

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



**Desarrollo de un Proyecto STEAM Integrador Inmersivo para Fortalecer la  
Enseñanza de la Ciencia en la Educación Media Superior**

Tesis

Que para obtener el grado de  
**Doctor en Ciencias**

Presenta

**Atzimba Soto Calderón**

Directora

**Dra. María Amparo Oliveros Ruiz**

Codirectora

**Dra. Reyna Isabel Roa Rivera**

Mexicali, Baja California

Agosto de 2023

## **Dedicatoria**

*A mis padres,  
de quienes tengo un ejemplo  
de sabiduría, amor y valentía.*

*A Enrique,  
por ser y estar desde el amor.*

*A Sara María,  
inagotable fuente de inspiración.*

## **Agradecimientos**

El resultado de este trabajo de investigación ha sido posible gracias al apoyo y colaboración de diversos grupos de personas e instituciones.

### **Agradecimientos Institucionales**

Gracias al Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, por la oportunidad de formarme como investigadora.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por otorgarme una beca en el marco del Programa Nacional de Posgrados de Calidad para cursar mis estudios de doctorado.

## **Al Comité de Tesis**

Mi agradecimiento a quienes, con esmero y compromiso, tuvieron a bien conducir y revisar este trabajo y me brindaron la oportunidad de aprender.

A la Dra. María Amparo Oliveros Ruiz, por su dirección, su confianza, su atenta guía, creer en el proyecto e impulsarlo. Gracias por su acompañamiento y apoyo en todo momento.

A la Dra. Reyna Isabel Roa Rivera, por su codirección, por el tiempo dedicado a discutir esta investigación, por su lectura crítica, sus valiosos comentarios y observaciones.

A los sinodales, los doctores Patricia Mariela Domínguez Osuna, Judith Marisela Paz Delgadillo y Marcos Alberto Coronado Ortega, por su disposición para leer el documento y aportar observaciones y recomendaciones para su mejora.

Al Colegio de las Américas Preparatoria:

Por las facilidades para la realización de este estudio. A los docentes, estudiantes y a la comunidad CDLA, que han enriquecido mi formación como profesora.

A los expositores en el Curso Taller STEAM para Docentes:

Al cuerpo de académicos e investigadores, de la Universidad Autónoma de Baja California que generosamente aportaron su tiempo, conocimientos y experiencia, convencidos de la necesidad de preparar a nuestros profesores para inspirar a nuestros estudiantes en STEM.

Del Instituto de Ingeniería, Dr. Benjamín Valdez, Dra. Tanya Rivera, Dr. Roberto Ibarra.

De la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa, Dra. Amparo Oliveros, Dra. Reyna Roa, Dra. Leidy Hernández, Mtra. Jennifer Pereda.

De la Facultad de Ingeniería, Dra. Lidia Vargas y Dra. Judith Paz.

A la Dra. Mariela Domínguez, por todas las horas compartidas en la preparación y conducción de este curso.

A la Comunidad docente de la Secundaria General No. 9, “Héroes del Tercer Milenio”:

Al director, Mtro. Raúl Cruz, a las subdirectoras, Mtra. Tnavalia Navarro y Mtra. Patricia Estrada, por interesarse de manera genuina en el curso STEAM y ofrecerlo a los profesores de la secundaria, quienes participaron con entusiasmo en medio de un momento complejo, como fue la emergencia sanitaria.

Gracias a los Investigadores y Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería:

Al Dr. Benjamín Valdez, por hacer un espacio para este proyecto, brindarme orientación y apoyo.

A la Dra. Mónica Carrillo por su confianza.

Al comprometido equipo del Marie Curie Lab STEAM Room, Helen, Judith y Mariela, gracias por compartir sus conocimientos y su entusiasmo.

A los investigadores y estudiantes de posgrado que de manera entusiasta formaron parte de la prueba piloto del *escape room* y cuyos comentarios lo enriquecieron y nos permitieron ver las áreas de oportunidad. A los estudiantes de servicio social, que formaron parte del staff de las presentaciones del Marie Curie Lab STEAM Room, sin cuya responsabilidad y compromiso no hubiera sido igual.

Gracias al Departamento de Acción e Intervención Cultural, de la Coordinación General de Extensión de la Cultura y Divulgación de la Ciencia, de la Universidad Autónoma de Baja California, por el apoyo brindado a través de la Convocatoria PULSAR.

Al Grupo Reflexiones sobre la Enseñanza de las Ciencias en Escenarios Diversos:

Muchas gracias a la Dra. Aurora Ramos, y a un generoso grupo de profesores apasionados por la enseñanza de la ciencia, quienes me contagiaron de su pasión y ganas de seguir aprendiendo a enseñar química.

A mi Familia:

A mis padres, Everardo y Sara, gracias por alentarme a perseguir mis sueños. Gracias a mi esposo y a mi hija porque me motivaron y vivieron conmigo el proceso. A Tzitla, Eren y Janin, porque me acompañaron en la distancia. A Fer, Danny, Zury, Isak, Lex, Kaleb y Luna, por su alegría y cariño. A Luis, Emilio y Diego, por estar y formar una red de apoyo solidario.

A toda mi familia y amigos que con generosa comprensión han perdonado mis ausencias.

Gracias a mis estudiantes.

## Resumen

La realización plena de los seres humanos, la democracia y el desarrollo sostenible requieren una mínima alfabetización científica de la sociedad; preparar a los estudiantes para el trabajo, la ciudadanía y la responsabilidad personal es un reto cotidiano para los docentes, el enfoque pedagógico STEAM, busca dar respuesta a estas necesidades. Este estudio tuvo por objetivo desarrollar un proyecto STEAM integrador inmersivo, para fortalecer la enseñanza de la ciencia, utilizando metodologías activas e innovadoras que propicien aprendizajes significativos. A partir de un enfoque metodológico de carácter mixto, la investigación se desarrolló en tres fases: en la primera se analizó la percepción de STEM en los estudiantes, en la segunda se generó un Curso Taller STEAM para Docentes, que se evaluó utilizando el modelo de Kirkpatrick; en la tercera se creó una experiencia inmersiva utilizando el concepto del *escape room* educativo. Los resultados muestran que los estudiantes perciben las disciplinas STEM como importantes pero no las consideran como posibilidad de carrera; los docentes participantes en el curso expresaron confianza y compromiso respecto de los aprendizajes adquiridos, sin embargo, se encontró la necesidad de ejemplos prácticos del uso de las metodologías activas; los participantes en el *escape room* reconocieron el valor, para el aprendizaje de contenidos y el desarrollo de habilidades de este tipo de actividades. Si bien la educación con enfoque STEAM y su aplicación para fortalecer la enseñanza de la ciencia en el contexto mexicano, aún es limitada, este estudio integra aportaciones tanto al desarrollo y evaluación de programas de formación docente en STEAM, como a la implementación de metodologías de enseñanza innovadoras que fomentan el aprendizaje activo de la ciencia.

**Palabras clave:** Enseñanza de la ciencia, educación STEAM, formación docente, evaluación de cursos, *escape room*.

## Índice general

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos .....	ii
Resumen.....	vii
Índice general .....	viii
Índice de Tablas .....	xi
Índice de Figuras.....	xii
Introducción .....	1
Capítulo 1. Planteamiento del problema.....	4
1.1 Antecedentes .....	4
1.2 Preguntas de investigación.....	5
1.3 Objetivo General.....	6
Capítulo 2. Marco Teórico .....	9
2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	9
2.2 Educación para el Desarrollo Sostenible .....	11
2.3 La Cuarta Revolución Industrial.....	12
2.4 Habilidades del Siglo XXI .....	13
2.5 Creatividad, Innovación y Emprendimiento .....	16
2.6 Alfabetización Científica .....	18
2.7 Enfoque Educativo STEAM .....	20

2.8 Metodologías Activas .....	24
2.9 Vocaciones .....	29
2.10 Inclusión.....	31
2.11 Formación Docente en STEAM.....	33
2.12 Educación Media Superior.....	38
Capítulo 3. Metodología .....	42
3.1 Diseño Metodológico.....	43
3.2 Los sujetos de investigación .....	44
3.3 El Instrumento.....	44
3.4 El Procedimiento.....	48
Capítulo 4. Resultados .....	56
4.1 Percepción STEAM en Educación Media Superior.....	56
4.2 Curso Taller STEAM para Docentes .....	60
4.3 Marie Curie Lab STEAM Room.....	72
Capítulo 5. Discusión y conclusiones .....	78
5.1 Discusión.....	78
5.2 Conclusiones .....	86
Referencias.....	91
Anexos .....	114

Anexo 1. Instrumento: Encuesta de percepción STEAM para estudiantes .....	115
Anexo 2. Instrumento: Evaluación de los Módulos del Curso Taller STEAM Para Docentes .....	116
Anexo 3. Instrumento: Aplicación de lo aprendido por parte de los docentes .....	118
Anexo 4. Instrumento: Marie Curie Lab STEAM Room. Valoración de los participantes....	120
Anexo 5. Convocatoria al Marie Curie Lab STEAM Room .....	123
Anexo 6. Videos para la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room .....	124
Anexo 7. Capítulo: Percepción STEAM en Educación Media Superior .....	125
Anexo 8. Artículo: Curso Taller STEAM para Docentes. Una Evaluación Formativa .....	126
Anexo 9. Marie Curie Lab STEAM Room. Una experiencia Educativa de Inmersión .....	127
Anexo 10. Constancia de Ponencia 2º CIEQ .....	128
Anexo 11. Selección PULSAR.....	129
Anexo 12. Derechos de Autor: Módulo I. Introducción al Modelo STEAM .....	130
Anexo 13. Derechos de Autor. Historia de Marie Curie.....	132
Anexo 14. Derechos de Autor. Video: Marie Curie Lab STEAM Room.....	134
Anexo 15. Derechos de Autor: Diplomado STEAM .....	135
Anexo 16. Constancia de Diseño del Diplomado STEAM.....	137

## Índice de Tablas

Tabla 1. Ítems de diferencial semántico del instrumento Percepción STEAM en EMS. ....	45
Tabla 2. Diseño del instrumento de Valoración de los Participantes en el MCLSR .....	48
Tabla 3. Nivel 1. Reacción. Satisfacción de los participantes. ....	61
Tabla 4. Nivel 1. Reacción: satisfacción, involucramiento y relevancia .....	62
Tabla 5. Oportunidades de mejora. ....	64
Tabla 6. Nivel 2. Aprendizaje .....	65
Tabla 7. Otros aspectos que les hubiera gustado conocer. ....	67
Tabla 8. Comentarios y sugerencias. ....	68

## Índice de Figuras

Figura 1. Marco Global de Habilidades Transferibles.....	15
Figura 2. Next Generation Science Standards .....	19
Figura 3. Disciplinas STEM y enfoque educativo STEAM. ....	22
Figura 4. Marco Instruccional STEM. Adaptado de Movimiento .....	23
Figura 5. Estándar de Oro del ABP. ....	26
Figura 6. Fases del Aprendizaje Basado en Indagación .....	28
Figura 7. Modelo de Kirkpatrick para el Nuevo Mundo .....	36
Figura 8. Funciones de la Educación Media Superior .....	39
Figura 9. Desarrollo del Proyecto STEAM integrador inmersivo para fortalecer la Enseñanza de la Ciencia utilizando metodologías activas e innovadoras .....	42
Figura 10. Estructura del primer instrumento de evaluación de los módulos del CTSD.....	46
Figura 11. Estructura del segundo instrumento aplicado en el CTSD.....	47
Figura 12. Módulos del Curso Taller STEAM para Docentes.....	50
Figura 13. Secuencia de retos del Marie Curie Lab STEAM Room .....	53
Figura 14. Género y semestre de los estudiantes de EMS que participaron en el estudio. ....	57
Figura 15. Percepción sobre STEAM en estudiantes de Educación Media Superior. ....	58
Figura 16. Percepción sobre STEAM por género. ....	59
Figura 17. Percepción sobre STEAM según la escolaridad del padre. ....	60
Figura 18. ¿En qué medida has incluido en tu planeación?.....	70
Figura 19. Metodologías activas incluidas en la planeación.....	70

Figura 20. Tecnologías de la información incluidas en la planeación. ....	71
Figura 21. Habilidades del siglo XXI incluidas en la planeación. ....	72
Figura 22. Nivel de desafío percibido. ....	73
Figura 23. Deseos de participación y valoración de la actividad. ....	74
Figura 24. Aprendizajes adquiridos a decir de los participantes. ....	75

## **Introducción**

Encontrar las respuestas a los retos actuales de nuestra sociedad, como el logro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, la inclusión, el desarrollo económico y el ejercicio pleno de los derechos de una ciudadanía en democracia, pasan sin lugar a dudas por la educación, y de manera especial, la enseñanza en las ciencias, la tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, STEAM, por sus siglas en inglés.

En la economía mexicana, la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, son áreas disciplinares claves para el crecimiento y desarrollo del país. La convergencia de estas áreas y los resultados de sus interacciones dan origen a la innovación y transferencia de tecnología, a la solución de problemas o a la creación de empresas. Al igual, la innovación, la generación de patentes, el desarrollo y bienestar de los países se encuentran en estrecha relación.

En el sistema educativo mexicano, la Educación Media Superior (EMS), es una etapa de formación dónde la mayoría de los estudiantes tienen el último acercamiento académico formal con la ciencia, este nivel educativo es una oportunidad para adquirir las competencias mínimas necesarias para desempeñarse como ciudadanos críticos, responsables y capaces de tomar decisiones informadas, en una sociedad que depende y está inmersa en un entorno digital y tecnológico, cuyo desarrollo y sostenimiento a largo plazo depende de acciones basadas en la ciencia y la tecnología, apoyadas en la ingeniería y el procesamiento de datos matemáticos. Por ello, una educación en alfabetización científica es importante en los estudiantes de este nivel educativo.

En este sentido, el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) establece que el aprendizaje tenga una visión más científica e interdisciplinaria; que se seleccionen conceptos centrales transversales, se contextualicen las actividades prácticas y se destaque la importancia de construir el conocimiento de forma colectiva. De tal forma, que se promueva la comprensión de que la solución a los problemas es de carácter interdisciplinario en el contexto de la ciencia y la tecnología (SEMS, 2022).

Ante este panorama educativo, el modelo STEAM en la Educación Media Superior (EMS) es una oportunidad para fortalecer perfiles vocacionales orientados a la ciencias, es decir, primero, promover una alfabetización científica indispensable en los ciudadanos globales que queremos formar; segundo, brindar herramientas para el desarrollo de las habilidades del Siglo XXI (HSXXI), tales como el pensamiento crítico, comunicación, colaboración y creatividad, entre otras; tercero, la enseñanza del Modelo STEAM, como herramienta pedagógica para la inclusión, teniendo este último la intención de ampliar la cobertura y acceso a las carreras STEAM a grupos de población vulnerable, que geográficamente se encuentran alejados de estos servicios educativos o por diversos factores socioeconómicos presentan desventaja de oportunidades a la educación. Dicho de otra manera, es trascendente que estos jóvenes se planteen en STEAM una opción de desarrollo individual y profesional para la generación del propio bienestar personal y para sus familias.

Además, desde la perspectiva curricular de la Educación Media Superior (EMS), trabajar bajo los esquemas metodológicos para la formación en el modelo STEAM, sienta las bases para su posterior desarrollo y consolidación en la universidad, esto es, egresar perfiles profesionales del Siglo XXI. Se vuelve indispensable por lo tanto, la formación y actualización del profesorado, que, mediante propuestas fundamentadas en prácticas generativas de desarrollo

profesional construidas en contexto, den respuesta a las necesidades de enseñanza y aprendizaje de las disciplinas STEM.

Es así que el presente estudio enmarca el Modelo STEAM como una herramienta que promueve la alfabetización científica y que coadyuva a encontrar las respuestas a los desafíos de una sociedad globalizada, cuyo bienestar depende en gran medida de la ciencia y la tecnología. Así mismo, la relevancia de este estudio, centra su interés en conocer la percepción STEAM de los estudiantes de EMS, como base fundamental para generar propuestas de formación docente que posibilite su enseñanza. Se plantean objetivos puntuales, que buscan respuestas sobre la percepción de los estudiantes con respecto a STEAM, así como, la valoración por parte de los docentes participantes sobre la implementación y evaluación de las actividades de enseñanza de la ciencia basada en las metodologías activas propias de este modelo.

Por otra parte, se presenta un marco teórico, que generaliza los antecedentes del Modelo STEAM y su implementación, que, a su vez, fundamenta las prácticas y propuestas de programas de desarrollo profesional docente en STEAM. Finalmente, una literatura especializada que establece el contexto actual de las estrategias inmersivas de enseñanza y aprendizaje de la ciencia. De ahí que, se describe una metodología que orienta a una propuesta de investigación de carácter mixto para el estudio del Enfoque STEAM en la enseñanza de la ciencia en la Educación Media Superior, considerando una evaluación diagnóstica sobre la percepción de STEAM por parte de los estudiantes, para posteriormente describir el diseño y evaluación de una propuesta de formación del profesorado en el Modelo STEAM, misma que a su vez da origen a la planificación, implementación y evaluación de una actividad de aprendizaje inmersivo de la ciencia.

## Capítulo 1. Planteamiento del problema

### 1.1 Antecedentes

En este capítulo se describen algunos aspectos interesantes de los retos actuales del entorno a los que se enfrentan los profesores del área de ciencias para enseñar y los estudiantes para aprender aquello que sea relevante y los posibilite a: 1) desempeñarse de forma competitiva en el mercado laboral, 2) participar activamente como ciudadanos críticos en una democracia y 3) asuman la responsabilidad de su vida. Por otra parte, se destaca el dinámico y cambiante entorno laboral, dominado por escenarios tecnológicos y requerimientos de campos formativos de profesionales con vocaciones y competencias globales del siglo XXI. Así mismo, el desafío de la sostenibilidad, para el que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) diseñó la Agenda 2030, con meta hacia el logro de la competencia científica.

La presión que la especie humana ha puesto sobre los sistemas físico, químico y biológico que sostiene el delicado equilibrio de la naturaleza, entraña el riesgo de alcanzar el punto de no retorno. Para hacer frente a esta y otras preocupaciones, ya desde el año 2015 la ONU propuso la Agenda 2030, un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Dentro de la Agenda, los Estados Miembros aprobaron 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) e hicieron acuerdos para su consecución.

Es evidente que buena parte de las propuestas de solución pertenecen al ámbito científico y tecnológico, en este sentido, la educación STEAM, abona al logro de los ODS, al estar en posibilidades de consolidar una conciencia de sostenibilidad, de proponer soluciones creativas, innovadoras e interdisciplinarias al complejo desafío de construir un futuro sostenible, haciéndolo desde el contexto de los estudiantes, de ahí la importancia de fortalecer en los jóvenes las habilidades STEAM.

Al mismo tiempo, el siglo XXI ha traído consigo grandes cambios, la inteligencia artificial, las formas de colaborar y comunicarse, la potencia de las computadoras y la conectividad, están transformando la forma de vivir de la sociedad, la producción, el trabajo y el consumo. Dentro de este marco evolutivo, y los cambios que esto acarrea en la industria, la economía y la sociedad, Klaus Schwab (2016), acuña el término de Cuarta Revolución Industrial; misma que requiere de trabajadores con una formación adecuada, que desarrollen las llamadas Habilidades del Siglo XXI.

