEAM diseñado para tácticamente empatar con la operación del sistema educativo básico tradicional mexicano.

Capítulo 3.- Metodología experimental

Es a partir de los antecedentes de investigación y aplicaciones y acciones antes expuestas, que se reconocen elementos metodológicos que se cree pueden ser considerados para proponer dinámicas de incorporación del modelo STEAM en el sistema educativo básico mexicano, en distintos niveles. Específicamente, el diseño metodológico que se propone refiere como estrategia una intervención didáctica, que involucra aplicaciones prácticas en la labor docente y en los programas de estudio para grados de primaria.

Las primeras consideraciones para la construcción de esta metodología parten del establecimiento de requerimientos básicos en la labor del docente. La flexibilidad en la planeación de los cursos es un elemento de adaptabilidad primordial para la incorporación de aplicaciones STEAM en el modelo tradicional. El docente debe estar en posibilidad de tener mayor decisión entre cómo y qué enseñar en su salón de clases. De acuerdo con su grupo y a las necesidades e intereses que sus estudiantes presentan, el docente puede elegir en qué temas priorizar dentro del contenido establecido, sin ser influenciado por decisiones de un nivel más alto del sistema. Es importante señalar, que actualmente las exigencias del sector educativo han resultado en esquemas de planeación y programas de estudio un tanto rígidos, que precisan de forma estricta el aprendizaje que debe adquirir el niño en tiempo y forma. Aun cuando el libro de referencia del curso establece la realización de un experimento o salir al patio a observar algún fenómeno, los maestros muchas veces se ven obligados a omitir dichas actividades con el fin de

cumplir con las páginas y el contenido teórico necesario para evaluar a los niños y demostrar sus avances.

Aunado a esto, es de suma importancia que se promueva un clima escolar que aliente enfoques pedagógicos, interacciones e intercambios colegiales. Es preciso brindarles a los alumnos laboratorios o espacios específicos que ofrezcan mayor oportunidad para investigar, experimentar y salir de la monotonía didáctica para reunirse entre equipos. Que todas las entidades escolares trabajen hacia una meta en común para evaluar la efectividad de sus requerimientos, procedimientos, experiencias en enseñanza y cursos para apoyar los enfoques deseados.

Los docentes requieren de capacitación y las instituciones educativas deben promover su desarrollo profesional en ciencias, para que con ello, se pueda proveer apertura para entender las ideas iniciales de los alumnos y facilitar el desarrollo de un entendimiento científico y práctico de la ingeniería y la tecnología, con conceptos transversales e ideas disciplinarias básicas en varios grados escolares. Esto debe acompañarse de la observación del desempeño del maestro dentro del aula y construir instrumentos de evaluación pertinentes para medir sus fortalezas o debilidades con el fin de apoyar y retroalimentar su intervención. La estrategia didáctica debe contemplar la disposición de materiales al alcance y económicamente accesibles, si es posible con materiales reciclados y objetos que se pueden obtener del hogar, que pueden ser utilizados impactando y concientizando aún más a los niños. Se debe promover el trabajo en equipo y dinámicas de rotación.

La importancia de llevar a cabo el ejercicio de intervención en el sistema público radica en que las escuelas atienden a todos los miembros de la sociedad, con fuerte orientación para atender a los sectores más desfavorecidos. Su acceso está abierto a toda la población sin exclusiones independientemente de su capacidad económica, género, nacionalidad o etnia. Debido al beneficio de ser un servicio gratuito, son muchas las personas que optan por esta alternativa, lo cual también genera inconvenientes con el tamaño de los grupos. Cuando los grupos son muy grandes, las lecciones se suelen dar de forma muy general, faltando tiempo para responder todas las dudas de cada individuo y en general disminuye la calidad del curso en cuestión. En compensación, como una estrategia de aseguramiento de dicha calidad, el sistema ha establecido que los docentes que imparten clases en la educación pública deben contar con una cédula profesional. Aunque la calidad de algunos materiales que se imparten suele ser muy básica o no define adecuadamente metas que permitan el desarrollo integral de los estudiantes. Se ha detectado que la estrategia didáctica del sistema permite hacer mucho énfasis en exámenes o dinámicas de memorización, pero no necesariamente esto termina reflejándose en un aprendizaje significativo y asociativo. De acuerdo a la cantidad de alumnos, difícilmente el maestro puede enfocarse en las debilidades de cada uno de ellos, por lo que se corre el riesgo de generar un problema a largo plazo que puede reflejarse en carencias académicas acumuladas para grados posteriores. Asimismo, la falta de material didáctico termina por convertirse en un factor que puede ser determinante en el proceso formativo del estudiante. Como también, el hecho de que en la política operativa del sistema difícilmente se realizan suspensiones o expulsiones, por lo que a pesar de buscar el

sostenimiento de un nivel de disciplina, ocurren inasistencias y esto se percibe en diversos grados de irresponsabilidad por parte de alumnos y padres.

Se ha establecido que la evaluación de la presente metodología de intervención didáctica puede efectuarse de mejor manera en el segundo grado de primaria. A pesar de que el modelo STEM se ha ejecutado principalmente en niveles superiores de educación, es preciso establecer que la literatura y las experiencias de aplicación a nivel mundial ya declaran que para lograr mayor efectividad en los resultados formativos, se debe promover la iniciación de los estudiantes en este modelo desde edades tempranas. Es por eso que en este proyecto se ha propuesto trabajar con alumnos de educación básica, para detectar áreas de oportunidad para nutrir la eficiencia de lo que ya está establecido e incentivar la formación científica y tecnológica. En primer año de primaria no todos los niños saben leer y escribir al cien por cien, debido a que no todos los niños tienen la posibilidad de iniciar desde los primeros grados de preescolar y la estandarización de dichas habilidades se prevé, más bien, en este grado. Es así que este se considera un año de ajustes y adaptación entre el brinco de preescolar a primaria. En segundo grado se considera que el estudiante cuenta con una edad y capacidad desarrollada pertinente para medir el impacto de la intervención, permitiendo obtener resultados más claros y concisos.

Trabajar específicamente con el área de ciencias naturales se cree pertinente debido a que diario los niños interactúan con su entorno. Ellos son científicos naturales, curiosos, a quienes les gusta explorar, aprender y encontrar respuesta a sus preguntas para descubrir más acerca de las cosas que les interesan. El

aprendizaje de las ciencias puede ocurrir en todas partes y conducirlos al entendimiento de la aplicación del método científico para utilizarlo de por vida en múltiples aplicaciones.

Teniendo claro todo lo anterior, se diseñaron y contemplaron distintos instrumentos para trabajar con los niños dentro del salón de clases. Primeramente se elaboró un cuestionario de opción múltiple para evaluar los conocimientos previos de los niños acerca de los distintos hábitats y las características de los animales. Este cuestionario fue realizado usando como referencia un compendio de evaluaciones utilizadas en los grados de primero y segundo año de primaria como se puede observar en los anexos página 72. Posteriormente se eligió un video introductorio sobre aspectos relevantes de acuerdo al contenido de los distintos hábitats, sus características y animales principales. Las actividades realizadas se dividieron en el análisis del desierto, bosque, selva y la tundra, así como en animales terrestres, aeroterrestres y marinos. Cada apartado iba acompañado de imágenes e ideas principales y definía una actividad específica en donde los niños dispusieran de distintos materiales para realizar un producto final. Algunos de estos materiales fueron animales pequeños de plástico, papel crepé, tapaderas de plástico recicladas, tubos de cartón reciclados, papel constructivo, ojos de plástico, calcomanías de animales e imágenes de hábitat para catalogar, pegamento, tijeras, plumones, colores, cartulinas, espagueti, etc. Se repitió la misma evaluación inicial al concluir las intervenciones para detectar nuevos conocimientos adquiridos y determinar si fue útil la estrategia o no.

En las páginas posteriores se muestra individualmente cada actividad que se realizó en el aula, los materiales, organización grupal, organización del mobiliario, tiempo de intervención y observaciones específicas de esa sesión.

3.1. Planeación específica de la intervención con el grupo experimental

ACTIVIDADES	MATERIALES	Distribución de mobiliario y Organización Grupal.
HORARIO: 10:30- 11:30 o 10:30 a 11:50		
PRE TEST	Lápiz y borrador	Las mesas de los niños eran dobles. Estaban acomodados viendo hacia en pizarrón con espacio entre ellos; había otros acomodados de forma vertical. Se respetó esa organización para realizar la evaluación.
<p>El pre test fue el primer acercamiento directo con los niños. Primeramente, se les comentó cuál era el objetivo de la visita, así como el tema que se estaría trabajando durante próximas sesiones. Se dio una breve explicación sobre qué era el cuestionario que tendrían que responder y para qué me serviría. Los niños se mostraban un poco nerviosos, preocupados por contestar mal e inquietos ante las instrucciones. Se pudo observar que no estaban familiarizados con el tipo de indicaciones que se les brindaban. A pesar de ser alumnos de 2do año de primaria, se arrojó que sólo algunos alumnos dominan la escritura de su nombre completo. Constantemente preguntaban dónde escribían su nombre, dónde escribían la fecha o cómo la escribían. Al avanzar en las preguntas se les pidió eligieran una respuesta y circularan la letra con un lápiz, se ejemplificó en el pizarrón. Sin embargo, seguían cuestionando lo que debían hacer. Interrumpían constantemente sin respetar turnos y sin levantar su mano para ser escuchados. El maestro interrumpió comentándome que no estaban familiarizados con esa palabra, que mejor se utilizara “encerrar”. Durante la evaluación, algunos niños volteaban hacia los lados para intentar copiar las respuestas de sus compañeros, constantemente se les comentó que no era necesario copiar, puesto que no era una evaluación que les afectara en sus calificaciones y que sólo era para saber el punto de partida para trabajar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esta sesión causó un poco de preocupación ante futuras intervenciones, pues sería necesario trabajar profundamente en la atención, comportamiento, establecer reglas, entre otras cosas. 		
Video de los Animales y su Hábitat	Computadora, cañón, video	Se movieron las mesas de trabajo hacia el centro del salón para que pudieran observar de cerca el video del proyector.
Esta fue la primera actividad formal relacionada con el tema de Ciencias Sociales. Se		

consideró importante iniciar con un video que explicara de forma general ¿Qué es un hábitat? Las diferencias que hay en la vegetación, clima y animales. Ocurrieron varios imprevistos durante esta sesión, pues a pesar de haber pedido un proyector con anticipación en la institución para observar el video, no se contó con el hecho de que no hubiera internet accesible en el salón de 2do grado. Esto se logró resolver compartiendo el internet del celular con la computadora. Al momento de conectar todo, acomodar mobiliario y recibir a los niños del recreo, se detectó que el volumen del video no era lo suficientemente alto para ser escuchado con atención. Se intentó resolver con el uso de dos bocinas diferentes pero no fue posible, siendo que conectado directamente de la laptop se escuchaba perfecto. Era tanto el deseo de los niños por observar ese video que al momento de acomodarlos y pedirles que guardaran silencio para poder escuchar el video, mayoría de los niños hizo el mayor esfuerzo.

- El maestro comentó que sólo en alguna ocasión especial utilizó el proyector porque se le dificultaba el uso de este aparato. Por lo tanto, era una experiencia relativamente nueva para los niños. Esto favoreció la intervención a pesar de los imprevistos.

SERPIENTE (desierto)	Tiras de papel verde y amarilla, cara y cola de papel constructivo, lengua de papel, ojos de plástico, goma.	Se movieron las mesas hacia los lados para lograr sentarse en el piso formando un círculo. Parte del material se acomodó individualmente y la otra parte se les iba entregando al avanzar con su trabajo.
-----------------------------	--	---

Media hora antes de iniciar la actividad, mientras los niños disfrutaban de su recreo, se aprovechó para acomodar el mobiliario, barrer el piso y acomodar material a utilizar. Cuando sonó la campana, se le pidió a los niños que tranquilamente pusieran sus pertenencias en sus lugares y se sentaran en el piso para iniciar la sesión. Tal parece que en sus clases diarias tienen permiso de pararse a tomar agua (con su propio vaso) pues varios niños se pararon a servirse agua distraendo a los demás compañeros. Se les pidió que todos los que quisieran tomar agua lo hicieran rápidamente para poder iniciar todos juntos la actividad sin distracciones. Al sentarse todos, se inició con el tema del Desierto; se llevaron imágenes y textos breves impresos y plastificados. Antes de iniciar la actividad artística, era necesario conversar un poco sobre las características del hábitat, se iban pegando las ideas en el pizarrón y los niños participaban activamente sin respetar turnos e interrumpiendo a la maestra. Se les pasaron las imágenes para que observaran de cerca el desierto y sus animales. Posteriormente se hizo un círculo en el piso, se acomodó intercalando a algunos niños inquietos con otros de mejor comportamiento. Era el momento de hacer una serpiente con distintos materiales. El tiempo se iba acotando, había un poco de presión en terminar. La maestra explica rápidamente cómo era la actividad, ejemplifica el procedimiento y les entrega material individualmente. Lo único que los alumnos necesitaban de sus pertenencias eran una goma de palo y unas tijeras, pero no todos lo tenían. Se les prestó a algunos niños material extra de la maestra y el maestro del grupo pidiéndoles que compartieran con sus demás compañeros en caso de ser necesario. Iniciaron la actividad, hubo un poco de caos en el proceso, algunos niños no lograban ejecutar las instrucciones a pesar de apoyarles varias veces en la elaboración. Se acabó el tiempo, era hora de recoger, la mayoría de los niños emocionados con su producto. Los papás entran por ellos a la escuela, los esperan fuera del salón aunque