Este entorno laboral demanda detonar la competitividad en nuestro país, que en el Índice de Competitividad Internacional (ICI) de 2022, se ubicó en la posición 37 de 43 países evaluados, (IMCO, 2022a); en este sentido, la educación STEAM es un factor que posibilita oportunidades de formación y especialización, en forma de trayectorias para quienes elijan estas carreras, pero también para quienes son formadores en carreras STEM, (Gras et al., 2021).

A manera de antecedente, cabe considerar que el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA); en su reporte de la aplicación 2018, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2019) informó que en México solo el 1% de los estudiantes se desempeñó en niveles altos (5 o 6), de las áreas de evaluación: lectura, matemáticas y ciencias, cuando el promedio de los países de la OCDE es de 16%.

## **1.2 Preguntas de investigación**

1. ¿Cuál es la percepción de los estudiantes de educación media superior hacia las disciplinas STEM?
2. ¿Qué tipo de contenidos son pertinentes en un taller de formación docente en STEAM para fortalecer la enseñanza de la ciencia en la Educación Media Superior?

3. ¿Cómo evaluar los resultados de la implementación de un taller de formación docente para fortalecer la enseñanza de la ciencia, basado en el modelo STEAM?
4. ¿Son los juegos de escape educativos con orientaciones didácticas basadas en el modelo STEAM, técnicas de aprendizaje pertinentes para fortalecer la enseñanza de la ciencia?

### **1.3 Objetivo General.**

Desarrollar un proyecto STEAM integrador inmersivo para fortalecer la enseñanza de la ciencia utilizando metodologías activas e innovadoras que propicien aprendizajes significativos en la Educación Media Superior.

#### **1.3.1 Objetivos específicos**

1. Describir la percepción de los estudiantes de Educación Media Superior hacia las disciplinas STEM.
2. Diseñar e implementar un taller de formación docente, basado en el enfoque STEAM, para fortalecer la enseñanza de la ciencia en la Educación Media Superior
3. Evaluar los resultados de la implementación taller de formación docente en la enseñanza de la ciencia, basado en el modelo STEAM.
4. Diseñar y validar un juego de escape educativo basado en el enfoque STEAM para fortalecer la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

### **1.4 Justificación**

Lo anterior supone que, si los estudiantes mexicanos no obtienen buenos niveles de desempeño en pruebas internacionales que miden sus conocimientos y habilidades para participar plenamente en sociedad, es de esperarse que a futuro el país carezca de profesionistas con la preparación y mínimas habilidades requeridas en el fluido entorno laboral. En este sentido,

se propone la educación STEAM como una opción que posibilita el desarrollo de las formas de hacer, de sentir, de pensar y valorar, propias de estas disciplinas (Couso, 2017a); misma que promueva en los estudiantes competencias transversales como son las llamadas habilidades del siglo XXI.

Cabe señalar que no existe un consenso generalizado sobre cuales son las habilidades que requiere un estudiante del siglo XXI para insertarse en el mercado del trabajo, realizar su vida y participar como ciudadano en una democracia. Se han propuesto distintos marcos de referencia, que incluyen desde las habilidades de pensamiento de orden superior hasta las de mayor interés en el ámbito empresarial, las denominadas habilidades blandas o *soft skills*, (Widarwati et al., 2021); en este escenario, la educación STEAM comprende el desarrollo de estas, en especial, el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación y la creatividad.

Es así como el enfoque educativo STEAM propone dar respuesta a estas necesidades de formación en los estudiantes y futuros trabajadores, integrando las prácticas de las ciencias, ingeniería y las matemáticas de forma interdisciplinaria, para la solución de problemas complejos y relevantes en el contexto de los estudiantes. Pero para hacerlo adecuadamente se requiere preparar a los docentes, es decir, diseñar, implementar y evaluar la pertinencia de programas de desarrollo profesional para docentes en STEAM.

Ahora bien, tanto para Baja California como México, es una cuestión estratégica, contar con ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, y a su vez, con profesionistas STEAM bien preparados, tanto a nivel nacional como internacional, estudios exploratorios de este tipo son importantes, para documentar la percepción de STEAM en la educación media superior, fundamentar la toma de decisiones y diseñar acciones que contribuyan a formar a estos ciudadanos del Siglo XXI.

Del análisis de las condiciones actuales del entorno laboral y la prospectiva de los empleos en el futuro; de los desafíos democráticos que enfrentan las sociedades y de los riesgos que implica la presión de los seres humanos sobre el medio natural; se vuelve indispensable una educación que forje un futuro sostenible, justo y en paz.

La educación STEAM puede entonces convertirse en una herramienta que coadyuve al logro de estos objetivos, tanto desde la formación de ciudadanos en cualquier disciplina, como del fomento de las vocaciones STEM. Para lo cual se propone implementar talleres de actualización docente en la enseñanza de la ciencia mediante el modelo STEAM a profesores de educación media superior. En este sentido, "la evidencia disponible sugiere que el principal impulsor de las variaciones en el aprendizaje escolar es la calidad de los docentes."

(McKinsey&Company, 2007, p. 14); sugiriendo la formación de los profesores en el modelo STEAM de enseñanza de la ciencia como una estrategia para el logro de este objetivo (Cerinsek et al., 2013).

## Capítulo 2. Marco Teórico

Este capítulo describe en primer lugar el escenario de desafíos globales a los cuales la educación y con ella los docentes, tienen que hacer frente, como son el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las necesidades laborales y de alfabetización en la Cuarta Revolución Industrial, en seguida se describen los distintos marcos de clasificación para las habilidades del siglo XXI, también llamadas habilidades transferibles, habilidades para el éxito o *soft skills*. Se definen luego la creatividad, la innovación y el emprendimiento como elementos indispensables del desarrollo y bienestar de los países, de la mano con una ciudadanía alfabetizada en ciencia y tecnología. Para posteriormente dar cuenta del origen del acrónimo STEAM y los objetivos más destacados que persigue como enfoque educativo así como de las principales metodologías activas propias de este enfoque. Inmediatamente después, se aborda la importancia de fomentar las vocaciones STEM como posibilitadoras de bienestar económico e inclusión. Para terminar señalando algunos aspectos sobre la formación y evaluación de la formación docente en STEM y las recomendaciones de planeación didáctica del Marco Curricular Común para la Educación Media Superior.

### 2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible se define como “aquel que logra satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987), equilibrando el desarrollo económico, social y el cuidado del medio ambiente. Desde entonces se diseñan e implementan distintas herramientas para su realización.

El 25 de septiembre de 2015 como resultados de la Cumbre Mundial, los países que conforman la Organización de las Naciones Unidas (ONU), adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta Agenda incluye 17 Objetivos y 169 metas a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, bajo el lema “no dejar a nadie atrás”. Abarca las tres dimensiones del desarrollo: la económica, la social y la ambiental; mismas que los gobiernos se comprometieron a alcanzar en el 2030. En México, en abril de 2017 se creó el Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, (OSC, 2018). En noviembre del año 2020 en Sesión Ordinaria de dicho consejo, se asumió el reto de promover acciones para lograr entre otros, una educación sostenible, con la participación de todos los actores de la sociedad.

México es conocido en el mundo por su diversidad biológica y recursos naturales, pero se estima que ha perdido 50% de sus ecosistemas, (Anton, 2020); aunado a esto, el país es altamente vulnerable a los desastres naturales derivados del cambio climático. En la Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030 (Jefatura de la Oficina de la Presidencia, 2019), en donde convergen opiniones del sector público, privado, la academia y la sociedad civil, se señala que para el logro de los ODS es importante entre otras cosas promover la importancia del Desarrollo Sostenible.

Esta estrategia destaca que para lograr el ODS 4. Educación de Calidad, será necesario incorporar la Educación para el Desarrollo Sostenible, promover la vinculación entre el mercado laboral y el sistema educativo; promover la curiosidad, las matemáticas, la ciencia y la tecnología en todos los espacios; además de aumentar la oferta de docentes calificados, mediante actualización, formación continua y acompañamiento, (INAI, 2019). Es evidente que aún falta mucho por trabajar y que la educación es un factor de toma de conciencia y promoción para el logro de los ODS.

## **2.2 Educación para el Desarrollo Sostenible**

Para contribuir al logro del desarrollo sostenible, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), declaró de 2005 a 2014 el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS), con el propósito de movilizar los recursos educativos para crear un futuro sostenible mediante la transformación personal y social necesaria, (UNESCO, 2016).

Dentro de la Agenda 2030, el ODS número 4, Educación de Calidad, integra la meta 4.7, la cual propone que para promover el desarrollo sostenible, los alumnos adquieran los conocimientos necesarios, sean teóricos o prácticos (ONU, 2015). Para darle seguimiento a esta meta, en mayo de 2021 se celebró en Alemania la Conferencia Mundial sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), en donde se reconoce a la educación como un facilitador que puede apoyar la integración de las distintas dimensiones del desarrollo sostenible.

Para lograr lo anterior los gobiernos se comprometen a incluir la EDS en todos los niveles educativos, tanto en el aprendizaje formal como el no formal; así como fomentar el acceso al conocimiento científico entre otras propuestas. Se reconoce de manera importante, la función esencial de los docentes para la implementación de la EDS, y se proponen invertir en desarrollar sus capacidades; se les reconoce como agentes clave para que los estudiantes transiten hacia estilos de vida sostenibles.

Entre las recomendaciones a las instituciones formadoras de docentes destaca la recomendación para que formen en materia de EDS, que se enseñen pedagogías transformadoras que promuevan la acción y que se ofrezcan numerosas oportunidades para aprender entre pares, (UNESCO, 2020a).

### **2.3 La Cuarta Revolución Industrial**

La que ha sido denominada como la Cuarta Revolución Industrial (4RI) es la consecución de una serie de procesos históricos: a mediados del siglo XVIII da comienzo la Primera Revolución Industrial, marcada por el desarrollo de la máquina de vapor para la producción; a finales del siglo XIX inicia la Segunda Revolución Industrial, caracterizada por el uso de la energía eléctrica para la producción en masa; a comienzos del siglo XX dio inicio la Tercera Revolución Industrial, la cual transformó la tecnología analógica en digital; actualmente sobre la base de la anterior, está en marcha la Cuarta Revolución Industrial, marcada por la convergencia de las esferas física, digital y biológica (Schwab, 2020).

Lo anterior se traduce en el desarrollo acelerado de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (AI), la Realidad Virtual (VR), la Realidad Aumentada (AR), biotecnología, nanotecnología, impresión 3D y computación en la nube, mismas que impactan no solo el mercado laboral requiriendo profesionistas altamente especializados y con habilidades específicas, también los procesos educativos enfrentan desafíos para desarrollar el capital humano capaz de insertarse en un mercado laboral que pasa de la economía del conocimiento a la sociedad de la innovación, en entornos digitales y globalizados (Sharma, 2019).

Según la encuesta llevada a cabo por Worldskills-OCDE en 19 países, con jóvenes entre los 18 y 24 años, el 44% de los jóvenes encuestados, está preocupado por que en el futuro sus conocimientos y habilidades no tendrán mucha demanda en el mercado laboral. En México solo el 38% de los jóvenes respondieron que consideran que su escuela los prepara para los trabajos del futuro (Worldskills-OCDE, 2019).

La pandemia por COVID-19 aceleró muchos de estos cambios tecnológicos, los ajustes laborales y educativos que se tuvieron que hacer en los sistemas educativos del mundo difícilmente retrocederán. En este sentido, un reporte reciente del Foro Económico Mundial (WEF) destaca un reciente incremento de inversión en tecnología e innovación en dos áreas prioritarias para el desarrollo: salud y educación; este documento también señala cómo la tecnología por sí sola no es suficiente, que será necesario también invertir en las personas que complementarán esta tecnología, en este caso, personal de salud y profesores. Mientras que en las economías avanzadas la educación representa el 8.9% de la fuerza laboral, en las emergentes solo el 4.2% (WEF, 2022b).

Los educadores deben estar preparados para los cambios que la 4RI está detonando también en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, en este sentido, Elayyan (2021) propone asegurar la integración de las disciplinas STEM con un enfoque de aprendizaje centrado en el estudiante que transite de la enseñanza de conocimientos al desarrollo de habilidades, las llamadas *soft skills*, mismas que considera son fundamentales en la 4RI; señala también la importancia de que los profesores tengan habilidades digitales para incursionar en los ambientes de aprendizaje en línea (Elayyan, 2021).

Son los docentes quienes en última instancia tienen la responsabilidad de implementar estrategias para el desarrollo de dichas habilidades, al respecto, Rico (2016), señala la necesidad de una formación docente permanente para “estar al tanto de los avances tecnológicos, los cambios sociales y la dinámica de los sujetos que forman” (Rico, 2016, p. 67).

## **2.4 Habilidades del Siglo XXI**

En su libro, *Teaching and Learning STEM. A practical guide*, Richard Ferlder y Rebecca Brent (2017), señalan que el mercado de trabajo en disciplinas técnicas está cambiando y los

futuros graduados necesitarán habilidades más allá de aquellas que solían ser suficientes; y se preguntan ¿por qué no se están desarrollando esas habilidades?, y plantean que, si los profesores no se sienten seguros de sus propias habilidades para resolver problemas multidisciplinares que requieren creatividad y pensamiento crítico, menos lo están para enseñarlas; y agregan que es más fácil continuar enseñando a resolver ejercicios mecanicistas que promover en los estudiantes habilidades de pensamiento de orden superior, para lo que se requieren estrategias de las que los profesores no se sienten seguros (Felder & Brent, 2016).

Ahora bien, las bases conceptuales de las que se denominan habilidades del siglo XXI, se remontan a 1960, cuando Jerome Bruner funda el Centro de Estudios Cognitivos en la Universidad de Harvard, dándole un fuerte impulso a la psicología cognitiva; se reconoce a la mente como objeto de estudio, se reconstruye la idea de inteligencia y se estudian los procesos de la comprensión y la construcción de significados, (Rico, 2016). Ya desde 1985, Nickerson et al., derivado de sus investigaciones, conciben como un objetivo prioritario enseñar a pensar, (Nickerson et al., 1985).

La Alianza para las Competencias del Siglo XXI, (Battelle for Kids, 2019), propone un marco de referencia elaborado por expertos en educación y líderes empresariales, el cual contempla: 1) Habilidades para aprender e innovar, 2) Habilidades de información, medios y tecnología y 3) Habilidades de vida y carrera.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), ha propuesto el Marco Global de Habilidades Trasferibles, Figura 1, alineado al ODS 4. Educación de calidad, meta 4.7 EDS y Educación para la Ciudadanía Mundial, ECM. Esta propuesta se fundamenta en las cuatro dimensiones que identifica el informe Delors (1996): la cognitiva (aprender a saber), la instrumental (aprender a hacer), la individual (aprender a ser) y la social (aprender a vivir

juntos); a partir de las cuales se desprenden 12 habilidades transferibles, es decir, aquellas que “se necesitan para adaptarse a diversos contextos de la vida y que las personas pueden potencialmente transferir a diferentes entornos sociales, culturales o laborales” (UNICEF, 2022, p. 3).

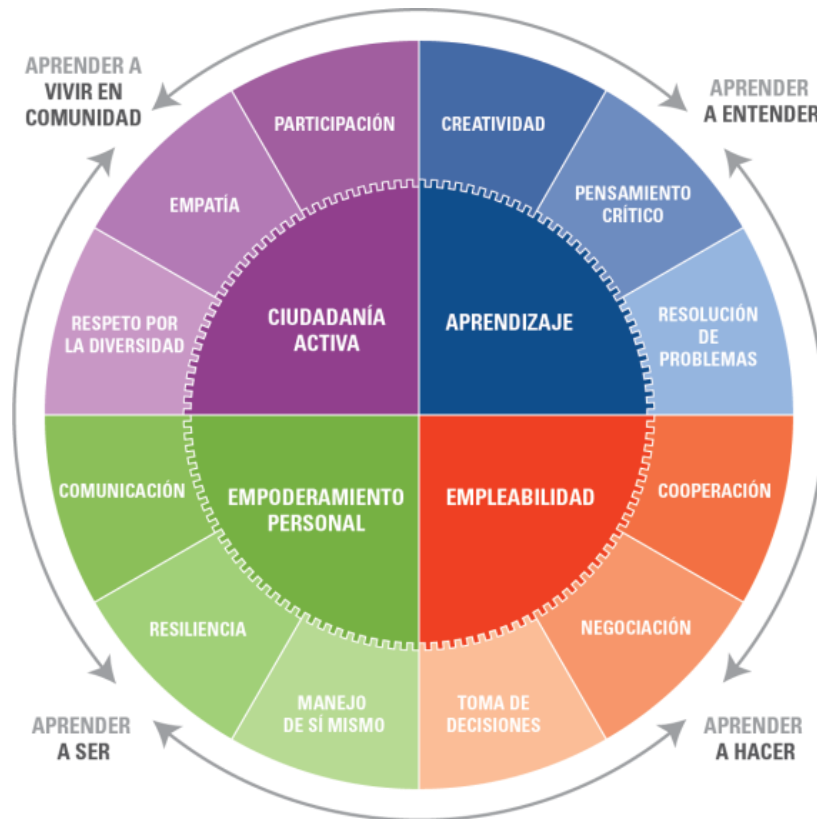


Figura 1. Marco Global de Habilidades Transferibles (UNICEF, 2022).

La discusión sobre cómo preparar a los jóvenes para la vida, la ciudadanía y el trabajo, ha generado numerosas investigaciones y propuestas. De tal manera que no existe un único enfoque o marco de referencia. Instituciones académicas, empresariales, gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales han propuesto distintos marcos de referencia que las conceptualizan y evalúan. Ya que cada marco sirve a su propósito, será importante conocerlos para construir una práctica propia, que en contexto y de acuerdo con las necesidades, integre de

forma intencional en el plan de clase, el desarrollo, seguimiento y evaluación de estas habilidades en los estudiantes.

## **2.5 Creatividad, Innovación y Emprendimiento**

Tanto la evolución de las sociedades, como las habilidades de resolución y la innovación, están basadas en la capacidad de crear que tienen los seres humanos (McPherson & Limb, 2013). En este sentido, la Real Academia Española (RAE) define creatividad como la facultad de crear o producir algo nuevo. El mismo diccionario define innovación como la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. Asimismo, la RAE define el emprendimiento como la acción y el efecto de emprender, verbo que es definido como acometer y comenzar una obra, un negocio, un empeño, especialmente si encierran dificultad o peligro.

Es así que, la creatividad, la innovación y el emprendimiento son considerados elementos de la cultura emprendedora: cuando la creatividad se aplica a la creación de un nuevo proceso, producto o servicio genera innovación, misma que llega a ser emprendimiento cuando se explota económicamente para convertirse en empresa, integrando una cadena de valor en donde la Investigación, da paso al Desarrollo tecnológico y a la posterior transferencia de la innovación (I+D+i) (De la Fuente Arias et al., 2018).

En el contexto Latinoamericano, los cambios vertiginosos propiciados por los modelos tecnológicos disruptivos ponen a esta región frente al desafío de desarrollar Emprendimientos de Base Científico-Tecnológica (ECT) como estrategia de innovación para superar el rezago. Lograrlo requiere vincular las agendas sociales con las de la investigación académica, pero también con la educación, el financiamiento y las políticas públicas, entre otras condiciones necesarias (Kantis & Angelelli, 2020).

En este sentido, García et al. (2017) señalan que las universidades son tanto formadoras de talento humano como generadoras de conocimiento, tecnología y nuevos productos. Destacan la importancia de contar con un marco jurídico acorde al derecho intelectual que les permita tomar ventaja económica de los resultados de la investigación, capacitando a los investigadores para que protejan el producto de su trabajo; considerando que los registros de propiedad intelectual son indicadores de calidad tanto de las universidades como de los países.

Por lo que respecta a la educación en innovación y emprendimiento, De La Fuente Arias et al. (2019) señalan la necesidad de diseñar procesos de enseñanza aprendizaje que desarrollen en los estudiantes la competencia del saber, poder y querer innovar y emprender. Para lograrlo, los profesores deben convertirse en facilitadores de esta cultura emprendedora, cuyos pilares sean la innovación y la creatividad. Pero antes los docentes deberán ser creativos y emprendedores ellos mismos, transformando las metodologías de enseñanza, a unas capaces de transmitir estas nuevas habilidades y valores.

Ahora bien, si STEM describe a la fuerza laboral indispensable en las sociedades del conocimiento, la evolución al enfoque educativo STEAM incluye la A de artes enfatizando la importancia de detonar la imaginación y creatividad de los estudiantes a través de proyectos *STEM hands-on*, en los que a su vez se trabaje el pensamiento creativo y las habilidades de diseño, que los estudiantes puedan utilizar en otros ámbitos y en su vida adulta (Feldman, 2015).

El ganador del premio Nobel de economía Gary Becker, menciona que la principal inversión en capital humano corresponde a la educación y a la formación (Becker, 2009). Por otra parte, entre los factores que pueden mejorar las condiciones de vida de una población se identifican el emprendimiento y el crecimiento económico entre otros (Acosta de Mavárez, 2022). Se puede ver entonces que, el crecimiento económico y el desarrollo de un país está ligado

a una educación que promueve la innovación y el emprendimiento, las cuales tienen su base en la creatividad.

## **2.6 Alfabetización Científica**

La pandemia de COVID-19 hizo evidente la importancia de la alfabetización científica, la comunicación de la ciencia se volvió un puente entre los tomadores de decisiones y el público en general, respondiendo a preguntas como el origen del virus, los medios de contagio, el uso del cubrebocas, el desarrollo de la vacuna y los tratamientos, entre otras. Sin embargo, en octubre de 2020 en una reunión del Grupo de Reflexión de Alto Nivel de la UNESCO, Fouad Laroui señaló “la ciencia está en crisis”. Esto ha sido claro durante la pandemia, pero también en relación al cambio climático o los movimientos antivacunas; esta idea de desconfianza se ha incrementado en la población (UNESCO, 2020b).

Por lo cual resulta relevante procurar una población científicamente alfabetizada, ya que tendrá herramientas para poner en duda la información que recibe de diversas fuentes, sabiendo que la ciencia se basa en evidencia, no en opiniones. Así, la Alfabetización Científica, permite a los ciudadanos abordar los problemas desde el análisis y el pensamiento crítico. Buena parte de los desencuentros entre los ciudadanos y la ciencia es que los primeros quieren certezas, pero la ciencia avanza en la incertidumbre. Un ciudadano alfabetizado científicamente comprende que el conocimiento se ajusta, conforme nuevos hechos aparecen (UNESCO, 2021).

Por otra parte, ya desde la declaración de Budapest, la UNESCO (1999) estableció que la democracia, el desarrollo sostenible, y la realización plena de los seres humanos, requieren de la alfabetización científica.

En 2013 en Estados Unidos se transforma la enseñanza de la ciencia con la propuesta de los *Next Generation Science Standards*, NGSS, (estándares de ciencia para la próxima

generación), que ofrecen una educación científica interactiva basada en las prácticas de la ciencia y la ingeniería. Estos estándares comprenden tres dimensiones: las prácticas de la ciencia y la ingeniería, los conceptos transversales y las ideas centrales de cada una de las disciplinas como una base para la construcción de los aprendizajes (NGSS Lead States, 2013), ver Figura 2.

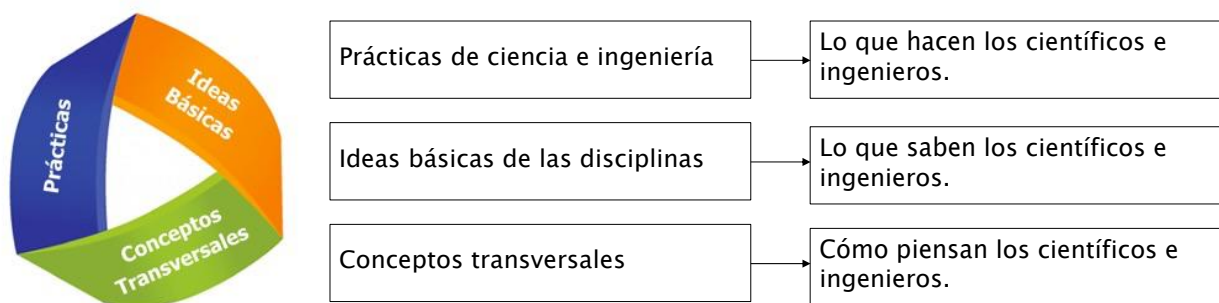


Figura 2. *Next Generation Science Standards*. Adaptado de (NGSS Lead States, 2013).

Por otro lado, para evaluar la competencia científica de los estudiantes de 15 años, el Programa Internacional para la Evaluación de los Alumnos (PISA) ha definido este constructo en función de lo que se espera que una persona competente científicamente pueda desempeñar a lo largo de su vida: "La habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como un ciudadano reflexivo" (OCDE, 2017, p. 46). En la aplicación de la prueba PISA en el año 2018, los estudiantes mexicanos obtuvieron en ciencias un promedio de 419 puntos, 70 puntos por debajo del promedio de los países de la OCDE, de 489 puntos; en esta prueba, los chicos superaron a las chicas en ciencias por 9 puntos (OCDE, 2019).

Por su parte, en la Propuesta de creación de la Licenciatura en Docencia de la Ciencias, de la UABC (Oliveros, 2022), se concluye que es una necesidad la educación y la alfabetización científicas, y se sugiere que la construcción del pensamiento, del lenguaje y el método científicos comiencen a temprana edad.

## 2.7 Enfoque Educativo STEAM

En el año 2005, la UNESCO en el informe mundial *Hacia las Sociedades del Conocimiento*, alerta sobre la disminución de la matrícula de los estudiantes en ciencia y tecnología, lo que supone un problema si el conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación sientan las bases de la sociedad contemporánea. Se pregunta además si los sistemas de enseñanza están a la altura de las circunstancias y recomienda prepara a los docentes en las nuevas tecnologías, pero también en estrategias de motivación para los estudiantes (UNESCO, 2005).

El acrónimo STEM se comenzó a usar en los Estados Unidos en la década de los 90, primero como SMET, posteriormente la bióloga Judith Ramaley (Sanders, 2009) directora de la *National Science Foundation*, NSF (Fundación Nacional de Ciencia) lo transforma en STEM, enfatizando esas áreas de conocimiento (Scavone, 2018); el acrónimo cambia cuando se realiza una propuesta para integrar el arte, para volverlo STEAM (Yakman, 2008). Luego surgieron nuevos acrónimos, STEAM+H (Humanidades), STEAM+E (Emprendimiento), STEAM+M (Medicina), STEA+C (Computación), de tal modo que las interacciones con otros campos permiten potenciar STEM (Movimiento STEM, 2021).

Desde entonces, diversos propósitos han impulsado el enfoque educativo STEM. Bybee (2013) identifica como objetivos principales: 1) Preparar una fuerza laboral en ciencia y tecnología altamente calificada, 2) Desarrollar Habilidades para el siglo XXI en las generaciones que se incorporen al mercado laboral, 3) Lograr la Alfabetización STEM de la sociedad.

Por su parte, Aguilera et al. (2021) clasifican los intereses que persigue el enfoque educativo STEM en objetivos: a) políticos, el interés de incrementar la competitividad económica, b) académicos, incentivar el desarrollo de las habilidades del siglo XXI (Chu et al.,

2018) y c) sociales, la alfabetización STEM (Botero, 2018; Couso, 2017b). A este respecto, Don Balka (2011) señala que la alfabetización STEM es “La habilidad de identificar, aplicar e integrar, conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para comprender problemas complejos e innovar para resolverlos”.

En lo que a México concierne, Movimiento STEAM sostiene que este enfoque educativo puede ser una respuesta para alcanzar los Objetivos de la Agenda 2030, fomentar la innovación y el emprendimiento, promover el desarrollo de habilidades para la 4RI y mejorar la inclusión de sectores de la sociedad tradicionalmente alejados de estas disciplinas (Gras et al., 2021). Si bien cada país hace un énfasis distinto en cada uno de estos objetivos, hacerlos realidad está ligado a la preparación de los docentes para diseñar lecciones en el marco del enfoque STEAM.

Ahora bien, en lo que se refiere al enfoque educativo STEM, Couso (2017) propone la siguiente definición de alfabetización STEM:

Estar alfabetizado en STEM es ser capaz de identificar y aplicar, tanto los conocimientos clave como las formas de hacer, pensar, hablar y sentir de la ciencia, la ingeniería y la matemática, de forma más o menos integrada, para comprender, decidir y/o actuar ante problemas complejos y para construir soluciones creativas e innovadoras, aprovechando las sinergias personales y las tecnologías disponibles, y de forma crítica, reflexiva y con valores (p. 3).

Esta definición incorpora los conceptos centrales y las habilidades prácticas o cognitivas, asociadas a las disciplinas STEM para resolver problemas o tomar decisiones. De tal modo que, para fines de esta investigación, la Figura 3 muestra a STEM desde el ámbito de las disciplinas particulares y a STEAM como la integración transdisciplinar que las atraviesa y va más allá de

ellas, integrando además lo que en inglés se conoce como *liberal arts* (ciencias sociales, lengua, filosofía, etc.) no solo las artes plásticas (Martín & Santaolalla, 2020).

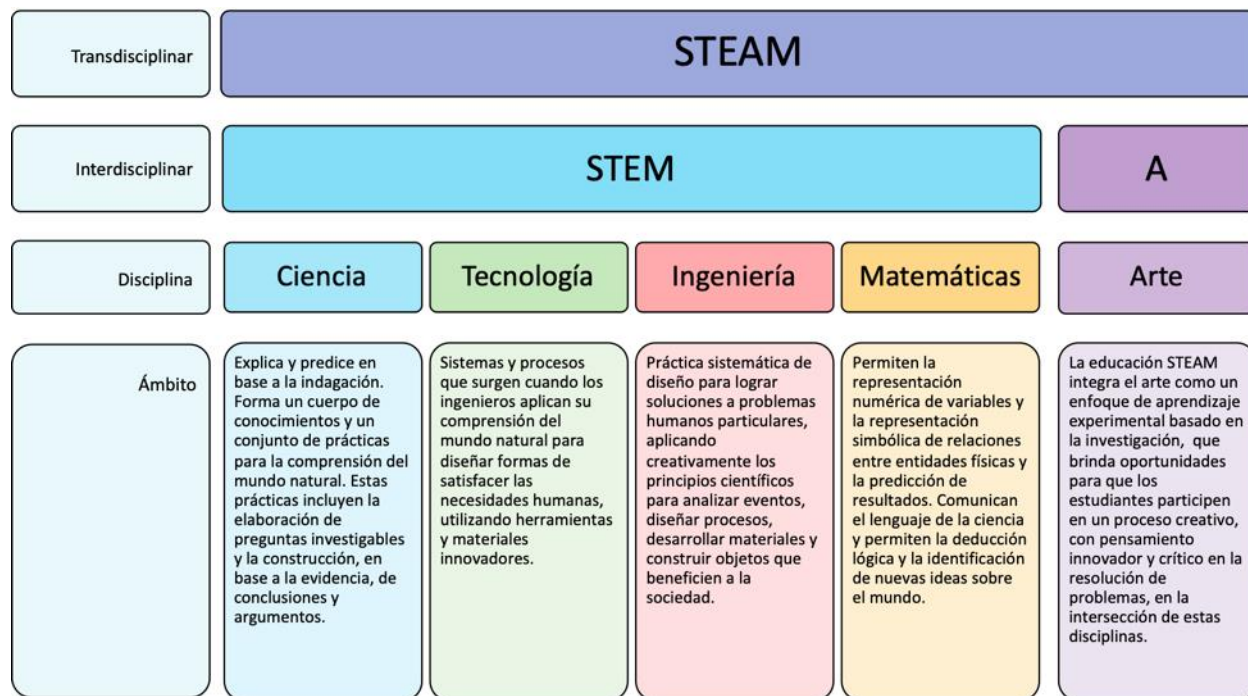


Figura 3. Disciplinas STEM y enfoque educativo STEAM. Con base en (AP STEM, 2019; Dell’Erba, 2019; Mendoza, 2020; NRC, 2012).

La implementación educativa de la propuesta se traduce en prácticas que incluyen enseñar a los estudiantes a elaborar preguntas investigables situadas en contexto; así como a diseñar experimentos para responder las preguntas, y a desarrollar modelos a partir de la práctica sistemática de diseño, que permitan brindar explicaciones basadas en argumentos. Para la solución de problemas relevantes de forma creativa e innovadora, en un entorno de inclusión y sostenibilidad.

Cabe señalar que el Sistema Educativo Mexicano plantea como objetivo para los estudiantes de secundaria, que “adquieran una base conceptual para explicarse el mundo en el que viven, que desarrollen habilidades para comprender y analizar problemas diversos y

complejos; en suma que lleguen a ser personas analíticas, críticas, participativas y responsables” (DOF, 2019) y que los profesores deben ser modelos para los estudiantes en las prácticas de análisis, búsqueda de información y planteamiento de hipótesis; para lo cual los docentes mismos deben ser capaces de llevarlas a cabo (SEP, 2017a).

Ante la necesidad evidente de formación docente en el enfoque educativo STEAM, la Alianza para la Promoción de STEM, en el documento Visión STEM para México, establece la importancia de impulsar estrategias pedagógicas que favorezcan el aprendizaje activo, situado, autorregulado, dirigido a metas y colaborativo (AP STEM, 2019). Es decir, habilitar la práctica docente en la dinámica de la educación STEM.

Para este propósito Movimiento STEM propone el Marco Instruccional STEM. Ver

Figura 4.



Figura 4. Marco Instruccional STEM. Adaptado de Movimiento STEAM (2023).

## 2.8 Metodologías Activas

Ortíz-Colón et al. (2018) señalan que el escenario de uso de las TI en el que se encuentran inmersos los jóvenes ha traído retos para la educación, que es necesario que los profesores exploren estrategias de enseñanza que aumenten la motivación de los estudiantes y su compromiso por aprender. Por su parte, el diseño e implementación del enfoque educativo STEAM en el aula debe asegurar la calidad de los contenidos, en este sentido la formación docente ha de verse como una necesidad, si bien la actualización constante lo es para cualquier profesionalista, este enfoque representa desafíos particulares.

Para atender esta necesidad, destacan las siguientes recomendaciones: Margot y Kettler (2019) encuentran que los profesores consideran que para facilitar la implementación de STEM con éxito será necesario brindar desarrollo profesional docente de calidad; por su parte, Kim y Bolger (2016) señalan la necesidad que tienen los docentes de prepararse para impartir clase bajo el enfoque STEM; en tanto que Pimthong y Williams (2018) observan que se debe brindar a los profesores oportunidad para la comprensión profunda de STEM. Existe pues un consenso sobre la exigencia de preparar a la planta docente en las metodologías adecuadas que aseguren el logro de los objetivos que persigue el enfoque educativo STEAM.

Para tal efecto se han planteado diferentes propuestas, destacando entre ellas las metodologías activas. Se entiende como metodologías activas los métodos, técnicas y estrategias mediante las cuales el docente transforma el proceso de enseñanza en actividades que a través de la participación activa del estudiante, promuevan el aprendizaje (Puga & Jaramillo, 2015); en las cuales el profesor es guía y tutor y el alumno es protagonista y responsable, se privilegia el trabajo colaborativo y la evaluación continua (Luelmo, 2018). Bonwell y Eison (1991) las

definen como aquellas actividades que involucran a los estudiantes en el hacer y en el pensar acerca de lo que están haciendo.

Como ejemplo de algunas de las metodologías activas se pueden mencionar las siguientes: indagación, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, diseño de ingeniería, pensamiento de diseño, aprendizaje basado en casos, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en simulación, aprendizaje basado en juego, aula invertida y gamificación entre otras.

Como elementos comunes a todas ellas se encuentran los siguientes objetivos (Benito & Cruz, 2005):

- El alumno se hace responsable de su aprendizaje y tiene un rol activo.
- Participación en actividades de interacción con otros estudiantes.
- Desarrollo de estrategias metacognitivas, el papel de la reflexión es clave.
- Aprendizaje en contexto, aborda problemas reales.
- Desarrollo de habilidades, como pensamiento crítico, colaboración, autonomía, etc.

Domènech et al. (2019) identifican el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como una metodología promisoría para la implementación del enfoque STEM en el aula. Es así, que a menudo los proyectos STEAM implican las características del ABP (Pérez et al., 2021). Según lo plantean Larmer et al. (2015), el ABP tiene sus antecedentes en el trabajo de las escuelas de arquitectura, pintura y escultura del siglo XVI. Dado que un aprendizaje relevante se da a raíz de un propósito, señalan que el ABP promueve habilidades como la resolución de problemas, la responsabilidad, el trabajo colaborativo e independiente, el pensamiento crítico, la gestión del tiempo y la comunicación.

Con el fin de contar con un marco de referencia basado en evidencia que permita una implementación más homogénea del ABP, el *Buck Institute for Education*, en coordinación con educadores y representantes de distintos países, establecieron el estándar para el ABP de alta calidad, que identifica siete elementos que un diseño didáctico para implementar el ABP debe contener, anclados en la comprensión de los contenidos clave de las asignaturas y el desarrollo de habilidades para el éxito (Larmer et al., 2015); de la misma forma proponen una serie de prácticas de enseñanza para el diseño instruccional de calidad del ABP (Boss & Larmer, 2018), ver Figura 5.