<p>algunos entran directamente. El maestro comentó que aunque no se permite, no hay congruencia entre las reglas de la escuela y la continuidad en ellas, por lo tanto en ocasiones lo deja pasar.</p> <p>Esta sesión provocó un poco de desesperación al detectar que el tiempo no era suficiente para trabajar y que no habría más flexibilidad en próximas intervenciones debido al escaso tiempo que al maestro le restaba para apegarse a su plan de trabajo por lo tanto la única posible opción era organizar mejor las actividades posteriores.</p>		
LEÓN (selva)	Hojas blancas, pasta seca, lápiz, colores, goma, platos.	Los niños trabajaron en sus mesas de trabajo, individualmente.
<p>Se inicia sesión retroalimentando el contenido de la semana anterior, recordando las características más importantes del desierto para así continuar con el contenido de la Selva. Se siguió el mismo patrón; platicar sobre las imágenes pertinentes a este hábitat así como sus características escritas. Se elegía a algunos alumnos para leer las impresiones. No todos los alumnos leían, sin embargo, se les apoyaba para que lo intentaran. Al término de las participaciones se explicó la actividad a seguir llamada “El león”. Los niños cada día estaban más entusiasmados por elaborar sus productos. Esta fue una actividad un poco más sencilla que la anterior; era en sus propios lugares con su propio material La hoja blanca que se les entregó ya estaba ligeramente trazada con la figura de la cabeza de un león, lo único que tenían que hacer los niños era colocar con su pegamento los trozos de espagueti simulando la melena del animal. El único imprevisto suscitado fue que el pegamento no era lo suficientemente fuerte para sostener la pasta, algunos tuvieron que colocar varias veces el material y utilizar un poco más de pegamento. Solamente a algunos alumnos se les orientó durante el proceso. Algunos niños necesitan la aceptación de la maestra para sentir que están haciendo su trabajo bien, incluso cuando se les da la libertad de hacerlo como ellos decidan. Necesitan seguridad constante.</p>		
OSO POLAR (tundra)	Rollo de cartón de papel del baño, papel constructivo blanco para forrar tubo, manos, pies y orejas. Ojos de plástico, colores y pegamento.	Cada quien trabajó en su espacio de trabajo. El material se les iba entregando conforme iban avanzando.
<p>Se inicia sesión retroalimentando la información del desierto y selva para continuar con Tundra. A estas alturas los niños brindaban un sin fin de ideas tanto vistas en clase como adicionales, incluso se salían del tema compartiendo sobre otras experiencias u otros animales. Los niños me recibían cada semana preguntándome: “¿Hoy qué vamos a hacer? Se asomaban durante su recreo constantemente al salón para ver qué material había o cómo se había modificado el mobiliario, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durante esta actividad se aprovechó para hablar brevemente sobre el reciclaje, debido a que parte del material fue recopilado en casa durante semanas. 		
PECES (ríos)	Tapaderas recicladas de plástico, papel constructivo, pegamento, brillantina en goma, ojos de plástico.	Los niños trabajaron en sus mesas de trabajo. El material se les entregó por cada par, podían compartir con sus demás compañeros papel constructivo o brillantina de otros colores.
<p>Esta actividad inició un poco distinta, pues se hablaría de los animales que viven en el agua, la diferencia entre el agua salada y agua dulce, los ríos, lagos y mares. Si todos los</p>		

animales sobreviven bajo las mismas circunstancias, si el cocodrilo por vivir en agua y por tener escamas sobrevive en el mar, o si el mismo tipo de pez que vive en el mar puede sobrevivir en un río. Esto ocasionó revuelo entre los alumnos, hablaban sobre sus peces, sobre tiburones e incluso uno de ellos preguntó si aún existía en el mar un tiburón prehistórico llamado Megalodon. No todas sus inquietudes podían ser respondidas en ese momento; se aprovechó para explicarles que la maestra no lo sabía todo y que también debía investigar sobre los temas. La maestra podía equivocarse e incluso utilizar distintas herramientas de investigación como libros e internet para ahondar en un tema de su interés. La semana siguiente, se aprovechó un breve espacio para aclarar su duda sobre el Megalodon.

Después de conversar un poco sobre el tema, se trabajó en sus mesas compartiendo ciertos materiales con sus pares. El objetivo era formar unos peces con unas tapaderas de plástico recicladas de distintos tamaños y colores. Se les brindó por binas unos tubos de brillantina líquida, unos ojos de plástico y unas cartulinas de color. Ellos debían decorar sus peces recortando algunos triángulos (libremente). Sólo se les mostró en el pizarrón cómo se acomodaba el triángulo en el cuerpo del pez; aun así, ellos modificaron el resultado lo cuál era permitido para no caer en la parte cuadrada de una planeación. Se les brindó la indicación de poder pararse a intercambiar el color de la brillantina como sus compañeros, se creyó que sería un caos pero a estas alturas del proceso, los niños lograron seguir mejor las reglas, sin dejar a un lado que se ganaban algún premio pequeño al final de cada actividad (calcomanías, distintos tipos de dulces, etc.) La mayor inquietud de los niños en esta actividad fue recortar sus propios triángulos, se sentían inseguros en el tamaño y en la orientación; se les orientaba solamente sin resolverse del todo el problema. No faltó el niño que saturó toda la cartulina de brillantina hasta dejarla mojada, o el niño que en vez de triángulos pegó rectángulos, sin embargo el resultado como tal, fue satisfactorio.

SEPARAR ANIMALES POR HÁBITAT (Todo el grupo)	Cartulina dividida en 4 colores. Animales de plástico.	Se movieron las mesas de trabajo para poder sentarse en el piso. Primero se dividieron en equipos para pintar su parte de la cartulina de un color específico y posteriormente entre todos (por turnos) fueron eligiendo un animal para acomodarlo en el color que iba.
---	--	---

Durante esta actividad los niños discutían entre ellos por el espacio y los colores. Estaban más al pendiente de como pintaba el compañero que de su mismo trabajo, incluso en alguna ocasión se corregían: “no pintes para ese lado” “mejor hazlo así”. Algunos otros niños se ponían de acuerdo con su equipo para terminar más rápido. La maestra intervino en ocasiones para evitar conflictos entre ellos. Al avisarles que les quedaba poco tiempo para terminar y pasar a la siguiente actividad, los niños comenzaron a rayar por todos lados la cartulina; en este momento se aprovechó para sugerirles cómo trabajar mejor en equipo. Uno de los compañeros en su distracción, comenzó a pintar el piso, algunos niños se mancharon entre ellos por arrastrarse en la cartulina sin darse cuenta. Constantemente acusaban a sus compañeros con la maestra: “Maestra, ya vio como está pintando él”, “Maestra, no me deja pintar”.

SEPARAR	hojas impresas de 4 hábitats	Se acomodaron las mesas por
----------------	------------------------------	-----------------------------

ANIMALES POR HÁBITAT (EQUIPOS)	distintas, calcomanías de diferentes tipos de animales	equipos. Se les entregaron varias hojas de diferentes hábitats y entre todos tenían que acomodar las calcomanías de animales en la hoja que correspondía.
POST TEST	Lápiz y borrador	Se respetó la organización del mobiliario que tenía el Maestro. (como en el pre test)
<p>Los niños estaban más entusiasmados por contestar este cuestionario que el primero que realizaron (pre test). En todo momento se les comentó que no tenían por qué preocuparse, no pasaría nada si contestaban algo incorrecto, era sólo para saber si habían aprendido algo con las actividades realizadas. Se mostraron más seguros al contestar, las interrupciones durante las instrucciones fueron muy pocas, escuchaban con más atención, ya sabían cómo debían circular las respuestas, sintieron menos necesidad de voltear con el compañero para ver sus respuestas. Se pudo observar una gran diferencia como cierre de la intervención.</p>		
<p>VENTAJAS: Los niños estaban muy motivados cada sesión, cada que esta iba a dar inicio salían corriendo a saludar y preguntaban qué actividad se iba a elaborar en clase. Tenían buena disposición al trabajo.</p> <p>La apertura del maestro fue la pieza clave de este trabajo. Meses antes de la intervención el maestro aceptó trabajar con esta dinámica en su salón sin ninguna condición. Cuando la actividad inició, el maestro brindó total libertad para realizar las actividades, mover mobiliario, llamarle la atención a los niños; incluso en ocasiones él apoyó con el control grupal de forma voluntaria.</p> <p>La escuela en general tuvo apertura y recibió positivamente esta dinámica.</p>		
<p>DESVENTAJAS: Tiempo reducido para intervenir, reacomodo de mobiliario y limpieza de sus espacios quitaban tiempo. Las mesas de los niños eran muy pesadas para moverlas continuamente. El salón estaba saturado visualmente y físicamente. No había un lugar específico para guardar loncheras, chamarras, utensilios de comida (llevan sus tupper y vasos de plástico) por lo tanto sus escritorios, como también el piso del salón, se observaban obstruidos de objetos.</p> <p>La mayoría de los niños no tuvo completo su material de trabajo. Les hacía falta pegamento, colores, borrador, tijeras, etc. El maestro comentó que ya en otras ocasiones, se les entregaba material nuevo y entre su desorganización lo perdían o se lo llevaban a su casa, por lo tanto trabajaban con lo que había en el salón y lo compartían entre ellos (esto limitaba un poco algunas actividades porque se perdía tiempo en entregar más material, no alcanzaba el pegamento adicional que se llevaba, las tijeras, etc.)</p> <p>Inasistencia de alumnos, lo cual afectaba la continuidad entre las actividades. Algunos niños no pudieron ser evaluados al final por la ausencia durante el post-test.</p> <p>El maestro tiene un programa que seguir, por lo tanto a pesar de permitir acudir a sus clases e implementar estas actividades, se redujo el tiempo originalmente acordado para intervenir, puesto que las actividades extras de la escuela, días de asueto, ensayos para eventos particulares, desfazaron la propia planeación del maestro y sus tiempos. Este ajuste a su límite de tiempo impactó en la prisa de las actividades y la profundidad de las</p>		

reflexiones.