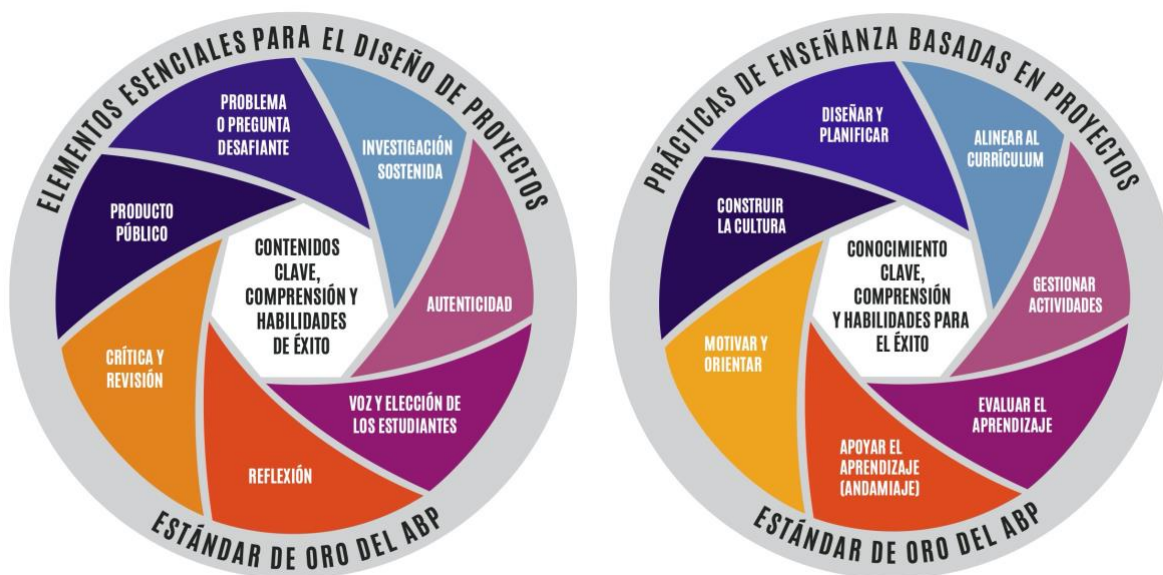


Figura 5. Estándar de Oro del ABP (Larmer et al., 2015; Boss y Larmer, 2018 en Sotomayor et al., 2021).

En la actualidad son numerosos los resultados de investigación que señalan los beneficios de implementar la metodología ABP: favorece el aprendizaje de la ciencia y el desarrollo de Habilidades Socio Emocionales (HSE) (Krajcik et al., 2023). Otro estudio describe como el ABP

brinda a los estudiantes oportunidades para trabajar con preguntas significativas desde la perspectiva interdisciplinarias y llevar a cabo indagación, mediante la cual, los estudiantes leen, interpretan y producen textos; además trabajan en equipo para proponer soluciones del mundo real mientras desarrollan habilidades socio emocionales (HSE) (Fitzgerald, 2020). Otro estudio reporta los resultados obtenidos en una escuela de estudiantes migrantes, en donde el ABP se convierte en una oportunidad de educación inclusiva y de calidad para estudiantes con diversidad lingüística y social (Alvarez, 2021).

Por otra parte, el aprendizaje basado en indagación propone que los estudiantes simulen el proceso llevado a cabo por los investigadores para hacer ciencia. En este sentido, la Organización de los Estados Americanos propone la Indagación como una estrategia para la enseñanza y el aprendizaje en STEAM, que propicia el entendimiento de las ideas científicas y sobre la ciencia , es así como el aprendizaje basado en indagación permite a los estudiantes aprender ciencia, aprender a hacer ciencia y aprender sobre la ciencia (Ochoa et al., 2016). La Figura 6 muestra los cuatro momentos clave en el desarrollo de una propuesta de enseñanza basada en la indagación (ECBI-CHILE, 2015).



Figura 6. Fases del Aprendizaje Basado en Indagación. Adaptado de (ECBI-CHILE, 2015).

En lo que se refiere a la gamificación, en un intento por explorar nuevos recursos y estrategias que aumenten el compromiso y la motivación de los estudiantes inmersos en una sociedad de conocimiento y tecnología, se plantea la gamificación como una estrategia que aplica en contextos no lúdicos, elementos propios del juego con el fin de influir a través de la experiencia lúdica (Llorens et al., 2016). De tal forma que la gamificación influye en las emociones, la socialización y el proceso cognitivo de los estudiantes (Ortiz-Colón et al., 2018).

Dentro de la gamificación se encuentran los cuartos de escape o *escape room*, experiencias inmersivas definidas por Nicholson (2015) como cuartos de acción donde los jugadores en equipos descubren pistas, resuelven acertijos y completan tareas en una o más habitaciones con la intención de alcanzar un objetivo específico, generalmente escapar de la habitación en un límite de tiempo. La experiencia comienza cuando el *game master* (director o

maestro del juego) establece las reglas y el objetivo, lo cual puede hacerse mediante un video o una lectura, luego de lo cual, la puerta se cierra y la cuenta regresiva inicia.

En este sentido, un *escape room* se considera como una experiencia inmersiva. En las experiencias inmersivas se pueden identificar tres componentes: 1) el espacio y el ambiente, 2) la narrativa y la historia, y 3) la interactividad y el juego; se definen como una sensación de completo involucramiento hasta el punto de olvidarse del mundo exterior (Biggin, 2017).

Los cuartos de escape se han vuelto populares en educación, hay reportes de su implementación en diferentes niveles educativos (García-Tudela et al., 2019; Navarro & Pérez, 2021) y se vuelven cada vez más populares en la enseñanza de las distintas disciplinas STEM (Lathwesen & Belova, 2021): en ciencia (Watermeier & Salzameda, 2019), en tecnología (Borrego et al., 2017), en ingeniería (Herrera et al., 2022) , y en matemáticas (Ferrando & Epifanio, 2021). Se pueden diseñar para que los jugadores participen en ambientes virtuales (Vergne et al., 2020), presenciales o como una combinación de ambos (Estudiante & Dietrich, 2020).

## **2.9 Vocaciones**

Dentro de los objetivos planteados en el enfoque STEAM, se pueden identificar entre otros, promover las vocaciones en ciencia y tecnología (Domènech, 2019), para mejorar la cantidad, calidad y diversidad de profesionistas STEM y así garantizar la innovación y el progreso social y económico (Couso, 2017a).

Diversos estudios e informes a nivel internacional han alertado sobre una disminución de los jóvenes interesados en cursar alguna carrera en ciencia y tecnología. El informe Rocard (2007) advierte que la capacidad para innovar y la calidad de la investigación se verán afectadas a largo plazo, en este caso en el continente europeo, a lo que recomienda asegurar que Europa va

a preparar un número suficiente de científicos e ingenieros, necesarios para el desarrollo tecnológico y económico de la región.

En México, el Instituto Nacional de Geografía e Informática, INEGI, reportó en la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) que la mayoría de los jóvenes entre 18 y 29 años, no les gustaría ser investigador, ni inventor, ni ingeniero (INEGI, 2017). Por otro lado, de las 10 carreras mejor pagadas, 7 son STEM, según el Instituto Mexicano para la Competitividad, IMCO, al cuarto trimestre de 2022. Se identifica entonces una disparidad entre las profesiones a las que aspiran los jóvenes y las carreras con potencial de incrementar la movilidad social y el bienestar.

Por su parte, la Prueba PISA 2015, reporta que, en México, los estudiantes están interesados en la ciencia, por encima del promedio de la OCDE, ya sea porque se interesan en cursar una carrera en ciencias, 45% de los chicos y 36% de las chicas, porque consideran que la ciencia es importante o porque desean aprender ciencias. Sin embargo, esto no se correlaciona con los resultados obtenidos en la prueba, en donde el 48% de los estudiantes no alcanza el Nivel 2, considerado el nivel mínimo de competencia en ciencias, este porcentaje es el más alto de entre los países de la OCDE. Y solo el 0.1% se encuentra entre los niveles de excelencia, Niveles 5 y 6 (OCDE, 2016).

Diversos factores contribuyen a la selección de carrera de un estudiante de Educación Media Superior, entre ellos como perciben las disciplinas STEM (Kier et al., 2014), las experiencias escolares y logros previos en ciencias y matemáticas (Crisp et al., 2009), los buenos profesores de ciencias (Á. V. Vázquez & Manasero, 2015). En una revisión de la literatura, llevada a cabo por Avendaño y Magaña (2018), destacaron seis factores asociados a la decisión de una carrera STEM: la familia, el género, el grupo étnico, el nivel socioeconómico, los

intereses y la autoeficacia del estudiante; y recomiendan que las escuelas se ocupen de aumentar la autoeficacia de los estudiantes en ciencias y matemáticas.

Los ambientes educativos son dinámicos y variados, múltiples variables inciden en los resultados de la educación, estas variables continúan al centro de la investigación educativa. De estas investigaciones surgen tres conclusiones generales relación con los factores que podrían asociarse con el aprendizaje de los estudiantes: 1) aquello que los estudiantes traen de casa, lo cual se encuentra fuera del alcance en el corto plazo de las políticas públicas; 2) la calidad de la enseñanza, lo cual sí puede ser influenciado por las políticas públicas y 3) los indicadores de la calidad docente, no obstante hay características importantes para el aprendizaje que escapan a las mediciones estandarizadas. Sin embargo, sí hay un amplio consenso de que la calidad de los maestros es la variable escolar más importante que influye en el rendimiento de los estudiantes (OCDE, 2005).

Si se considera que es durante la Educación Media Superior (EMS) que los estudiantes generalmente deciden la carrera que van a cursar y es en este nivel educativo en donde muchos de ellos tendrán el último contacto formal con las disciplinas STEM, puede ser la última oportunidad para que adquieran las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, necesarias para ejercer una ciudadanía plena de sus derechos y obligaciones, que les permitan tomar decisiones informadas con responsabilidad en un entorno social que se encuentra definido por la ciencia y la tecnología.

## **2.10 Inclusión**

Como se mencionó, el enfoque educativo STEM persigue distintos objetivos, entre ellos se identifica también el de ayudar a corregir las brechas identificadas de índole étnico-raciales

(Riegle-Crumb & King, 2010), geográficas (Saw & Agger, 2021), el sesgo de género y socioeconómico en el acceso a estas disciplinas (Domènech, 2019).

En el caso de México, los resultados de la prueba PISA 2018, muestran que la diferencia entre chicos y chicas en matemáticas fue de 12 puntos, los chicos obtuvieron mayor puntaje, cabe señalar que la diferencia promedio de la OCDE fue de 5 puntos. En ciencias, en el promedio de la OCDE, las chicas superaron por dos puntos a los chicos, en cambio, en México, los chicos superaron por 9 puntos a las chicas (OCDE, 2019). Las diferencias aumentaron en México desde la aplicación PISA 2015, en la cual los chicos superaron por 8 puntos a las chicas en ciencias, y por 7 puntos en matemáticas (OCDE, 2016).

En el mismo reporte la OCDE (2016) afirma que solo el 8% de las niñas mexicanas planea elegir una carrera STEM comparado con el 27% de los niños que lo considera. Estudios muestran que existe una diferencia en cuanto a la aspiración por parte de los y las jóvenes por estudiar una carrera STEM. Cheryan et al.(2015) consideran que las decisiones de las chicas están limitadas por factores sociales, estereotipos sobre el tipo de personas que se desempeñan en esas áreas, el tipo de trabajo y los valores que involucra.

El Foro Económico Mundial reporta que en el ámbito laboral, las mujeres continúan subrepresentadas en las áreas STEM siendo mayor la diferencia en el área de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) y la Ingeniería y manufactura (WEF, 2022a). Como resultado, la falta de representación en STEM que afecta a las niñas frena su desarrollo. Para revertirlo es necesario combatir estereotipos, detonar en los primeros años su interés y capacitar a los profesores a alentar a las niñas a elegir carreras STEM (UNESCO, 2019).

En este sentido la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, UNESCO (2019) asigna a los sistemas educativos un rol central para brindar

oportunidades por igual e incentivar el interés de las niñas en STEM. La UNESCO (2019) enfatiza que el logro de los ODS contenidos en la Agenda 2030, así como la construcción de sociedades sostenibles e inclusivas requiere conocimientos, habilidades y actitudes que puede proporcionar la educación de las disciplinas STEM, por lo que excluir a las mujeres es una pérdida.

Pero no solo las mujeres están subrepresentadas en STEM, también lo están los estudiantes de niveles socioeconómicos desfavorecidos, los de zonas rurales, los indígenas. En los Estados Unidos los trabajadores afrodescendientes e hispanos continúan subrepresentados dentro de la fuerza laboral STEM (Funk & Parker, 2018). Diferentes iniciativas y esfuerzos se han puesto en marcha para cerrar las brechas de disparidad (UNESCO, 2023).

### **2.11 Formación Docente en STEAM**

En el documento *Teacher Matter* (El maestro importa) la OCDE (2005) señala que los ambientes educativos son dinámicos y variados, múltiples variables inciden en los resultados de la educación, estas variables continúan al centro de la investigación educativa. De estas investigaciones surgen tres conclusiones generales en relación con los factores que podrían asociarse con el aprendizaje de los estudiantes: 1) aquello que los estudiantes traen de casa, lo cual se encuentra fuera del alcance en el corto plazo de las políticas públicas; 2) la calidad de la enseñanza, lo cual sí puede ser influenciado por las políticas públicas y 3) Los indicadores de la calidad docente, sin embargo, hay características importantes para el aprendizaje que escapan a las mediciones estandarizadas (OCDE, 2005). No obstante, sí hay un amplio consenso de que la calidad de los maestros es la variable escolar más importante que influye en el rendimiento de los estudiantes (McKinsey&Company, 2007) .

Siendo la calidad de la enseñanza un punto focal, por las posibilidades de intervención que brinda para mejorarla. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE (2005), propone pensar en el Desarrollo Profesional como un continuo a lo largo de la carrera del docente, sugiere que sería más valioso, “mejorar la inducción y el desarrollo profesional a lo largo de su carrera, en lugar de aumentar la duración de la educación previa al servicio” (p. 10).

En el caso de México, Movimiento STEM, establece como un problema que los docentes no cuentan con habilidades STEM, ni digitales, ni conocimiento de los ODS, ni de la Cuarta Revolución Industrial. Por ello, proponen como uno de los ejes estratégicos para la Educación STEM, la formación de Docentes en STEM y en la Agenda 2030, capacitarlos sobre inclusión y género, brindarles oportunidad de conocer de primera mano la industria 4.0 y crear espacios para la reflexión sobre cómo llevar esas experiencias a las aulas, “lograr una estrategia efectiva de Desarrollo Continuo de los Docentes, en STEM, en forma de trayectorias formativas, que haga posible una Educación STEM de calidad para todos” (Gras et al., 2021).

Ahora bien, el Desarrollo Profesional Docente (DPD), se define como “el proceso y actividades diseñadas para mejorar el conocimiento, las habilidades y actitudes de los docentes, para que, a su vez, puedan promover el aprendizaje de los estudiantes” (Guskey, 2000, p. 16); respecto a la capacitación, Marcelo (2009) establece, que los programas de formación deben dar oportunidad a los profesores de aprender en la práctica, utilizando ejemplos, materiales escritos, casos, observación, entre otros materiales, que le permitan indagar y analizar la enseñanza.

En el marco de la profesionalización docente en CTEM (ciencia, tecnología y matemáticas), Quílez et al. (2017), la conciben, “como un trayecto evolutivo que permita formar profesores capaces de actuar de forma autónoma, críticos y comprometidos colectivamente en

procesos de transformación propios, que implique una mejora en la educación científica de los estudiantes” (p. 114).

De ahí que, para impulsar el desarrollo profesional docente en el enfoque STEM, surgen en distintos países propuestas para promover la actualización de los profesores en servicio en las principales competencias, el diseño instruccional y su implementación, como la Certificación en Educación STEM que ofrece la Academia de Ciencias de Nueva York, también la Organización de Estados Americanos, OEA, oferta un Diplomado en Educación STEM-STEAM y en México, Movimiento STEAM, ofrece programas de acreditación para profesores.

En los que se refiere al contexto local, en el documento Propuesta de creación del programa educativo Licenciatura en Docencia de las Ciencias, de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa, de la Universidad Autónoma de Baja California, se establece la pertinencia de la creación de un programa de formación de docentes en ciencias que atiendan a estudiantes de entre 12 y 18 años, etapa en la que se ubica la EMS (Oliveros, 2022).

Gómez et al. (2020) señalan que los profesores contabilizan más horas de formación voluntaria fuera de su horario de trabajo y que la formación en línea ofrece mayor flexibilidad de horario y acceso desde cualquier lugar.

### ***2.11.1 Modelo de evaluación de cursos de Kirkpatrick***

En general, los cursos de formación requieren que se destine una cantidad importante de recursos materiales y humanos para llevarlos a cabo, de ahí la importancia de proveer evidencias de logro y cumplimiento, ya sea para la mejora del programa, para verificar la transferencia de conocimientos y actitudes, así como para demostrar el valor de la formación al logro del objetivo de una organización (J. Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2019), en este caso la comunidad escolar en donde se impartió.

Entre los modelos de evaluación de la formación, destaca el modelo presentado por Donald Kirkpatrick (1959) en su tesis doctoral; el cual propone una evaluación cualitativa e integral, sin un enfoque exclusivo en la rentabilidad (Gairín, 2010). Es un modelo orientado a resultados, simple y claro (Ventosa, 2022). Que se adapta para evaluar cursos formales, informales, presenciales u online (Acuña, 2022). Dada la flexibilidad que ofrece, el modelo de Kirkpatrick se ha utilizado antes para evaluación de programas de formación en el ámbito educativo (Tahmasebi et al., 2020), destacando su efectividad al identificar las fortalezas y áreas de oportunidad de los programas de formación (Alsalamah & Callinan, 2021).

Kirkpatrick planteó cuatro niveles de evaluación; la versión actual se denomina Modelo de Kirkpatrick para el Nuevo Mundo NWKM por sus siglas en inglés (J. Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2016), ver Figura 7.

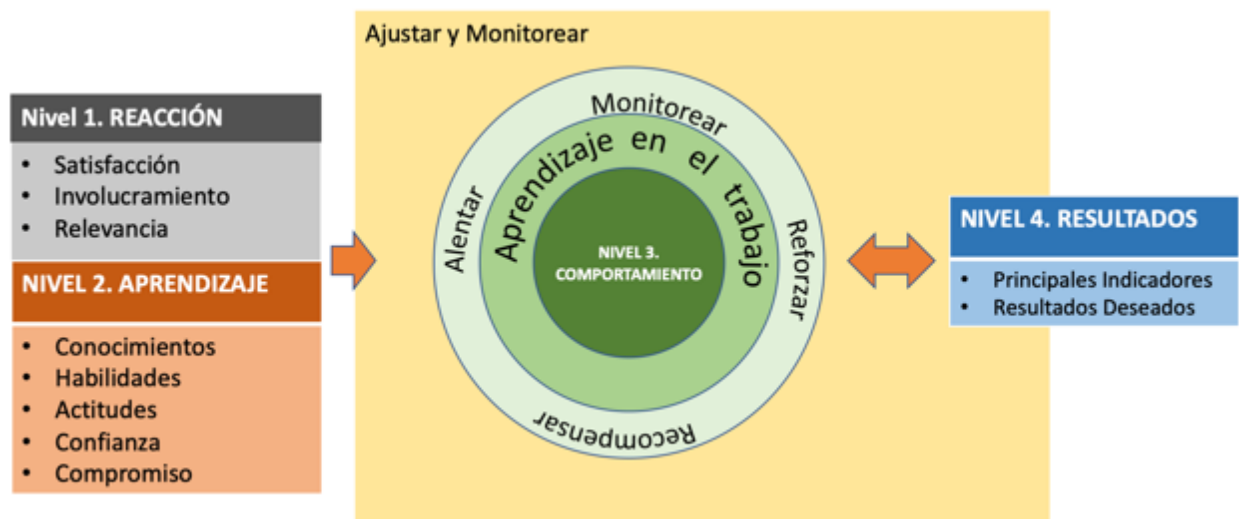


Figura 7. Modelo de Kirkpatrick para el Nuevo Mundo (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2016; p. 30).

A continuación, se describe la propuesta de evaluación de cuatro niveles de Kirkpatrick, ahora modificada por Kirpatrick y Kirkpatrick (2016, citado en Amedirh, 2017).