Una desventaja muy marcada que se logró apreciar y que incluso el maestro compartió, fue que no hay una comunicación entre grupos. No existe un trabajo en equipo. A pesar de tener que ir por un mismo fin hacia los objetivos del curso, cada quien implementa su propio proceso para lograrlo.

Capítulo 4. Resultados y discusión

4.1. Apreciaciones generales del experimento de intervención

Desde el punto de vista de la evaluación del ejercicio del docente, se observó que este siempre mantuvo el control adecuado del grupo, el cual constó de 24 alumnos. Los niños le trataban con respeto y cariño, y su actitud hacia la practicante fue cordial y respetuosa. A pesar de que sí llevaba un programa a seguir, se observó que los tiempos nunca alcanzaban para cubrirlo debido a todas las actividades extracurriculares que se tenían que atender. Los niños asistían a la escuela de 8:00 a 12:30 y durante ese lapso de tiempo, contaban con media hora para su recreo. A pesar de contar con algunas actividades adicionales como educación física y biblioteca, el maestro comentó que el desarrollo de dichas actividades complementarias no se ejecutaba con la programación prevista. El maestro manejaba buen volumen de voz, mantenía la calma cuando los niños se inquietaban; comentó que sólo en muy pocas ocasiones ha requerido levantar la voz, puesto que con una mirada fija bastaba para que los niños se comportaran. Utilizaba la pizarra para escribir anotaciones y realizaba de manera aleatoria actividades propuestas por el libro, involucrando pintar, recortar o algunas manualidades. Adicionalmente, se pudo apreciar que el maestro no usaba el proyector ofrecido por dirección para apoyar las clases y no se utilizaba tecnología de algún otro tipo en el aula. El salón estaba saturado de mobiliario, mochilas, trabajos pegados en las paredes, libros apilados, platos de comida, etc. Lo cual disminuía la funcionalidad y el desplazamiento pertinente de los alumnos (ver

Figura 1). Durante todas las sesiones asistidas, no se observó en ningún momento que el maestro les pidiera organizar sus espacios de trabajo.

Figura 1: Organización en el aula



Fuente: elaboración propia

Desde el punto de vista de la evaluación en las competencias de los estudiantes, se observó que estos mostraron efusividad ante la intervención propuesta, mostrando interés por trabajar y realizar las actividades del programa de intervención. Constantemente interrumpían la clase, algunos con inquietudes relacionadas y otros externando temas ajenos al momento. Como se les permite ingerir sus alimentos dentro del aula, la mayoría de los alumnos tenían restos de comida en sus escritorios y algunos de ellos continuaban comiendo durante las clases. Se observó también, que los estudiantes no están acostumbrados a trabajar en equipo, quienes constantemente se quejaban de sus compañeros y acusaban cada acción realizada con el docente. Se pudo apreciar que les cuesta un gran trabajo seguir indicaciones, las que incluso en ocasiones se repetían

durante toda una sesión, sin necesariamente entregar los resultados esperados. Desafortunadamente se detectaron algunos casos de niños que aún no sabían leer y escribir adecuadamente. Como también, fue perceptible la falta de cuidado de algunos niños con sus pertenencias personales, reflejándose en que la mayoría de ellos tenía incompletos sus útiles escolares.

En la Tabla 1 se exhibe una comparativa entre los resultados del desempeño de los estudiantes en los pre-test y post-test, tanto en el grupo intervenido como en el grupo de control que no fue intervenido y que se utiliza como referencia del proceso convencional de enseñanza. En términos generales, la comparativa entre ambos grupos muestra un mejor desempeño de los estudiantes del grupo intervenido en el post-test, lo que puede interpretarse como un resultado favorable para contribuir a la validación de la hipótesis de la presente investigación.

Tabla 1: Desempeño comparativo de estudiantes en grupo de control y grupo experimental

GRUPO CONTROL			GRUPO EXPERIMENTAL		
Nombre	pre test	post test	Nombre	pre test	post test
D.E.	90	40	J.A.	60	140
K.	110	50	J.A.	120	130
M.E.	70	50	M.A.R.	140	180
Á.R.	140	160	N.	60	70
E.N.	80	60	D.M.	70	70
V.	90	50	M.A.	70	70
V.	110	100	Ph.N.	70	70
C.S.	120	140	E.S.	130	160
J.A.	150	130	J.A.	50	160
S.	130	80	J.E.	70	50
D.C.	70	100	C.Y.R.	70	50
S.M.	80	40	S.C.	80	50
M.T.	90	60	D.I.	110	170
S.Q.	100	100	D. L.	120	120
L.A.	70	90	A.	70	60

Fuente: elaboración propia

El pre test se realizó con una semana de diferencia en cada grupo debido a la limitación de tiempo por parte de la maestra del grupo control. Al realizar el cuestionario al grupo experimental, se pudo detectar mayor dificultad al escuchar las indicaciones y ejecutarlas; durante toda la sesión se estuvo repitiendo la instrucción y orientando a los alumnos. Se confundían tanto dónde poner su nombre como también, dónde y cómo escribir la fecha.

El puntaje más alto que podían obtener era de 190 puntos, y el puntaje más alto obtenido por un alumno control fue de 150, mientras que por un alumno experimental fue de 140.

Al aplicar el pre test en el grupo control se detectó mayor facilidad en la comunicación con los alumnos; desde la organización del mobiliario hasta la atención a las instrucciones se observó favorecedor.

Al contrastar los resultados de ambos grupos en el pre test se logra apreciar que hubo puntajes más bajos en el grupo experimental, siendo 50 el puntaje más bajo.

Los alumnos partieron de donde mismo en esta evaluación, lo que permite suponer que en el grupo control se podría esperar mayor rendimiento escolar.

Posterior a la intervención en el grupo experimental, al momento de realizar el post test se arrojaron resultados significativos en ambos grupos. El grupo experimental logró mejores rendimientos en lo general, prestando mayor atención y seguridad al responder las preguntas. Algunos niños cometieron los mismos errores pero fueron más los niños que elevaron su puntaje inicial. En el grupo experimental se puede observar que sólo 26.6% de los niños bajaron su puntuación, otro porcentaje similar se mantuvo igual en su evaluación y el 46.7% subió con un salto importante en su desempeño desde 20 puntos hasta 110 de diferencia entre ambas evaluaciones. Estos datos en comparación con los del grupo de control, donde el 66.7% de los estudiantes bajaron su desempeño y solo un 26.6% presentó mejor evaluación, con un aumento máximo de 30 puntos.