**Nivel 1. Reacción.** El grado en el que los participantes encuentran el entrenamiento favorable, atractivo y relevante para su trabajo. El cual integra las siguientes dimensiones:

*Satisfacción de los participantes:* en lo relativo al contenido del curso, los instructores y el contexto.

*Involucramiento:* En qué medida los participantes se involucran activamente y contribuyen a la experiencia de aprendizaje.

*Relevante:* En qué medida los participantes consideran que tendrán la oportunidad de usar en el trabajo lo que aprendieron en el entrenamiento.

**Nivel 2. Aprendizaje.** El grado en el que los participantes adquieren el conocimiento objetivo, las habilidades, la actitud, la confianza y el compromiso basados en su participación en el entrenamiento. A continuación se describe cada una de las dimensiones:

*Conocimientos:* En qué medida los participantes conocen la información.

*Habilidades:* En qué medida saben cómo hacer algo o desempeñar cierta tarea.

*Actitudes:* En qué medida los participantes consideran que vale la pena implementar en el trabajo, lo que aprendieron en el entrenamiento.

*Confianza:* En qué medida los participantes consideran que serán capaces de hacer en el trabajo lo que aprendieron en el entrenamiento.

*Compromiso:* En qué medida los participantes tienen la intención de aplicar en el trabajo, los conocimientos y habilidades aprendidas durante el entrenamiento. Se relaciona con la motivación.

**Nivel 3. Comportamiento.** El grado en el que los participantes aplican lo que aprendieron durante el entrenamiento, una vez que regresan a su trabajo. En este nivel de evaluación, se identifican e implementan los sistemas y/o *controles requeridos*, que permitan

convertir el conocimiento en comportamientos, conductas y resultados. Los *controles requeridos*, son procesos y sistemas que refuerzan, monitorean, animan y recompensan el desempeño de comportamientos críticos en el trabajo. (Kirkpatrick, 2016; p. 90)

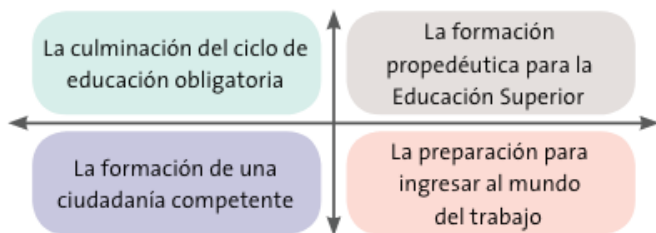
**Nivel 4. Resultados.** El grado en el que se producen los resultados esperados del programa y estos contribuyen al resultado más alto de la organización. En este nivel es importante identificar los indicadores líderes, que se traducen en observaciones medibles, que sugieren que los comportamientos críticos, que contribuyen positivamente en la obtención de los resultados deseados, se están llevando a cabo.

## **2.12 Educación Media Superior**

En el documento Planes de Estudio de Referencia del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior se establece que: “El propósito de la Educación Básica y Media Superior Pública es contribuir a formar ciudadanos libres, participativos, responsables e informados, capaces de ejercer y defender sus derechos, que participen activamente en la vida social, económica y política de México”(SEP, 2017b)

El mismo documento especifica que la Educación Media Superior (EMS) es un espacio de formación para acceder a estudios superiores, el trabajo y la vida, en el que las personas desarrollan habilidades y adquieren conocimientos, actitudes y valores que impacten a su comunidad positivamente. La Figura 8 muestra las cuatro funciones y los cuatro propósitos de la EMS que se establecen en los Planes de Estudio de Referencia del Marco Curricular Común de la EMS (SEP, 2017b).

### Cuatro Funciones de la Educación Media Superior



### CUATRO PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

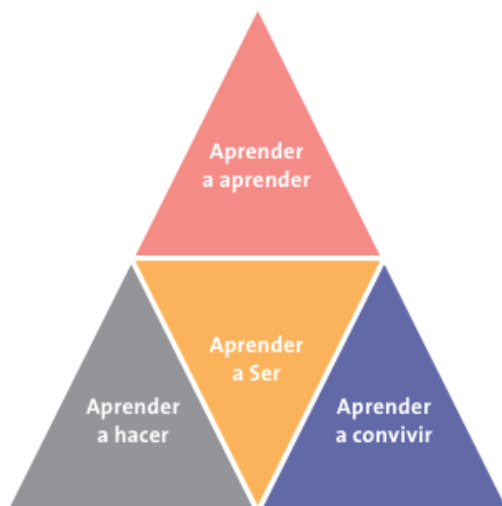


Figura 8. Funciones de la Educación Media Superior (SEP, 2017b).

El nuevo modelo educativo en México para la Educación Media Superior (EMS) propone además, educar para la libertad y la creatividad. Qué los jóvenes aprendan a razonar, a pensar por sí mismos y a resolver problemas, aprender a aprender, equidad e inclusión deben ser principios transversales. Que los prepare para vivir plenamente en la sociedad del siglo XXI. Propone acompañamiento pedagógico para mejorar las prácticas docentes en las aulas. Así como profesionalizar la labor docente brindando formación continua, pertinente y de calidad que les ayude a mejorar su práctica (SEP, 2017b).

Ahora bien, el Marco Curricular Común para la Educación Media Superior (MCCEMS), plantea el aprendizaje “hacia una visión más científica y coherente con las necesidades actuales, tanto científicas como tecnológicas, desde una perspectiva multidisciplinaria e interdisciplinaria” (SEMS, 2022).

Para lograrlo, el MCCEMS establece que la planeación didáctica proponga desafíos a resolver por los estudiantes para desarrollar el pensamiento crítico, con base en la experiencia y en la observación. Recomienda utilizar metodologías con base en el trabajo cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje-servicio, el aprendizaje basado en la indagación, el trabajo colaborativo y otras que permitan la metacognición. Exhorta a contextualizar la enseñanza en los escenarios de los estudiantes.

El MCCEMS sugiere el desarrollo de proyectos integradores que promuevan la transversalidad del conocimiento abordando temáticas generales de índole global y personal, reales y cotidianas, con potencial para detonar el interés de los estudiantes. Así como plantear temáticas específicas en forma de preguntas detonadoras cuya respuesta dependa de un proceso de pensamiento complejo que de sentido al acto de aprender (SEMS, 2022).

En este documento se reconoce el reto que implica para los docentes trabajar inter, intra y multidisciplinariamente en la integración de estas metodologías. Entiende la evaluación como un instrumento del docente al servicio de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Resultan evidentes las coincidencias de lo propuesto en el rediseño del MCCEMS con el enfoque educativo STEAM, que privilegia estas metodologías y su desarrollo en contexto de forma inter y transdisciplinaria.

Por su parte, en el estudio de pertinencia para la creación de la Licenciatura en Docencia de la Ciencia de la UABC (Oliveros, 2022), se señala el arduo trabajo que los docentes de

educación básica y media superior deben emprender en materia de didáctica para promover el descubrimiento, la investigación y la reflexión en sus estudiantes. Lo cual requiere la formación de perfiles profesionales en docencia de la ciencia con los conocimientos pedagógicos que se requieren para su enseñanza.

En una revisión de la literatura llevada a cabo por García-Fuentes et al. (2023) en relación con el Enfoque Educativo STEAM concluyen que este es valioso para promover el desarrollo de la motivación, la autoeficacia y la creatividad de los estudiantes mientras se utilicen metodologías como la indagación, y se trabaje en problemas reales de forma interdisciplinaria.

### Capítulo 3. Metodología

En este capítulo se describe la metodología para el desarrollo de un Proyecto STEAM integrador inmersivo para fortalecer la enseñanza de la Ciencia en la Educación Media Superior (EMS). El cual se dividió en tres fases de investigación: la primera, un diagnóstico sobre la percepción STEAM en la EMS; la segunda, el diseño, implementación y evaluación del Curso Taller STEAM para Docentes (CTSD); y la tercera, el diseño, implementación y valoración según las opiniones de los participantes en el laboratorio de inmersión Marie Curie Lab STEAM ROOM (MCLSR) un escape room educativo. Ver Figura 9.

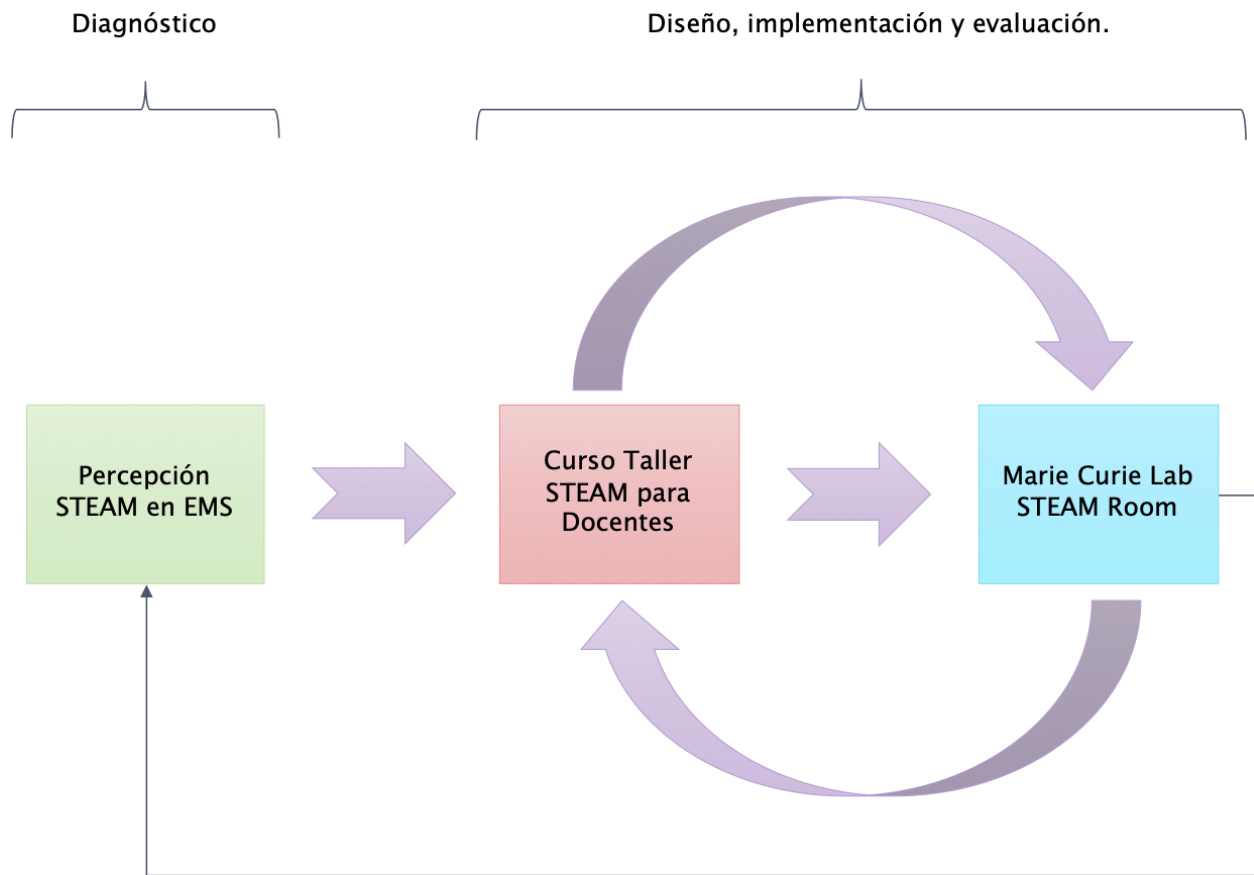


Figura 9. Desarrollo del Proyecto STEAM integrador inmersivo para fortalecer la Enseñanza de la Ciencia utilizando metodologías activas e innovadoras (elaboración propia).

Para efecto de la descripción de este capítulo se detalla a continuación 1) el diseño metodológico, 2) los sujetos de estudio, 3) los instrumentos de medición y 4) el procedimiento empleado en cada una de las tres fases de la investigación.

### **3.1 Diseño Metodológico**

El diseño metodológico de la presente investigación es de carácter mixto, misma que integra a la vez de forma sistemática el método cuantitativo y cualitativo con la intención de lograr una observación más holística del fenómeno. Los métodos mixtos triangulan la información y los instrumentos combinados de ambos métodos incrementan el alcance y dimensiones de una investigación brindando un mayor sentido de comprensión, amplitud, profundidad y riqueza de interpretación de un fenómeno (Chávez, 2018).

Mientras que el enfoque cuantitativo pone énfasis en la medición y relación entre variables, bajo el supuesto de que la realidad se puede conocer y es independiente de los sujetos. Por su parte, el enfoque cualitativo resalta el análisis de las opiniones, expresiones, conductas y actitudes de los participantes, con base en que la realidad es un constructo social, según las interpretaciones de los individuos (Osorio & Castro, 2021).

Es una investigación aplicada, en tanto se orienta a problemas prácticos, de tipo exploratorio, dado que analiza un problema poco estudiado en nuestro entorno, como es la percepción STEAM en la Educación Media Superior en México; de tipo descriptivo, en tanto cuantifica y muestra las dimensiones de esta percepción. Es un análisis transversal, en cuanto que realiza las mediciones una sola vez, en un momento dado, sin evaluar su evolución en el tiempo (Álvarez-Risco, 2020).

### **3.2 Los sujetos de investigación**

Los participantes en las distintas mediciones de la investigación, fueron seleccionados de forma no probabilística, por conveniencia (González, 2021) o accidental.

#### ***3.2.1 Percepción STEAM en la Educación Media Superior (EMS).***

La muestra comprendió 144 estudiantes, toda la población de una institución de EMS particular de la ciudad de Mexicali, B.C.

#### ***3.2.2 el Curso Taller STEAM para Docentes, CTSD.***

La muestra comprendió a 17 profesores que respondieron el cuestionario de evaluación al final de cada módulo del curso.

#### ***3.1.3 Marie Curie Lab STEAM Room, MCLSR***

Se analizaron las respuestas de 44 participantes de distintos niveles educativos (secundaria – posgrado) que formaron parte de la experiencia educativa de *escape room* que respondieron el cuestionario.

### **3.3 El Instrumento**

Se describe el diseño de los instrumentos utilizados para recoger la información en cada una de las tres fases de la investigación.

#### ***3.3.1 Percepción STEAM en Educación Media Superior***

En la primera fase, para explorar la Percepción STEAM en la EMS, se utilizó un instrumento de tipo estructurado, estandarizado. Emplea una escala de diferencial semántico, del tipo propuesto por Osgood et al. en 1957; las cuales son consideradas una técnica de medición de asociación controlada y escala bipolar (Cruz, 2009), esta escala se utiliza cuando el interés se centra en la percepción.

El instrumento fue adaptado del utilizado por Tyler-Wood et al. en 2010, en la Universidad de Texas, para evaluar la percepción de las disciplinas STEM en los estudiantes de EMS, el cual cuenta con probada confiabilidad y consistencia. La traducción al español se validó con un experto en pedagogía, un experto en educación STEAM y un experto en docencia de la ciencia (Gamboa-Salcedo et al., 2012).

Una vez que fue traducido y aplicado, se realizó un análisis de confiabilidad utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach, arrojando resultados arriba del 0.80, lo que es aceptable, si se considera que los instrumentos tienen una buena consistencia interna cuando los valores del coeficiente se encuentran entre 0.7 y 0.9 (H. Oviedo & Campo-Arias, 2005); cabe señalar que los valores encontrados están muy próximos a los del instrumento original en el idioma inglés.

El instrumento solicita un juicio de valor por parte de los participantes para cada una de las disciplinas STEAM, ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas; frente a cinco pares de objetivos extremos referidos a estas disciplinas, en una escala de cinco puntos; según se muestra como ejemplo en la Tabla 1. Ítems de diferencial semántico del instrumento: Percepción STEAM en EMS. El instrumento completo se encuentra en el [Anexo 1](#). La instrucción para el participante es que elija el punto de la escala que se encuentre más próximo a su percepción de cada disciplina de STEAM.

Tabla 1. Ítems de diferencial semántico del instrumento Percepción STEAM en EMS.

1. fascinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinaria
2. atractiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractiva
3. apasionante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionante
4. insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importante
5. aburrida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesante

Fuente: Adaptado de Tyler-Wood et al., 2010.

Cabe señalar que los pares de adjetivos se presentan en el instrumento de forma aleatoria para cada disciplina.

### 3.3.2 Curso Taller STEAM para Docentes

Para efecto de la segunda fase de la investigación, se aplicaron dos instrumentos para recolectar la información, en el primero los docentes realizaron la evaluación al final de cada módulo y el segundo se aplicó cuatro meses después de terminado el curso.

El primero, adaptado del Centro de Actualización Docente, Facultad de Química, UNAM (CAD, 2018); registra la evaluación de los docentes al finalizar cada uno de los módulos, su diseño consistió en una serie de ítems medidos en una escala de Likert y siete preguntas abiertas. La Figura 10, esquematiza la estructura de este primer instrumento de evaluación de los módulos del Curso Taller STEAM para Docentes por parte de los participantes. El instrumento completo se encuentra en el [Anexo 2](#).

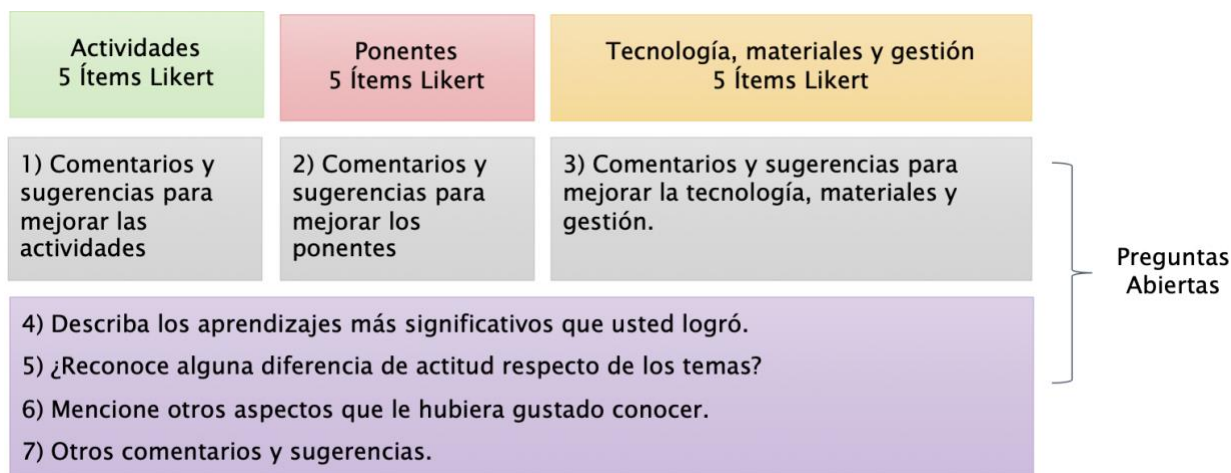


Figura 10. Estructura del primer instrumento de evaluación de los módulos del CTSD (elaboración propia).

De las respuestas abiertas del primer instrumento, se realizó un análisis de contenido del discurso de los profesores, a partir de lo cual se determinaron las categorías en función del modelo de Kirkpatrick & Kirkpatrick (2016).