Tabla 2. Tabla de desempeño comparativo por género

Promedio por género Pre test				Promedio por género Post test			
Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental	
Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
110	90	70	60	50	40	70	140
70	140	70	120	50	160	70	130
80	120	70	140	60	140	70	180
90	150	130	60	50	130	160	70
110	70	80	50	100	90	50	160
130		120	70	80		120	50
70		70	70	100		60	50
80			110	40			170
90				60			
100				100			
Promedio				Promedio			
93	114	87	118	69	112	85	118

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del pre test arrojan que:

- Las mujeres del grupo control obtuvieron mejor promedio que las mujeres del grupo experimental
- Los hombres del grupo control lograron mejores resultados que las mujeres de su grupo.
- Los hombres del grupo experimental lograron mejor promedio que las mujeres de su grupo.

Los resultados del post test arroja que:

- Las mujeres del grupo experimental logran rebasar el promedio del grupo control.
- Los hombres del grupo control logran mantenerse en un promedio más alto que las mujeres de su grupo.
- Los hombres del grupo experimental logran mantenerse en un promedio más alto que las mujeres de su grupo.
- **En conclusión: Los hombres de ambos grupos (control y experimental) obtuvieron y se mantuvieron con un promedio general más alto que las mujeres de ambos grupos.**

A partir de las observaciones y anotaciones reflejadas anteriormente en cada actividad realizada con el grupo experimental, se logran detectar una serie de habilidades que lograron los estudiantes durante la intervención educativa que son:

- Capacidad de pensar por uno mismo en actividades individuales y tomar decisiones con sus compañeros en actividades grupales.
- Experimentar, hacer y deshacer en busca de diferentes maneras de conseguir los resultados que quieren.
- Capacidad de resolver problemas, sobre todo con respecto a lo que les molesta o inquieta de sus compañeros.
- Creatividad a la hora de idear un proceso para llegar a un resultado deseado. Enfocarse en su propia esencia sin importar que sea distinta a la de los demás.

4.2 Modelo de Intervención

- 1- **Definir STEAM como modelo de intervención** *Investigación y preparación previa sobre STEAM y su aplicación*
- 2- **Definir sector público o privado** *A partir de esto, varían los instrumentos de observación. Es importante considerar el contexto*
- 3- **Definir escuela en la que se va a trabajar** *Características del contexto escolar, infraestructura, programas educativos que manejan, actividades extraescolares, horario escolar.*
- 4- **Definir grado escolar para la aplicación del modelo (preescolar, primaria y secundaria)** *A partir del grado variará el grado de complejidad del contenido a trabajar. Basarse en aprendizajes esperados del ciclo escolar.*
- 5- **Solicitar permiso por la directora** *Agendar una cita con la Directora de la escuela para externar los objetivos de la intervención, características del Modelo STEAM y Resultados esperados.*
- 6- **Expedir un oficio formal por parte de la Institución donde labora.** *Es importante respaldar el trabajo a realizar por parte de Una institución formal que valide la intervención escolar.*
- 7- **Definir cantidad de grupos a trabajar** *Si se trabajará el Modelo con alumnos del mismo grado o a la par con otros grados.*
- 8- **Se eligieron 2 (grupo control y grupo experimental)** *puede variar la elección de grupos experimentales o de control.*
- 9- **Solicitar permiso de los maestros en curso** *Agendar una cita con los maestros a cargo de los grupos para solicitar su apoyo, conversar sobre los objetivos de la intervención, las características y resultados esperados durante el curso y al final del mismo.*
- 10- **Considerar la cantidad de niños por grupos** *Es necesario tener acceso a listas de asistencias para considerar cantidad de alumnos, género y nombres.*
- 11- **Observar las características del aula** *Es importante tener conocimiento previo sobre el mobiliario con el que se cuenta, material individual de los*

alumnos y el que aporta la escuela para saber cómo complementarlo con material externo (Procurar reutilizar, reciclar y crear conciencia del medio ambiente).

12- Observar comportamiento y desempeño de los alumnos *Permitirá tener noción sobre las características generales del grupo, si la participación es activa, atención que muestran, relación entre ellos, seguimiento de reglas, etc.*

13- Observar la intervención del docente *Esto permite tener un punto de partida sobre cómo interactuar con los alumnos al inicio del curso. Observar las fortalezas del docente y detectar las áreas de oportunidad, con la intención de nutrir la propia intervención grupal.*

14- Conversar con el maestro sobre el área que sugiere fortalecer y sobre lo que espera que aprendan los niños con la intervención *Considerar las necesidades que presenta el grupo y el docente. ¿Qué espera de los alumnos? ¿Qué espera de la intervención durante y al final del curso?*

15-A partir del tema o contenido elegido, revisar los objetivos correspondientes al libro escolar del grado. *Es necesario tomar como base el contenido oficial de la SEP (Secretaría de Educación Pública de la Educación Mexicana) para respetar los objetivos y aprendizajes esperados de la Materia.*

16- Este modelo puede ser aplicado en cualquier asignatura. *El modelo STEAM se puede aplicar y ajustar a cualquier tema siempre y cuando exista la creatividad para adaptarlo.*

17- Buscar información adicional sobre el tema de la asignatura elegida *Es importante buscar diversas fuentes de información (artículos, actividades, libros) para complementar el contenido.*

18- Definir el tiempo a intervenir con el grupo *Éste es estipulado por la las fechas y actividades agendadas por la institución, la planeación diaria del docente o en el mejor de los casos, por elección propia.*

19- Definir las actividades que se implementarán para trabajar *A partir de los aspectos relevantes sobre el contenido elegido y sobre el tiempo*

proporcionado por la escuela, organizar las actividades por número de sesiones para una mayor organización.

20-Definir los materiales a utilizar en cada actividad *A raíz de las actividades definidas, realizar un análisis sobre cuáles serían los materiales pertinentes para cada una de ellas. Considerar el costo, existencia, tamaño, si es fácil de transportar, etc.*

21-Elaborar un cuadro de planeación en donde se incorpore el nombre de la actividad, material, tiempo y organización de mobiliario y alumnos *Es sugerible realizar un formato sencillo que permita organizar de forma clara y concisa todos los aspectos a considerar para cada actividad.*

22-Registrar anotaciones por cada intervención realizada *Dentro del formato de planeación, considerar un espacio para detallar cada sesión; cuáles fueron los imprevistos, las reacciones, áreas de oportunidad, comportamiento de los niños, interés, etc. (Primero hacer anotaciones en un cuaderno y posteriormente incorporarlo en computadora) esto permitirá mayor claridad.*

23-De acuerdo a los objetivos y actividades planeadas, elaborar un pre-test para saber con qué conocimientos previos cuentan los niños del grupo control y del grupo experimental. *Teniendo claro el contenido, los objetivos del curso, las necesidades del grupo y actividades a realizar, Diseñar un Pre test (evaluación inicial) para tener un punto de partida más conciso sobre los conocimientos previos de los niños en cuanto al tema.*

24-Aplicar pre-test a ambos grupos *Es interesante elegir un grupo control (o más) para poder comparar el impacto y aprendizaje adquirido del grupo experimental.*

25-Asistir a la escuela elegida para realizar las actividades diseñadas STEAM. *Respetar las fechas y horario establecido. Llegar mínimo media hora antes al aula para acomodar mobiliario, material o limpiar espacios en caso de ser necesario.*

26-Al concluir, realizar post-test a grupo experimental y grupo control *Al finalizar el curso, se aplica de nuevo la evaluación a los grupos elegidos; a pesar de ser el mismo formato se le denomina Post test;*

27-Registrar resultados de evaluaciones en una tabla Excel *Calificar las evaluaciones, arrojar resultados a una tabla de Excel, separar por colores cuántos niños bajaron su puntaje, lo mantuvieron o lo elevaron.*

28-Hacer comparativa entre pre-test y post-test de ambos grupos *Comparar los resultados arrojados por cada grupo y redactar un apartado con detalles más precisos.*

29- Realizar conclusiones

Capítulo 5. Conclusiones

La pertinencia de la presente investigación radica, de manera general, en que nuestro mundo ha ido cambiando en un periodo muy corto de tiempo. Es cierto que la tecnología nos ha facilitado la vida de muchas formas, ahorrando mucho trabajo y horas de inversión en aspectos que quizá antes necesitaban mayor dedicación y esfuerzos. Sin embargo, este mismo fenómeno está causando un enorme impacto social y cultural. Tanto es el avance tecnológico que está generando una desaparición de empleos masivamente, sustituyendo el trabajo humano por un trabajo robotizado y sistemático, reconocido ya como un fenómeno global de desempleo tecnológico.