El segundo instrumento, [Anexo 3](#). Aplicación de lo aprendido por parte de los docentes, se aplicó cuatro meses después de terminado el curso, el cual recolectó información acerca de la aplicación de lo aprendido por parte de los docentes, el diseño de este segundo instrumento integró tres preguntas con escala Likert y tres preguntas de opción múltiple. La Figura 11. esquematiza la estructura de este segundo instrumento.

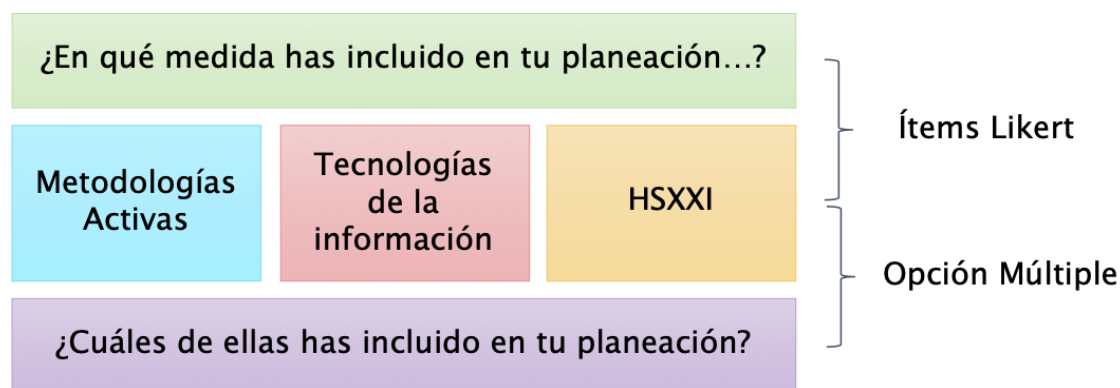


Figura 11. Estructura del segundo instrumento aplicado en el CTSD (elaboración propia).

### 3.3.3 Marie Curie Lab STEAM Room

El instrumento utilizado para recoger la opinión de los participantes en el *escape room*, fue adaptado de (Tajuelo & Pinto, 2021) y (Lozano & Sánchez, 2021); el cual es de tipo semiestructurado y consistió en cinco secciones, cuyo contenido se describe en la Tabla 2, el instrumento completo se encuentra en el [Anexo 4](#).

Tabla 2. Diseño del instrumento de Valoración de los Participantes en el MCLSR

Sección	Contenido
Primera	Datos generales de los participantes.
Segunda	Mide la percepción del nivel de desafío del juego por parte de los participantes, incluye cinco ítems medidos en una escala Likert de 5 puntos.
Tercera	Mide la valoración de la actividad por parte de los participantes, la integran siete ítems medidos en una escala Likert de 5 puntos, una pregunta dicotómica y una abierta.
Cuarta	Mide la percepción del trabajo de equipo por parte de los participantes, consiste en tres preguntas cerradas.
Quinta	Se analizan los comentarios de los participantes en relación con las oportunidades de mejora de la experiencia, contiene dos preguntas abiertas.

### **3.4 El Procedimiento**

Se describe el procedimiento seguido para el diseño, implementación y la recolección de la información en cada fase de la investigación.

#### ***3.4.1 Percepción STEAM en la Educación Media Superior***

La aplicación del instrumento de percepción STEAM, se realizó en un solo día para todos los estudiantes del plantel educativo, se les proporcionó una copia en papel a cada uno previa explicación de las instrucciones del proceso de llenado.

#### ***3.4.2 Curso Taller STEAM para Docentes, CTSD***

A continuación se describen las distintas etapas del proceso llevado a cabo para la implementación del CTSD en el plantel educativo:

- a) Se realizó una reunión presencial con los directivos de la institución educativa en el Aula STEAM de la misma, este plantel es una secundaria pública de la ciudad de Mexicali, con turnos matutino y vespertino, para conocer el contexto y la situación concreta.
- b) Los directivos expusieron que la planta docente del plantel encontraba dificultades para integrar el enfoque educativo STEAM en sus asignaturas, a pesar de que contaban con materiales y un espacio escolar destinado a ese fin.
- c) Entonces se inició una aproximación que permitió conocer las necesidades y expectativas de los directivos y la comunidad docente del plantel.
- d) Se diseñó un plan de acción con objetivos, actividades y tiempos aproximados, acorde con las necesidades y expectativas planteadas por la comunidad docente de la secundaria.
- e) Se consensuó con los directivos del plantel el plan de acción, el cual consistió en un curso de introducción al enfoque STEAM para los maestros de la secundaria tanto del turno matutino como del vespertino.
- f) El 30 de septiembre de 2020, dio inicio el Curso Taller STEAM para Docentes para profesores de la secundaria, el cual, debido a la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19 fue impartido en línea.
- g) El día 7 de noviembre se realizó la clausura del curso con una sesión de retroalimentación y la emisión de las constancias respectivas. En cada uno de los módulos se realizó un cuestionario de seguimiento.
- h) Cuatro meses después de terminado el curso se aplicó un cuestionario de seguimiento que corresponde al segundo instrumento del CTSD.

El CTSD dio inicio el 30 de septiembre de 2020, se impartió en línea a los profesores, quienes se inscribieron, permanecieron y concluyeron de forma voluntaria en el mismo.

El curso taller comprendió 6 módulos impartidos en sesiones síncronas de 90 minutos en la plataforma Meet, uno cada semana, así como foros de discusión asíncronos en la plataforma CourseSites by Blackboard; los docentes presentaron como trabajo final, una secuencia de aprendizaje basado en proyectos. Los módulos se organizaron según la Figura 12. El objetivo y contenido de cada uno de los módulos del curso se describen a continuación.

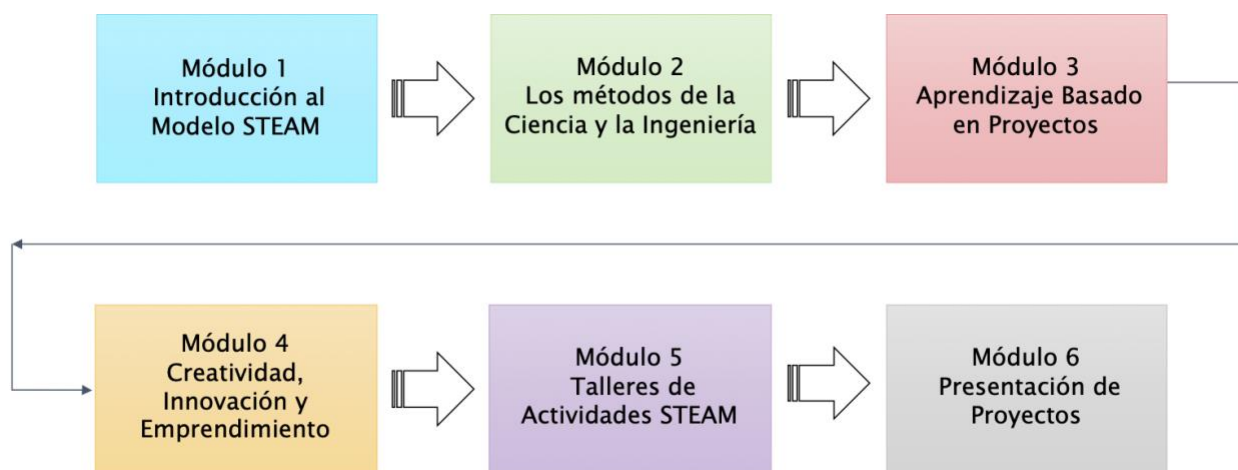


Figura 12. Módulos del Curso Taller STEAM para Docentes (elaboración propia).

### **Módulo 1. Introducción al modelo STEAM.**

Objetivo: Conocer el modelo STEAM, conceptos y componentes que lo definen, a través de un marco de referencia internacional y nacional. Contenido: Introducción al modelo STEAM: Antecedentes, Cuarta Revolución Industrial, Agenda de la ONU 2030, Habilidades para el Siglo XXI.

## **Módulo 2. Los métodos de la Ciencia y la Ingeniería.**

Objetivo: Reconocer la importancia del aprendizaje activo en la enseñanza de las ciencias, con la finalidad de diseñar una secuencia didáctica sobre un contenido curricular de una asignatura.

Contenido: se abordan las características de metodologías activas, como la indagación, el pensamiento de diseño, el diseño de ingeniería, el aprendizaje basado en retos y el aprendizaje basado en proyectos.

## **Módulo 3. Aprendizaje Basado en Proyectos.**

Objetivo: Reconocer el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como una herramienta pedagógica, a través de la instrumentación y aplicación de técnicas y procedimientos orientados al Modelo STEAM. Contenido: se abordan los detalles de la planeación de un ABP y se comparten experiencias de su implementación, por docentes de la universidad.

## **Módulo 4. Creatividad, Innovación y Emprendimiento en Ciencia.**

Objetivo: Impulsar en el aula la creatividad, la innovación y el emprendimiento, así como reconocer el valor del quehacer científico y tecnológico en el desarrollo económico, social, político de una sociedad del Siglo XXI. Contenido: se realiza un panel de expertos, integrado por emprendedores STEM, que comparten y motivan a los docentes con sus experiencias.

## **Módulo 5. Actividades STEAM.**

Objetivo: Participar en un taller colaborativo e interdisciplinario, bajo la conducción de especialistas STEAM, con la finalidad de involucrarse y vivir las experiencias de aprendizaje activo para extrapolarlas a su propia aula. Contenido: los docentes, bajo la conducción de especialistas de áreas STEM, participan en diversos talleres *hands on*.

## **Módulo 6. Presentación de Proyectos.**

Objetivo: Presentar una propuesta de proyecto acorde con el modelo STEAM, que evidencie el aprendizaje obtenido a lo largo del Curso Taller STEAM para Docentes. Contenido: los docentes organizados en equipos presentan una secuencia de aprendizaje basado en proyectos.

Para efecto del procedimiento de recolección de la información en la segunda fase de la investigación, se realizó la evaluación del Curso Taller STEAM para Docentes, CTSD, utilizando el Modelo de Kirkpatrick para el Nuevo Mundo, NWKM, por sus siglas en inglés. Para lo cual se aplicó un primer instrumento al final de cada módulo durante la implementación del CTSD.

El primer instrumento se utilizó para trabajar el primer nivel del NWKM, se realizó un análisis de contenido utilizando las respuestas de las tres primeras preguntas abiertas. Para evaluar el segundo nivel del NWKM se realizó un análisis de contenido a las respuestas de las preguntas cuatro y cinco del primer instrumento. Así mismo se estudiaron los comentarios de los profesores en la sexta y séptima pregunta del primer instrumento.

En relación con el segundo cuestionario, aplicado a los cuatro meses de concluido el curso, las respuestas se utilizaron para hacer una aproximación al tercer nivel de evaluación del NWKM.

### ***3.3.3 Marie Curie Lab Escape Room***

En la tercera fase de la investigación se diseñó e implementó un escape room educativo que fue valorado por los participantes. El diseño del escape room plantea una serie de retos organizados en una secuencia lineal para su solución. La Figura 13 muestra la sucesión de retos.

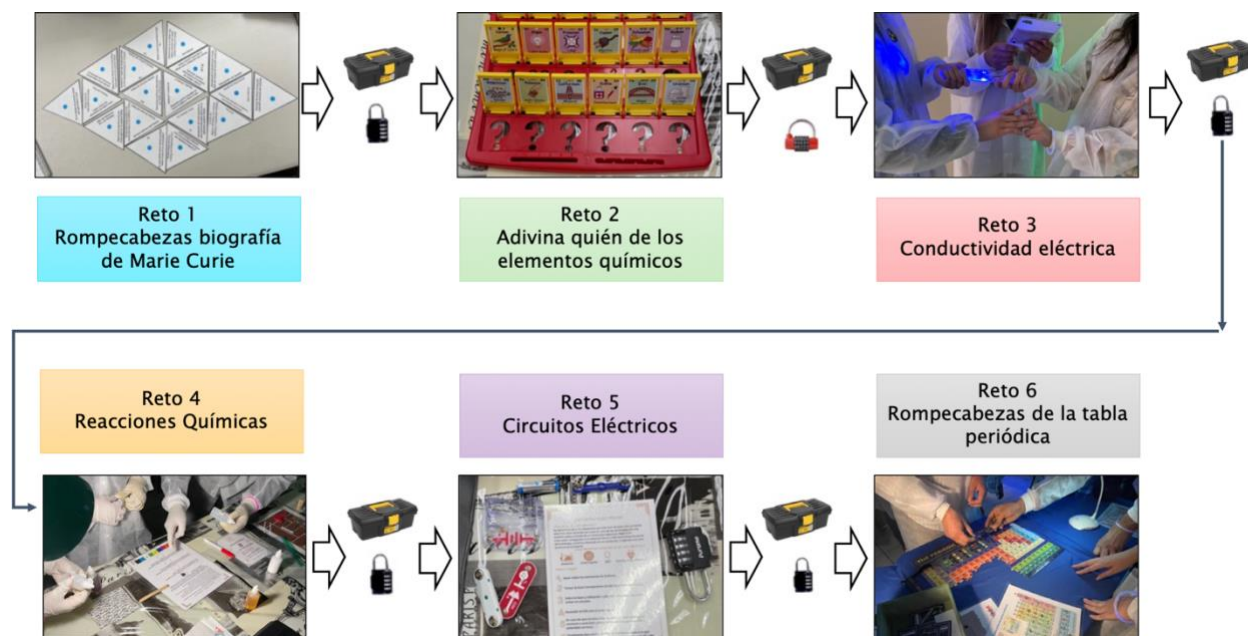


Figura 13. Secuencia de retos del Marie Curie Lab STEAM Room (elaboración propia).

La solución de cada reto genera un código, tal que abre el candado de combinación de la siguiente caja, misma que contiene las pistas y los materiales para trabajar en el próximo acertijo. Los retos son una adaptación en relación a la temática del laboratorio de Marie Curie, de los propuestos por Adrian Allan, (Allan, 2018); según el nivel de dificultad contenido en los programas de química de educación secundaria y nivel medio superior.

A continuación, se describe el proceso de implementación del *escape room*:

- 1) Cabe señalar que previo a la implementación se llevó a cabo una prueba piloto a partir de la cual se realizaron los ajustes correspondientes para la mejora de la experiencia.
- 2) Con anticipación a la presentación, se citó a los participantes a una hora determinada según su registro previo en la página de Facebook de la convocatoria para el evento que lanzó la Red STEAM UABC, [Anexo 5](#).

- 3) Se les llevó a un aula en donde se formaron cuatro equipos de entre tres y cuatro integrantes cada uno según iban llegando, en este salón se preparó una mesa por equipo.
- 4) En cada una de las mesas se encontraba listo el equipo de seguridad para cada uno de los integrantes del equipo: bata de laboratorio, guantes y lentes. Además de una calcomanía con el símbolo de radiación y una pulsera fluorescente, por participante.
- 5) Cada equipo se distinguió por un color: rojo, verde, amarillo y azul, este color iba impreso en las calcomanías y en las pulseras, los colores se asignaron al azar.
- 6) A continuación, se les dio la instrucción a los participantes de portar el equipo de seguridad, la calcomanía y la pulsera.
- 7) Posteriormente, se presentó un video con las instrucciones del juego, [Anexo 6a](#).
- 8) En seguida, se solicitó a los participantes trasladarse a otra aula, misma que para entrar había que romper sellos ficticios de seguridad como en una escena del crimen.
- 9) Esta aula se había preparado con la escenografía del *escape room*, según el laboratorio de Marie Curie, con tantas mesas como equipos y una pantalla para la proyección de videos.
- 10) Cada equipo se ubicó en una mesa según el color previamente determinado en el paso cinco.
- 11) En seguida se presentó un segundo video, [Anexo 6b](#), mismo que contiene la trama del juego y el desafío a superar por parte de los equipos.
- 12) Un tercer video, [Anexo 6c](#), en el que se narran los datos más destacados de la biografía de Marie Curie, se presentó a los participantes para resolver el primer reto.
- 13) Al término de este video, el *game master*, en este caso el personaje de Marie Curie, marcó el inicio del juego al proyectar en la pantalla un cronómetro de 60 minutos, [Anexo 6d](#).

- 14) El cronómetro empezó a correr y los equipos empezaron a descifrar los códigos en secuencia.
- 15) En este punto, si el *game master* observa que algún equipo se está frustrando porque no encuentra el código, se acerca para proporcionarles algunas pistas que lo ayuden a avanzar.
- 16) Al llegar al reto número 6, los equipos se dan cuenta de que solo tienen una parte del rompecabezas de la tabla periódica y que para completarlo y encontrar el código numérico que desbloquea el candado final, necesitan que los demás equipos concluyan la parte del rompecabezas que les corresponde.
- 17) De tal forma que, si un equipo termina primero, puede apoyar a otros equipos en construir el rompecabezas.
- 18) Una vez que construido el rompecabezas de la tabla periódica, con la parte que corresponde a cada equipo, con una lámpara de luz ultravioleta se hace visible el código del último candado, el de la caja que contiene el radio robado a Marie Curie.
- 19) En la última caja los participantes encuentran una tarjeta de papel que tiene pegado un pequeño popote fluorescente que emula el radio de Marie Curie, con un mensaje que los felicita por haberlo encontrado.
- 20) En ese momento se les entregó a los participantes un tríptico que contiene información de carácter científico sobre los retos.
- 21) Finalmente, se les pidió escanear con su teléfono celular, un código QR que los lleva al enlace del cuestionario de valoración de la experiencia y se les invitó a responderlo.

## Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se exponen los resultados del estudio de Desarrollo de un Proyecto STEAM Integrador Inmersivo para Fortalecer la Enseñanza de la Ciencia en la Educación Media Superior, su análisis e interpretación, obtenidos en cada una de las tres fases de la investigación. Primero se describen los resultados del estudio exploratorio sobre la percepción STEAM en la EMS a través del análisis de las respuestas al instrumento de diferencial semántico utilizado. En seguida, se describe y analiza la implementación del Curso Taller STEAM para Docentes (CTSD) en donde, utilizando el Modelo de Kirkpatrick para la evaluación de cursos, a partir de los resultados de la aplicación de dos instrumentos, se hace un análisis cuantitativo de los ítems bajo escala Likert y un análisis de contenido de las respuestas a las preguntas abiertas. Finalmente, se presentan los resultados de la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room, MCLSR, una experiencia educativa de inmersión, mediante el análisis de las respuestas de los participantes al instrumento utilizado para ese fin, que combinó ítems con escala Likert y preguntas abiertas.

### 4.1 Percepción STEAM en Educación Media Superior

Para responder al primer objetivo específico de describir la percepción de los estudiantes de educación media superior hacia las disciplinas STEM, se presentan los resultados de la aplicación del instrumento.

El cuestionario fue respondido por 144 alumnos de la institución, dos grupos de primer semestre, que representan un 33% del total, dos grupos de segundo, que son el 36% del total, y dos de tercer semestre, 31% del total; de los cuales el 48.61% eran hombres y el 51.39% eran mujeres, cuyas edades estaban entre los 14 y los 18 años. La Figura 14. Género y Semestre,

muestra la distribución porcentual de los estudiantes en relación a su género y semestre al que pertenecen.