Los países del mundo de mayor progreso están enfocados en potenciar la capacidad intelectual de las nuevas generaciones desde los nuevos modelos educativos, mientras que en la mayoría de los países de Latinoamérica prevalece el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje. Se percibe que los ciudadanos del futuro radican en países con un increíble avance tecnológico, pero también con fuertes problemas de integración social y afectaciones irreversibles al medio ambiente. Por ello, se concluye que es prioritario promover dinámicas que ayuden a que los estudiantes del nivel básico aprendan a sobrellevar, atender y resolver estas problemáticas buscando soluciones que les contribuyan a poder aspirar una mejor calidad de vida. Esto independientemente de los nuevos factores que se prevé que estarán presentes en un futuro, requiriendo del desarrollo de sus habilidades y de nuevos horizontes de sus conocimientos y competencias.

Para lograr individuos competentes, es importante trabajar por medio de un contexto inclusivo desarrollando estrategias que permitan transversalidad entre los distintos saberes y del saber hacer. Quizá sea importante no sólo enfocarnos en México, sino voltear a ver otros casos donde aun teniendo sus propias deficiencias han podido nutrir sus conocimientos con experiencias exitosas y se han convertido en un punto de referencia para lograr avances en materia educativa.

Desde el punto de vista específico del diseño metodológico e implementación de la intervención a la que ha dado lugar la presente investigación, se han detectado distintas áreas de oportunidad. La primera de ellas reconoce que aplicar actividades orientadas al modelo STEAM es complicado dentro del modelo tradicional del sistema educativo básico mexicano, debido a la rigidez del mismo. Sin embargo, el enfoque debe seguir siendo en el sistema público debido a la cantidad de niños que asisten, las situaciones socioeconómicas a las que se enfrentan y las deficiencias que se presentan en sus capacidades o atributos. Esta complicación deriva una segunda conclusión, que reitera la necesidad de difundir mayor información sobre este modelo en las escuelas, la urgencia de capacitar y motivar a los maestros para promover dinámicas de innovación y que salgan de la monotonía didáctica. A partir de la experiencia del presente experimento, se cree necesario que en una próxima intervención se promueva que el profesor se involucre en las actividades STEAM sugeridas, destinando un momento del día para seguir la ruta de intervención para así lograr mayores resultados; para esto es importante diseñar un programa de capacitación docente acompañado de una supervisión en su trabajo.

Otra conclusión se centra en que los niños anhelan experimentar y realizar más actividades que involucren cualquier tipo de material didáctico. Lo que impulsa a explorar en ejercicios posteriores el impacto que puede incluso tener el apoyo con otros medios tecnológicos. Se pudo comprender que el tema propuesto, relacionado con el contenido del apartado de Ciencias Naturales, limitó los alcances de la experimentación. Esto debido a que su programación requirió respetar su contenido específico, lo que recayó de algún modo en la misma presión que establece el modelo tradicional sobre los estándares de la institución evaluada y el sistema educativo. En una próxima intervención se buscaría gestionar mayor cantidad de tiempo y de días, para contar con mayor flexibilidad en los temas a abordar, como también, se cree pertinente contemplar una exposición pública de todos los trabajos realizados por los niños.

Durante el análisis se detectó que los alumnos de segundo grado de primaria presentaron desfases en sus niveles de apreciación, análisis, motricidad final, lectoescritura y de comprensión. Derivado de esto, se cree pertinente trabajar con grupos de primer año de primaria, para así lograr la construcción de bases más consolidadas para los siguientes grados y reforzar el poco o mucho conocimiento adquirido de preescolar o de su vida diaria. Para lograr esto sería fundamental diseñar talleres enfocados al desarrollo de habilidades.

En México no existe un sistema de detección de niños con IQ o habilidades específicas. Sería interesante proponer el diseño de un programa especial para trabajar con aquellos estudiantes que presenten estas características, a la par con el grupo.

El desempeño de los estudiantes, evaluado a través de pre test y post test aplicados tanto en el grupo de control, como en el grupo experimental, mostró que los estudiantes del grupo donde se llevó a cabo la intervención tuvieron una evolución más favorable en su rendimiento.

La conclusión general de esta investigación es que la estrategia de realizar intervenciones didácticas STEAM en el sistema educativo básico mexicano es favorable para la formación integral del estudiante, promoviendo una mejora en sus habilidades y competencias para su futuro.

Quizás no sea sencillo motivar o incentivar el cambio de dinámica didáctica en profesores del sistema tradicional. Sin embargo, es indispensable comprender que las nuevas generaciones enfrentan un futuro profesional que será distinto al escenario actual y definitivamente, al contexto que se tuvo las décadas anteriores. Esto presenta retos importantes en la formación, también de los nuevos profesores, actualmente estudiantes de escuelas normales o licenciaturas en áreas de educación, o de otras disciplinas que tienen la aspiración de desarrollarse como docentes. Por lo cual, se considera también esta temática como una línea de interés para futuras investigaciones.

7. REFERENCIAS

1. Banco Mundial (2020). Datos de libre acceso. *Gasto público en educación, total (% del PIB)*. Recuperado de: http://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?name_desc=false. Consulta en Marzo del 2020
2. Botero, J. (2018) *Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. Colombia, Ed. STEM Education Colombia, pp336
3. Chui, M.; Manyika. J.; y Miremadi, M. (2016) *Where Machines could replace humans and where they can't (yet)*. Recuperado de: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet>. Consulta en Enero del 2020.
4. Committee on STEM (2018). *National Science and Technology Council, Office of Science and Technology Policy Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*. United States: The White House
5. *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (2020), original publicada en DOF el 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada en DOF el 6 de marzo del 2020.
6. *Diario Oficial de la Federación* (2017) *Lineamientos para la organización y funcionamiento de los Consejos Técnicos Escolares de la Educación Básica*. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5500755&fecha=10/10/2017. Consulta en Febero del 2020.

7. (Gallegos, J.D. 2014) “El enfoque del sistema educativo y sus problemáticas”. Recuperado de: <http://loboestepariomexico.blogspot.mx/2013/05/el-enfoque-del-sistema-educativo.html>, Consulta en Mayo del 2019
-
8. García Álvarez, J. (1993). La formación permanente del profesorado: más allá de la Reforma. Madrid: Escuela Española.
-
9. Jho, H., Hong, O. y Song, J. (2016). An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), pp. 1843-2862. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a> . Consulta en Enero del 2020.
10. La alianza para la promoción de STEM (2019) “Visión STEM para México” Recuperado de: <https://www.cce.org.mx/la-alianza-para-la-promocion-de-stem-presento-vision-stem-para-mexico/>. Consulta en Noviembre del 2019.
11. Ley General de Educación (2019), publicada en DOF el 30 de septiembre del 2019. Recuperado de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5573859&fecha=30/09/2019. Consulta Junio del 2018.
12. National Research Council (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165> pág. 241-276. Consulta en Febrero del 2019.
13. National Research Council (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and

Mathematics. Washington, DC: The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/13158>. Consulta en Junio del 2020.