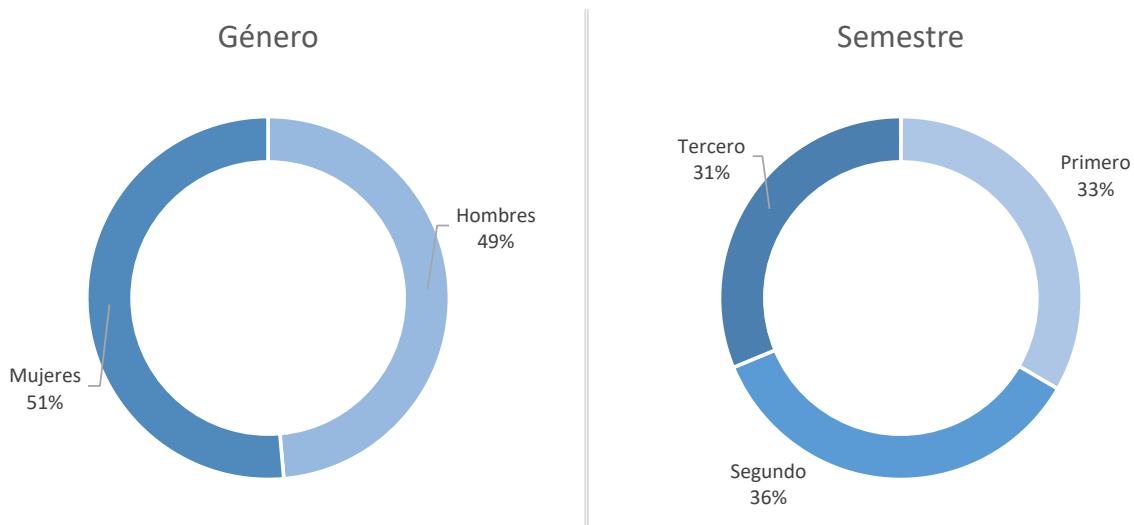


Figura 14. Género y semestre de los estudiantes de EMS que participaron en el estudio.

La Figura 15. Percepción sobre STEAM en Educación Media Superior, muestra las respuestas de los estudiantes a la pregunta de si consideran cada una de las disciplinas STEAM y sus intereses de cursar una carrera STEM como Totalmente: Importante, Interesante, Atractiva, Fascinante y Apasionante.

Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes consideran totalmente importantes la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, incluso más de la mitad considera que es importante estudiar una carrera en STEM, sin embargo, excepto en el caso de la tecnología y el arte, menos de la mitad lo considera atractivo, fascinante o apasionante, Figura 15.

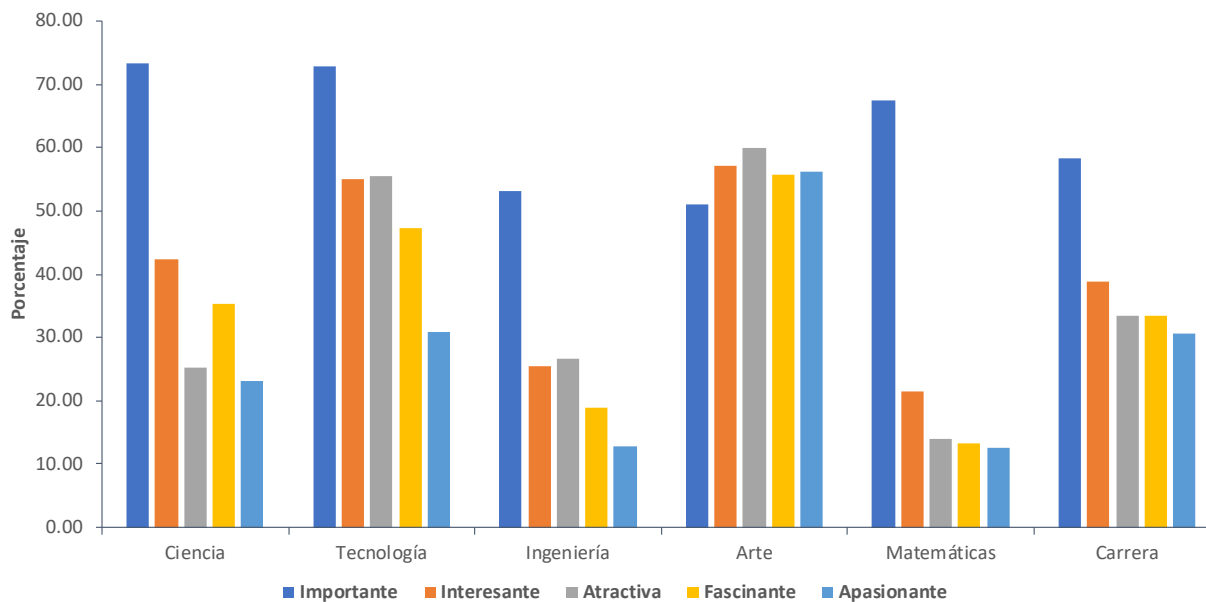


Figura 15. Percepción sobre STEAM en estudiantes de Educación Media Superior.

Nota: Ítem de Carrera, “Para mí, una carrera en ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas es... (importante, interesante, atractiva, fascinante, apasionante).

Quando se observan los resultados por género, en la Figura 16. Percepción por género de las disciplinas STEM, se observa que para ambos géneros las disciplinas y carreras STEM son más importantes que apasionantes, Figura 16a y 16b. Sin embargo, mientras que para un mayor porcentaje de mujeres que de hombres las disciplinas STEM son importantes, menor porcentaje de mujeres que de hombres considera importante estudiar una carrera STEM, Figura 16a. Por otro lado, cuando se les pregunta sobre lo apasionante, Figura 16b, un mayor porcentaje de mujeres que de hombres perciben como totalmente apasionantes las disciplinas STEM, de la misma forma, mayor porcentaje de mujeres que de hombres considera totalmente apasionante para ellas seguir una carrera STEM.

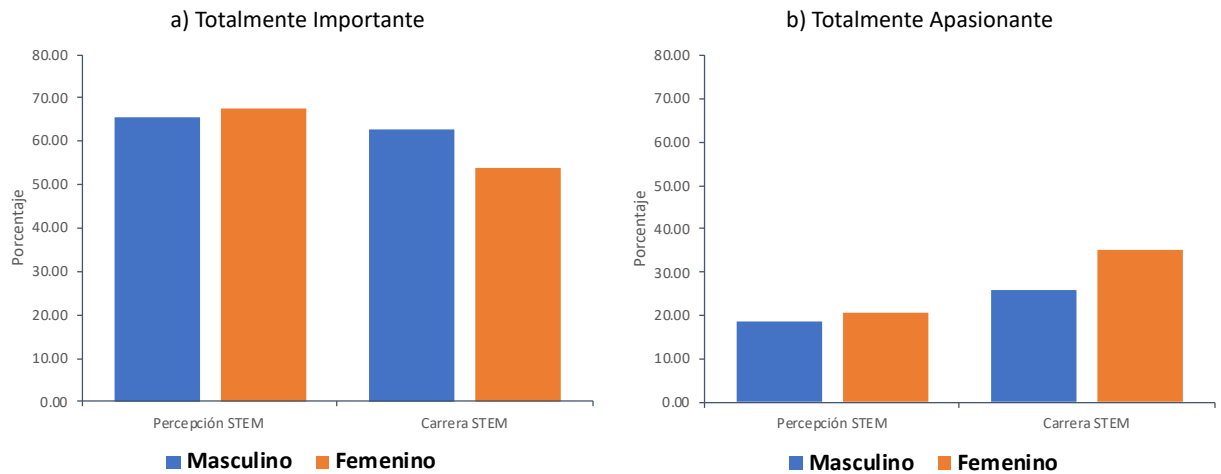


Figura 16. Percepción sobre STEAM por género.

Nota: Porcentaje de hombres y mujeres que considera a) totalmente importante y b) totalmente apasionante, las disciplinas STEM y estudiar una carrera STEM.

Se encontró también que la percepción de las disciplinas STEM es diferente según la escolaridad del padre, así a una mayor escolaridad del padre, mayor porcentaje de estudiantes considera como totalmente importantes y apasionantes las disciplinas STEM y una carrera STEM, como se observa en la Figura 17, a) y b) respectivamente.

A su vez, en la Figura 17, es evidente la diferencia entre el porcentaje de estudiantes que considera importantes las disciplinas STEM, Figura 17 (a), mucho mayor que del porcentaje de estudiantes que encuentra las disciplinas y carreras STEM apasionantes, Figura 17 (b).

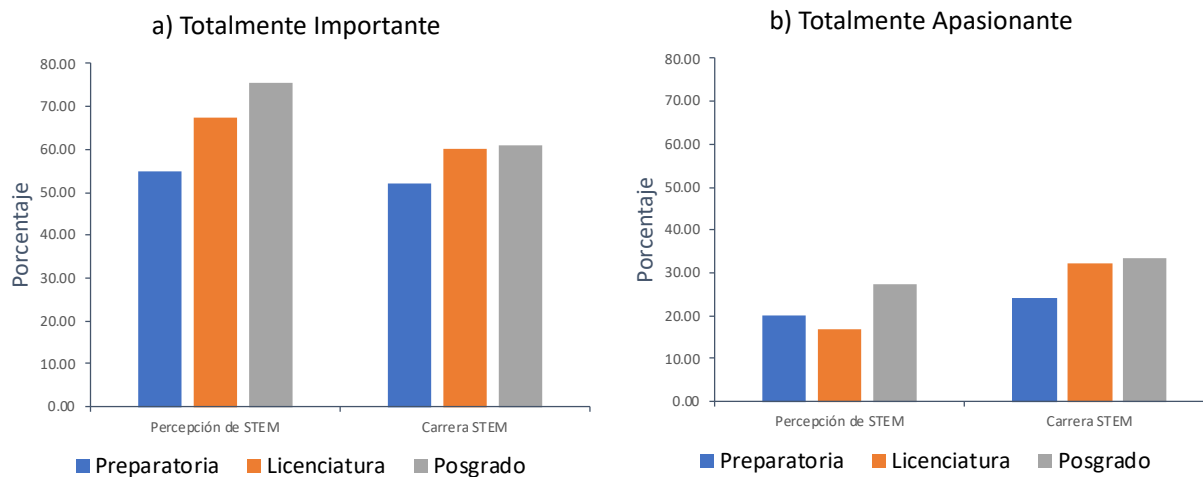


Figura 17. Percepción sobre STEAM según la escolaridad del padre.

## 4.2 Curso Taller STEAM para Docentes

En seguida, para dar respuesta al segundo y tercer objetivo específicos, se describe la evaluación de la implementación del taller de formación docente en la enseñanza de la ciencia, basado en el enfoque STEAM.

Para evaluar el curso STEAM, según el Modelo de Kirkpatrick para el Nuevo Mundo (NWKM), propuesto por Kirkpatrick y Kirkpatrick (2016), los resultados obtenidos del primer instrumento se describen a continuación.

En el Nivel 1. Reacción, que comprende las dimensiones de *satisfacción* de los participantes, *involucramiento* y *relevancia*; primero se presenta el análisis de las preguntas cerradas con escala Likert. La Tabla 3. Nivel 1 Reacción de los Participantes, muestra el porcentaje promedio de los seis módulos del curso, del número de encuestados, que respondieron Muy bien (1) a cada uno de los ítems.

Tabla 3. Nivel 1. Reacción. *Satisfacción* de los participantes.

De las Actividades	
De la puntualidad en el desarrollo de las actividades	94.0 %
El orden de las actividades fue adecuado para la comprensión del tema.	91.9 %
Los apoyos didácticos (videos, presentaciones, etc.) fueron útiles para la comprensión del tema	93.9 %
El contenido del módulo es útil para su práctica docente	93.9 %
El contenido del módulo satisfizo su interés de actualización	93.8 %
Promedio del curso	93.5 %
De las instructoras	
Dominaban el tema que abordaron durante este módulo.	94.1 %
Desarrollaron un ambiente de confianza durante la sesión	96.9 %
Adaptaron la enseñanza a las características del grupo.	91.7 %
Motivaron el aprendizaje del tema	94.9 %
Dispuso toda la información para realizar las tareas.	95.9 %
Promedio del curso	94.8 %
De la tecnología empleada, materiales y gestión.	
Fueron adecuados para el desarrollo de las actividades propuestas.	91.5 %
Se brindaron los materiales y/o archivos de trabajo en tiempo y forma para el desarrollo de las actividades	90.9 %
Las herramientas tecnológicas empleadas son adecuadas para el desarrollo de las actividades propuestas	93.5 %
La coordinadora se mantuvo pendiente de las necesidades del grupo	98.0 %

La coordinadora ha gestionado los problemas o dudas de los participantes 97.8 %

Promedio del curso 94.3 %

---

La evaluación del curso para el Nivel 1. Reacción, en su dimensión de *satisfacción* según el NWKM, por parte de los participantes, es muy positiva con puntajes en todos los casos por encima del 90% de los encuestados que respondieron Muy bien (1).

En seguida se realizó un análisis de contenido de las respuestas a las tres primeras preguntas abiertas del primer cuestionario. Se determinaron las categorías en función del NWKM, (J. Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2016). La Tabla 4, muestra el porcentaje de comentarios encontrados para cada categoría y código, según el análisis de contenido para este nivel. Se observa que la mayoría (74.7%) de los comentarios corresponden a la dimensión de satisfacción de los participantes.

Tabla 4. Nivel 1. Reacción: satisfacción, involucramiento y relevancia

Dimensiones	Categoría	%	Código	%
Satisfacción de los participantes	Contenido	16.9%	Material	7.4 %
			Información	3.2 %
			Actividades	2.1 %
	Instructoras	69.0%	Conocimiento	13.7 %
			Manejo	9.5 %
			HSE	28.4 %
Proceso	14.1%	Dinámico	4.2 %	

	Organizado	6.3 %
Involucramiento	Afectivo	7.4 %
	Interés	5.3 %
Relevancia para el trabajo	Útil	7.4 %
	Aplicable	5.3 %
		100 %

En cuanto al contenido del curso, el 12.7%, refieren que el material que se les proporcionó, los apoyos y los ejemplos, fueron buenos y útiles, como lo muestran los siguientes ejemplos:

*“Me encantan todos los apoyos didácticos que utilizan para dejar mas[sic] claros los temas...”*

*“Muy buenas actividades para el aprendizaje en el trabajo de proyectos”*

En la dimensión de *involucramiento*, destaca el involucramiento afectivo, con el 7.4% de las respuestas, aquí se destacan algunos comentarios respecto a la emoción y el gusto por participar en el curso:

*“Me encantaron las actividades, estaba emocionada como niña chiquita tratando de hacerlas.”*

*“Me encantó ver esa labor que hacemos ahora de lado del alumno...”*

Los profesores también se involucraron en el curso desde el interés por aprender, con el 5.3% (5) de sus respuestas, el curso les pareció interesante o los enriquece, por ejemplo, esta valoración:

*“Este curso me parece una excelente oportunidad para aprender e innovar”.*

En cuanto a *relevancia*, con el 12.6% (12) de los comentarios analizados, los maestros reconocen que el curso STEAM es relevante para su trabajo, encontrándolo útil y aplicable, por ejemplo:

*“Información muy util[sic] al contexto de nuestra escuela.”*

*“Contenido interesante y de acuerdo con nuestra realidad educativa”.*

Además, las tres primeras preguntas abiertas del primer cuestionario, también se utilizaron para categorizar 32 comentarios de los profesores en los que se refieren específicamente a las oportunidades de mejora que vieron en el curso. La Tabla 5, muestra la frecuencia y porcentaje de los comentarios agrupados en las distintas dimensiones.

Tabla 5. Oportunidades de mejora.

<b>Contenido</b>		<b>Instructoras</b>		<b>Proceso</b>	
46.9%		12.5%		40.6%	
Ejercicios de Aplicación	Más información	Atención	HSE	Manejo del Tiempo	Gestión
28.1%	18.8%	3.1%	9.4%	28.1%	12.5%

Del total analizado, la solicitud por ejercicios de aplicación, tiene el 28.1% de las entradas, los docentes externan su deseo de hacer más ejercicios, prácticas y que se les brinden más ejemplos e información. Lo siguiente lo ejemplifica:

*“... más actividades prácticas...”*

*“proporcionar más información respecto al trabajo STEAM dentro de un ABP en educación secundaria”.*

El manejo del tiempo tiene también un alto porcentaje de referencias en los textos, con un 28.1 %, les pareció que las sesiones fueron, muy apresuradas, o se extendieron más allá del tiempo establecido.

Ahora bien, para evaluar el aprendizaje de los docentes en el curso, que corresponde al Nivel 2. Aprendizaje, del modelo NWKM, de Kirkpatrick & Kirkpatrick (2016), se analizaron 155 comentarios, que corresponden a las preguntas 4 y 5 del primer cuestionario, aplicado al final de cada módulo; las respuestas, se muestran en la Tabla 6, según las dimensiones establecidas para este nivel y las categorías objetivo del curso.

Tabla 6. Nivel 2. Aprendizaje

Categorías	Dimensiones				
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Confianza	Compromiso
100%	29.7%	29.7%	17.4%	11.6%	11.6%
<b>Estrategias</b>	45.6 %	39.1 %	29.6 %	66.7 %	38.9 %
<b>HSXXI</b>	15.2 %	60.9 %	37.0 %	27.8 %	27.8 %
<b>Alfabetización</b>	39.1 %	0.0 %	33.3 %	5.6 %	33.3 %
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Nota. HSXXI, significa habilidades del siglo XXI.

En relación al nivel de aprendizaje, los docentes manifiestan haber adquirido mayores conocimientos y habilidades, refiriéndose a ello en un 29.7% de los comentarios para cada una de estas dimensiones. Destaca la confianza en el aprendizaje de estrategias con un 66.7% de las menciones y el aprendizaje sobre las habilidades del siglo XXI, con un 60.9% de las menciones.

A continuación, se presentan algunas de las expresiones de los profesores, con respecto a lo aprendido a cerca de las características de la ciencia, la didáctica de las matemáticas, el aprendizaje basado en proyectos y la importancia de las habilidades del siglo XXI:

*“La ciencia es impredecible, dinámica. La didáctica de las matemáticas permite que haya varias respuestas correctas, invita a considerar el contexto de los estudiantes.”*

*“Los proyectos son transversales. Se pueden abordar desde diversas asignaturas”.*

*“Rescato y valoro la empatía, el trabajo colaborativo, la importancia de seguir preparándonos, sobre todo en este tema tan necesario en la actualidad”.*

El 17.4% (27) de las respuestas, los profesores reconocen haber tenido un cambio en su actitud respecto de las estrategias, las habilidades del siglo XXI y la alfabetización STEAM. Los siguientes comentarios refieren esta distinta perspectiva, respecto del trabajo de equipo, la creatividad y la interrelación entre la ciencia, la tecnología y la ingeniería con la vida cotidiana:

*“...a veces a uno se le cierra el mundo al momento de innovar y aquí nos enseñaron que hay tantas cosas con las cuales presentar nuestras clases.”*

*“...la motivación hacia la posibilidad del trabajo en equipo e interdisciplinario.”*

*“...otra visión, la creatividad en el desarrollo, diseño y planeación de proyectos. Disponibilidad.”*

*“...creo que hoy pude entender cómo la ciencia, la tecnología, la ingeniería, y en fin, la vida cotidiana, están relacionadas entre sí.*

Así mismo, el 11.6% de las respuestas, señalan la confianza de los docentes en que serán capaces de llevar a sus aulas los aprendizajes adquiridos en el curso. En el siguiente comentario, un profesor escribe que, después del curso, se siente más capaz de trabajar por proyectos y usar la tecnología.