14. Niemi, H. (2015). Desarrollo profesional docente en Finlandia: Hacia un enfoque más holístico (trad. al castellano de C. Marín). *Psychology, Society and Education*, 7(3), 387- 404. [V.O.: Teacher professional development in Finland: Towards a more holistic approach. *Psychology, Society and Education*, 7(3), 279-294].

15. OECD (2017), *Education at a glance 2017: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>. Consulta en Marzo del 2020.

16. OECD (2018) Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) Recuperado de:
http://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf.
Consulta en Junio del 2020.

17. Sarama, J., Clements, D., Nielsen, N., Blanton, M., Romance, N., Hoover, M., Staudt, C., Baroody, A., McWayne, C., and McCulloch, C., (2018). Considerations for STEM education from Pre K through grade 3. Waltham, MA: Education Development Center, Inc. Retrieved from <http://cadrek12.org/resources/considerationsstem-education-prek-through-grade-3>. Consulta en Diciembre del 2019.

18. Secretaría de Gobernación de México. (2013). México: Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Gobierno de la República. Recuperado de: web: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013. Consulta en Febrero del 2020.

19. Secretaría de Educación Pública de México. (2013). Programa Sectorial de Educación 2013-2018, Gobierno de la República. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/36765/PROGRAMA_SECTORIAL_DE_EDUCACION_2013_2018.pdf. Consulta en Febrero del 2020;

20. Secretaría de la Educación Pública (2017) Modelo Educativo para la Formación Obligatoria. Recuperado de: https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/15105/1/images/mode_lo_educativo_educacion_obligatoria.pdf. Consulta en Enero del 2020.
21. Secretaría de Gobernación (2019) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019. Consulta en Mayo del 2020.
22. STEMconnector (2016). *Big data, big needs*. Phoenix, Arizona, Estados Unidos: University of Phoenix. Recuperado de: <https://www.stemconnector.com/uopx-stemconnector-big-data-big-needs/>. Consulta en Octubre del 2018.
23. Villaseñor, P. (2015). Banco Interamericano de desarrollo. “¿Y por qué las habilidades socioemocionales?”. México: BID. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/educación/2015/04/15/y-por-que-las-habilidades-socioemocionales/>. Consulta en Enero del 2019.
24. Wee, T. (2019) “STEM Education Landscape: The case of Singapore”, Journal of Physics: Conference Series, Volume 1340,
25. Xueying, H. y Appelbaum, R. (2018). China's science, technology, engineering, and mathematics (STEM) research environment: A snapshot. PloS one, 13(4), pp. 1-22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195347>. Consulta en Marzo del 2020.

ANEXOS

Formato de evaluación Pre y Post



Escuela Ricardo Flores Magón

2do año de Primaria "Los Animales y su Hábitat" G.C

Ev. Aplicada por Estudiante de MYDCI en UABC

Nombre: _____ Fecha: _____

Circula la letra que tenga la respuesta correcta

Según el hábitat de los animales los podemos clasificar en:

- a) Acuáticos, terrestres y aéreo-terrestres
- b) Acuáticos, terráqueos y voladores
- c) Marinos y terrestres.

Los animales que viven en la tierra son de ambiente

- a) Aéreo
- b) Acuático
- c) Terrestre

¿En qué nos fijamos para clasificar los animales de hábitat aéreo-terrestres?

- a) Si tienen plumas y aletas
- b) Si tienen alas, dos patas y pico.
- c) Si caminan, se arrastran o saltan.
- d) Si son acuáticos.

¿Cómo clasificamos a los animales según la cubierta de su cuerpo?

- a) Bípedos y cuadrúpedos
- b) Plumas, pelos y escamas
- c) Vertebrados y sin columna vertebral

Según la cubierta del cuerpo del animal, podemos afirmar que:

- a) Los que tienen plumas son aéreo-terrestres.
- b) Los que tienen escamas son acuáticos.
- c) Los que tienen pelos, generalmente son terrestres.
- d) Todas las alternativas son verdaderas.

¿A qué le llamamos animales bípedos?

- a) Los que se arrastran
- b) Los que se desplazan en dos patas
- c) Los que se desplazan en cuatro patas

“Reptar” significa

- a) Saltar
- b) Nadar
- c) Arrastrarse

Son animales invertebrados:

- a) Araña, mariposa y gato.
- b) Gato, vaca y caballo
- c) Araña, pulpo y abeja.
- d) Gato, vaca, caballo y lombriz.

El hábitat del cóndor es:

- a) Terrestre
- b) Aéreo-terrestre
- c) Aéreo-acuático
- d) Aéreo

Existen animales que viven en el agua y la tierra, ellos son:

- a) Mariposa, ballena, águila
- b) Cocodrilo, sapo, hipopótamo.
- c) Zorro, lagartija, oso.

Los animales que poseen esqueleto interno y columna vertebral son llamados:

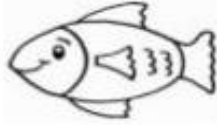
- a) Vertebrados
- b) Esqueléticos
- c) Cuadrúpedos

¿Cuál de estos animales es vertebrado?

- a) Caballo
- b) Mariposa
- c) Estrella de mar

Identificar los tipos de desplazamientos en los animales

¿Cuál de estos seres vivos tiene aletas para desplazarse? (1pts)



(A)



(B)



(C)

¿Cuál de estos animales se desplaza reptando? (1pts)



(A)



(B)

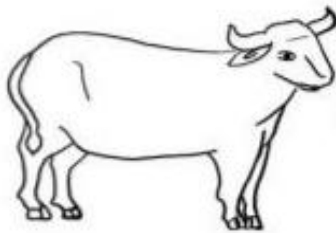


(C)

Encierra en un círculo las extremidades que sirven para desplazarse de los siguientes seres vivos. (4pts.)



- Identificar los tipos de cobertura corporal en los animales.
Colorea al animal que tiene escamas. (1pts)



Recorrido Fotográfico de la Intervención

Aplicación de evaluación (Pre-test)



Video: "Los animales y su hábitat"





Desierto: Actividad “Serpiente”



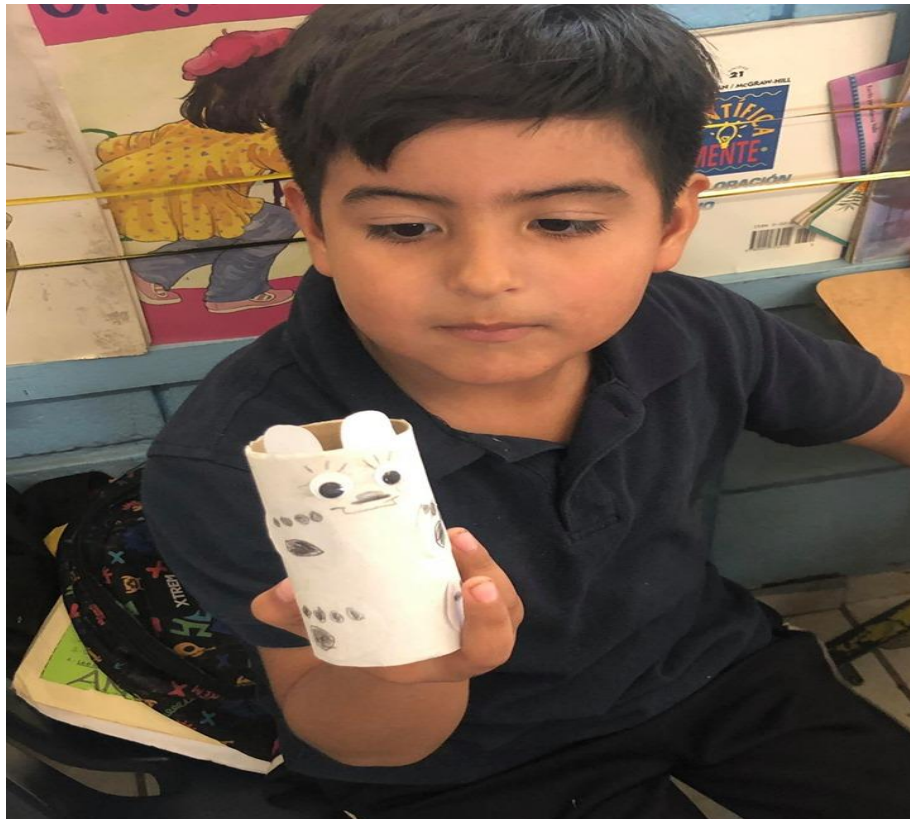


Selva: Actividad “León”





Tundra: Actividad “Oso Polar”





Vida Marina: Actividad "Peces"





Actividad Grupal: “Separación de animales por hábitat”





Actividad por equipos: “Separar animales por hábitat”



**Ruta académica
complementaria
durante el proceso de
investigación**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ingeniería · Facultad de Ingeniería · Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa

Otorga la presente

CONSTANCIA

A: **PAULINA CASTELLANOS DE LA TORRE**

Por su excelente participación como expositor en la

FERIA STEAM 2018: Explora, Ciencia, Tecnología + Arte

llevada a cabo el día 7 de noviembre de 2018, en las Instalaciones del Centro de Convenciones del ICBC-CEART, Mexicali.

Mexicali, Baja California, noviembre de 2018

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"

Dr. Daniel Hernández Balbuena
Director Facultad de Ingeniería

Dra. Gisela Montero Alpírez
Directora Instituto de Ingeniería

Dr. Ernesto Israel Santillán Anguiano
Director Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa



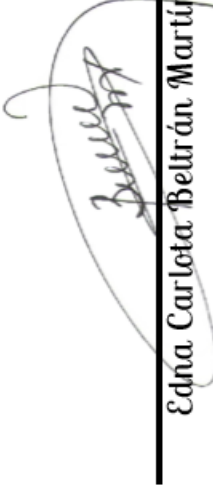
BENEMÉRITA ESCUELA NORMAL “EDUCADORA ROSAURA ZAPATA”

OTORGA LA PRESENTE

Constancia

A LA: **Mtra. Paulina Castellanos de la Torre**

Por haber fungido como expositor en la **Capacitación STEM**, promoviendo la divulgación de la ciencia a los estudiantes de la BENERZ en el periodo 2019-1.


Edna Carlota Beltrán Martínez

Directora de BENERZ

Mexicali, Baja California, Mayo de 2019.



CERTIFICATE *Of* **PARTICIPATION**

Paulina Castellanos

THE ARIZONA-NEVADA ACADEMY OF
SCIENCE ANNUAL CONFERENCE



PRESENTED BY:

Dr. Paula Rivadeneira

ON THIS DAY:

06 April 2019



DEPTO. DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
ESC. SEC. GRAL. No. 7 "VICENTE GUERRERO"
CLAVE 02DES0011U
LOS ALGODONES, B. C.



ASUNTO: Constancia.

A QUIEN CORRESPONDA

El suscrito Director de la Escuela Secundaria General No. 7 "Vicente Guerrero" de Los Algodones, B. C., hace constar que el:

Paulina Castellanos De la Torre

Ha Coordinado el Proyecto "**STEM+A**" en colaboración con directivos de la Secundaria 7 de Los Algodones durante el semestre 2019-1. La importancia de este proyecto radica en la atención a grupos sociales desfavorecidos y vulnerables en aspectos académicos, económicos y población migrante.

Se extiende la presente en Los Algodones, Baja California, a los 22 días del mes de mayo de 2019.

ATENTAMENTE

Mtro. Miguel Armenta Rendón.
DIRECTOR DE LA ESCUELA



Movimiento **STEM** otorga la presente

Constancia

A: Paulina Castellanos De La Torre

Código: STEM-0885848

Por haber participado en la **Capacitación**

Introducción al Modelo Enseñanza-Aprendizaje STEM

Con duración de 40 horas - Generación: **2019-3**

Ciudad de México, a 07 de junio del 2019

Lic. Graciela del Carmen Rojas Montemayor
Fundadora y Presidenta Movimiento STEM

Publicaciones

Medellín – abril 12 de 2019

Constancia

La Editorial Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo CIMTED hace constar que el libro:

Título:	Experiencias innovadoras en la educación y gestión del talento humano: retos para la educación del futuro
Autor o editor	Alvarez Chávez, Willie Álvarez Grijalba, Issabeau Arbieta Mamani, Oscar Arrieta Nuñez, Bryan Joaquín Ávila Zamora, Andrea Bernal Quevedo, Nubia Castellanos De La Torre, Paulina Curvelo Hassán, José Obdulio Díaz Fernández, Adris Escobar Gómez, Juliana Flórez Guzmán, Mario Heimer Guzmán Pérez, Feibert Alirio Hoyos Palacio, Lina Marcela Jiménez Mendoza, Wilber Loaiza Álvarez, Roger Martínez Barragán, Nancy Dalida Maya Toro, Lina María Merlano, Aura Sofia Mora, Nelson Mungaray Moctezuma, Alejandro Murillo Quirós, Natalia Ocampo Chalarca, Adriana María Oliveros Ruiz, Maria Amparo Pérez, Freddy Rafael Pozo Enciso, Rosmery Sabina Rosas Mendez, Patricia Luz A. Rubio Rodríguez, Gustavo Adolfo Salazar, Ángel Sánchez Reales, José David Sánchez Reales, José Mauricio

	Soto Carrión, Carolina Vargas Osuna, Eduardo Cabrera Córdoba Vargas Osuna, Lidia Esther Zuleta Salas, Guillermo León
ISBN	978-968-62097-1-8
Formato	Pdf
Año de publicación	2019
Página legal	p.2 (i)
Ficha de catalogación en la fuente	N/A
Tabla de contenido	P.6 (v)

El artículo titulado: **Implementación de Unidad didáctica STEAM para estudiantes de ingeniería (un estudio de caso)**

De los autores: **María Amparo Oliveros Ruiz, Lidia Esther Vargas Osuna, Alejandro Mungaray Moctezuma, Patricia Luz A. Rosas Méndez, Castellanos De La Torre Paulina (México)**

1. Fue enviado a dos (2) pares para evaluación como capítulo de libro resultado de investigación.
2. Que los pares evaluadores no declararon conflicto de intereses.

Además, que el formato de evaluación se aplica en la modalidad doble ciego es decir que el evaluador no conoce la identidad del autor; y que el autor no conoce la identidad de los evaluadores y que:

1. Contempla aspectos relacionados con la temporalidad, normalidad de contenido y coherencia con la selectividad científica.
2. Contiene la argumentación de los criterios evaluados.
3. Especifica la fecha de elaboración previa a la publicación del libro.

Que los resultados de las evaluaciones se remitieron de manera completa y se respondieron todos los ítems establecidos.

El artículo fue publicado como **capítulo de libro de investigación**, equivalente al **capítulo 8**



Roger Loaiza Álvarez
 Representante Legal
 Corporación CIMTED