*“Me siento más capaz de trabajar con proyectos con mis alumnos, así como en el uso de nuevas aplicaciones tecnológicas.”*

De igual forma, el 11.6% de las respuestas registradas, los profesores declaran la intención de llevar a la práctica, los conocimientos y habilidades adquiridos. Aquí la respuesta de un profesor, quien reconoce que en el curso adquirió conocimientos que puede aplicar y compartir con sus estudiantes:

*“...ahora poseo nuevos conocimientos para aplicarlos y compartirlos con mis alumnos.”*

A partir de las respuestas de los profesores a la sexta pregunta abierta del cuestionario: “Mencione que otros aspectos le hubiera gustado conocer”; en la Tabla 7, se presentan los 47 comentarios que se agruparon de acuerdo con las categorías objetivo del curso.

Tabla 7. Otros aspectos que les hubiera gustado conocer.

	Estrategias		Habilidades	Alfabetización
Cómo aplicarlo	Metodologías	Evaluación STEAM		
65.9 %	17.0 %	4.3 %	4.3 %	8.5 %

Señalan los profesores, 65.9%, que les hubiera gustado conocer cómo aplicar los conocimientos que se impartieron a lo largo de los módulos del curso. Esta inquietud, de cómo aplicarlo o abordarlo en una clase modelo, algunos la exponen de la siguiente forma:

*“Una clase modelo seria excelente.”*

*“A lo mejor un ejemplo de como lo puedo utilizar en la materia que imparto.”*

*“Mayor énfasis en alguna actividad aplicada en secundaria, relacionada con STEM, por parte de algún ponente.”*

*“...estrategias didácticas ,recursos y pasos como docentes que debemos seguir.”*

*“Diseño de instrumentos de evaluación pertinentes para evaluar un proyecto.”*

La solicitud final del primer cuestionario aplicado al terminar cada uno de los módulos, corresponde a la pregunta abierta número 7, en donde se les solicitó a los profesores escribieran algún otro comentario o sugerencia. La Tabla 8 muestra un total de 27 respuestas registradas, las cuales se clasificaron en comentarios, 40.7%, y sugerencias, 59.3%, mismas que fueron divididas en lo que refiere al *contenido*, al *proceso* o a las *instructoras*, respectivamente.

Tabla 8. Comentarios y sugerencias.

	Contenido	Proceso	Instructoras	Total
Comentarios	36.4%	18.2%	45.4%	100%
Sugerencias	50.0%	6.2%	43.8%	100%

La mayoría de los comentarios (45.4%), son respecto al proceso, el diseño, desarrollo del curso y la motivación que este les generó; como lo expresa una profesora de la siguiente manera:

*“Me ha agradado el desarrollo que se le ha dado a los módulos, y esto me mantiene motivada a continuar.”*

La mitad (50%) de las sugerencias de mejora del curso, refieren al contenido de el mismo, principalmente inquietudes respecto de la aplicación de los conocimientos:

*“Apoyo en adecuar contenido entre materias.”*

*“Ejemplos en el salón de clase.”*

También, menos de la mitad de las sugerencias (43.8%), se relacionan con el proceso, entre las que destacan las relacionadas al manejo del tiempo, ya sea porque los profesores sienten que el curso va de prisa o porque falta tiempo en cada sesión para ver los temas, como lo expresa el siguiente profesor:

*“Los temas del modulo[sic] fueron interesantes, aunque faltó[sic] tiempo para analizar en forma el proyecto.”*

Ahora bien, para evaluar el tercer nivel del MKNW, Nivel 3. Comportamiento, se utilizó un segundo instrumento, el cuestionario de seguimiento aplicado cuatro meses después de concluido el curso, de los 24 maestros que inicialmente participaron, solo 8 profesores lo respondieron. De ellos, cinco imparten materias de ciencias y matemáticas; y tres profesores imparten otro tipo de asignaturas. La Figura 18 muestra las respuestas en porcentaje de los profesores a la pregunta de ¿En qué medida has incluido en tu planeación?.

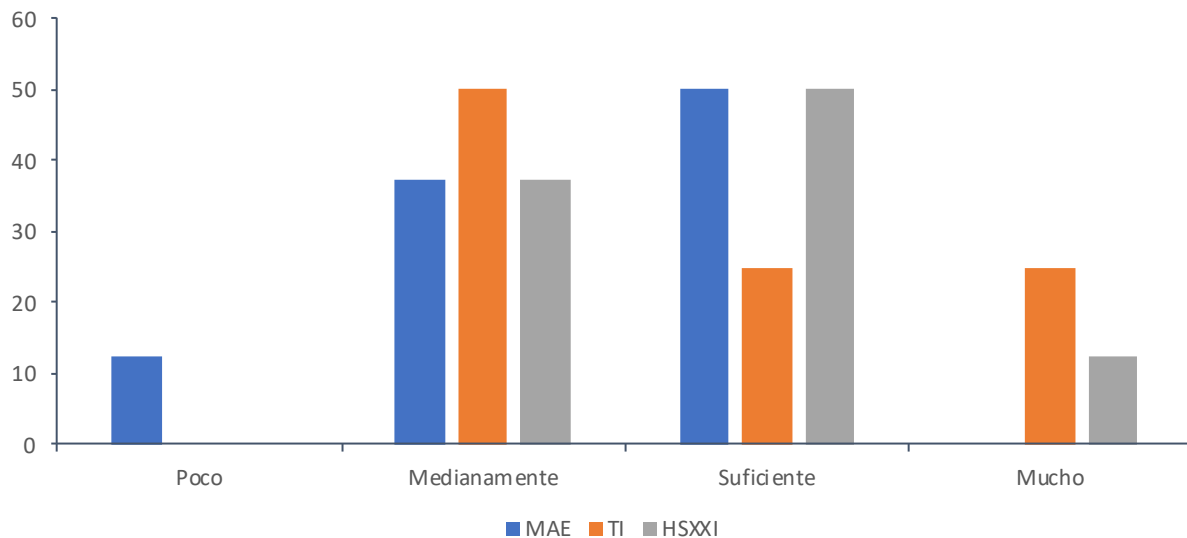


Figura 18. ¿En qué medida has incluido en tu planeación?

Nota. Siglas: HSXXI, habilidades del siglo XXI; TI, tecnologías de la información; MAE, metodologías activas de enseñanza.

En relación con las metodologías activas, la mitad de los profesores (50%) manifestaron haberlas incluido en sus planeaciones de forma suficiente, siendo el aprendizaje basado en proyectos, la más utilizada, seguida por el método científico y la indagación. Como se observa en la Figura 19.

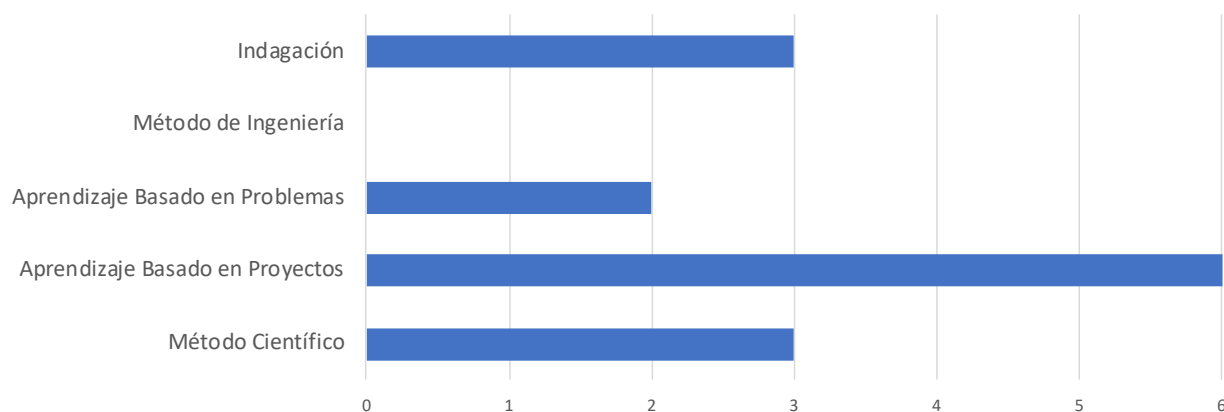


Figura 19. Metodologías activas incluidas en la planeación.

En lo que respecta a las tecnologías de la información, la mitad, 50%, de los profesores manifiestan haberlas incluido: mucho, 25%, en la planeación, y de forma suficiente, 25%. En la Figura 20, se observa que las herramientas tecnológicas que más emplearon en sus planeaciones fueron el Kahoot! y el Padlet; cabe mencionar que estos dos recursos fueron vistos a detalle durante el curso.

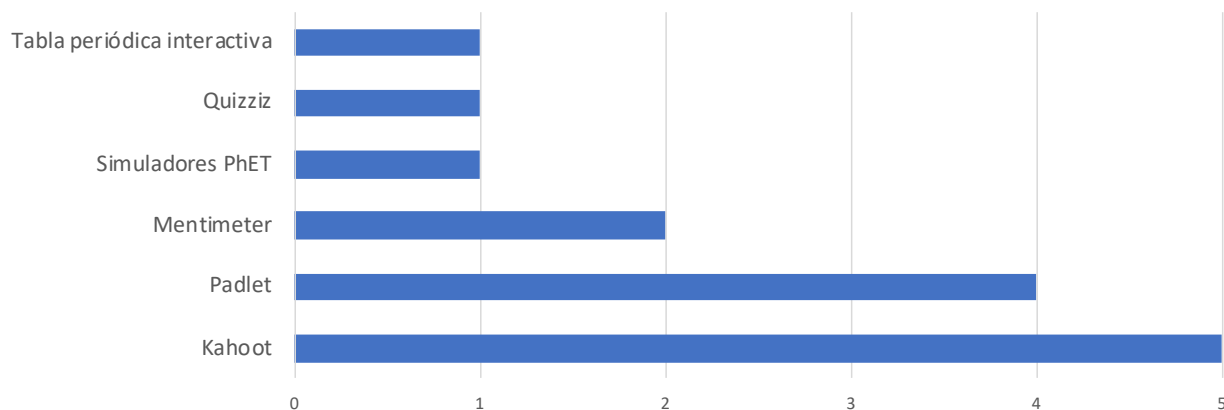


Figura 20. Tecnologías de la información incluidas en la planeación.

En lo que respecta a las habilidades del siglo XXI, el 62.5% de los maestros considera que han incluido mucho y suficiente estas habilidades de forma intencional en su planeación. En este sentido, en la Figura 21, se observa que las habilidades que integraron en sus planeaciones en mayor medida, fueron el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración.

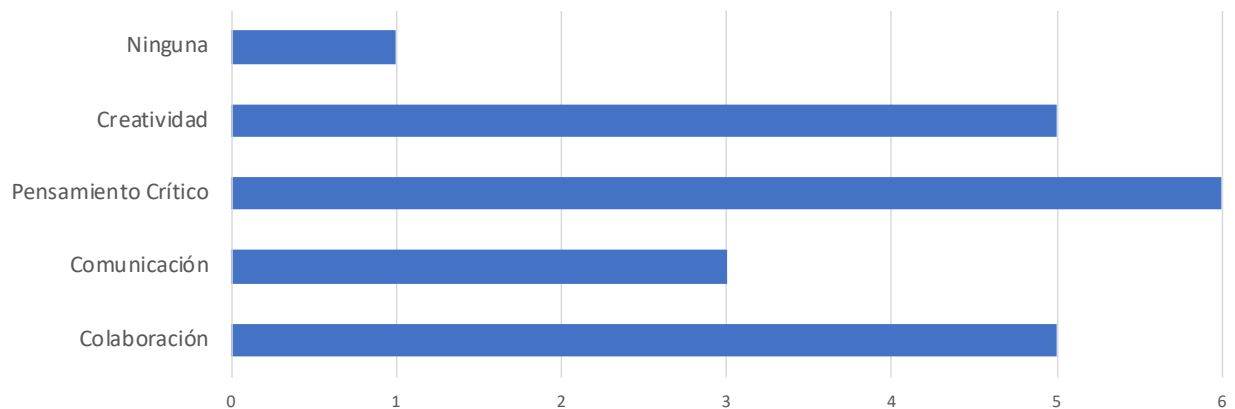


Figura 21. Habilidades del siglo XXI incluidas en la planeación.

### 4.3 Marie Curie Lab STEAM Room

Para responder al último y cuarto objetivo del estudio: diseñar y validar orientaciones didácticas basadas en el modelo STEAM para la enseñanza de la ciencia en la Educación Media Superior, se presentan los resultados de la evaluación por parte de los participantes en la implementación del escape room educativo.

La primera sección del instrumento registró los datos generales de los encuestados. De los 53 participantes, 44 respondieron el cuestionario; de ellos 55% son mujeres y 45% hombres. La distribución por edad fluctuó entre los 13 y los 48 años, con una media de 23.5 años.

En relación con el nivel educativo, el 80% señalaron estudiar en nivel educativo superior, el 9% se encontraban estudiando secundaria, el 7% dijeron pertenecer a otro nivel educativo y 5% en nivel medio superior.

#### 4.3.1 Nivel de Desafío

La segunda sección del cuestionario mide la opinión de los participantes con relación al nivel de desafío percibido, se realizaron cinco preguntas bajo una escala Likert de cinco puntos. En la

primera de ellas se cuestiona: *En qué medida consideras que el Marie Curie Lab STEAM Room ha sido:* 1) Aburrido y 5) Divertido, en la cual el 95.5% lo encontró divertido. La segunda pregunta de esta sección indaga la opinión de los participantes en relación con el nivel de dificultad del juego, el 47.7% de los estudiantes consideró que el nivel de dificultad fue *Ni fácil, ni difícil*. La tercera pregunta evaluó la opinión de los participantes respecto de la creatividad del juego, en una escala que va desde 1) Poco creativo hasta 5) Muy creativo, en la cual, el 100% de los encuestados lo consideró muy creativo. Los resultados de esta sección se pueden observar en la Figura 22.

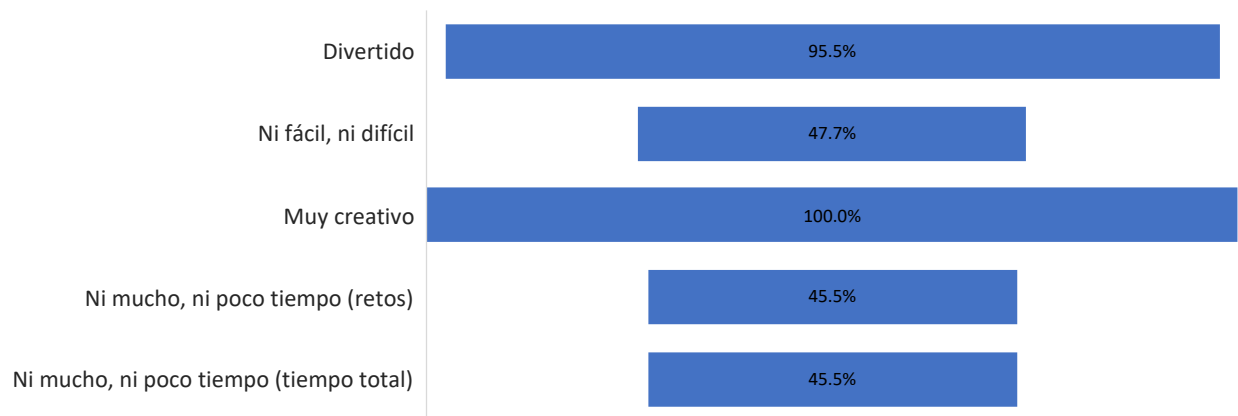


Figura 22. Nivel de desafío percibido.

La cuarta pregunta registró la opinión de los participantes en cuestión del tiempo asignado para resolver los retos; asimismo, la quinta y última pregunta de esta sección, evaluó la opinión de los encuestados sobre el tiempo total de la actividad. En ambos casos se utilizó una escala, donde: 1) Muy poco tiempo y 5) Mucho tiempo. El 45.5% consideró que el tiempo asignado para resolver los retos y el tiempo total de duración de la actividad, fue ni mucho, ni poco tiempo, es decir los tiempos fueron justos, ver la Figura 22.

### 4.3.2 Valoración de la Actividad

En la tercera sección del cuestionario se solicitó a los participantes valorar la actividad, mediante nueve preguntas; siete de ellas fueron medidas con una escala Likert de cinco puntos, más una pregunta dicotómica y una abierta. La primera pregunta mide la frecuencia con la que los participantes están en contacto con este tipo de actividades, en una escala donde 1) Ninguna frecuencia, 5) Muy alta frecuencia; el 69%, señaló que con muy baja frecuencia o ninguna frecuencia participan en actividades como el *escape room* educativo.

El resultado de las siguientes cuatro preguntas de esta sección se midió también en una escala Likert de cinco puntos, 1) Totalmente en desacuerdo, 5) Totalmente de acuerdo. La Figura 23 muestra que el 93.2% de los participantes dijo le gustaría participar con mayor frecuencia en este tipo de actividades, el 97.7% respondió que considera estar totalmente de acuerdo en que esta actividad es una buena manera de repasar los contenidos de las asignaturas escolares, el 70.5% consideró que sus conocimientos previos de química los habían ayudado a resolver los retos y el 95.5% manifestó que las instrucciones se encontraban explicadas con claridad.



Figura 23. Deseos de participación y valoración de la actividad.

La sexta pregunta de esta sección se planteó como una pregunta dicotómica, *¿Has aprendido algo con esta actividad?*, un 97.7% de los participantes respondió que sí aprendió algo. Respecto a la séptima pregunta abierta, *¿Qué has aprendido?*, las respuestas se agruparon en tres categorías: 1) sobre contenidos de química, 2) del trabajo de equipo y 3) de Marie Curie. Se muestran en la Figura 24.

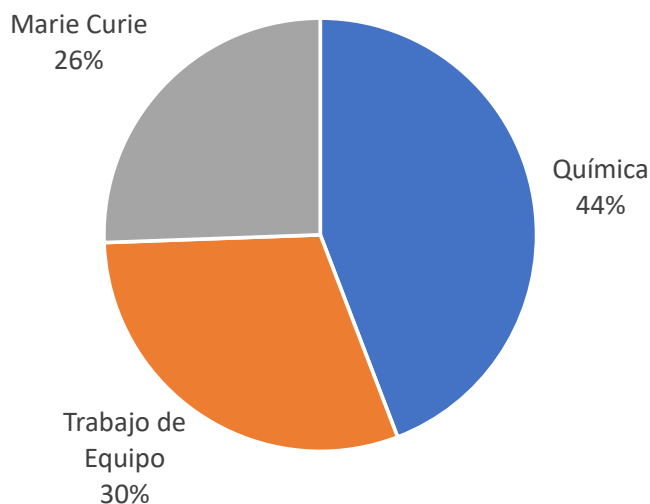


Figura 24. Aprendizajes adquiridos a decir de los participantes.

En la primera categoría, la de mayor porcentaje, 44%, se obtuvieron respuestas como las del siguiente ejemplo: -*“he aprendido un poco sobre los materiales conductores, ejemplo el grafito no tenía idea que era un material que podía conducir electricidad”*, - *“Que existen elementos que se nombran por los continentes”*. En relación con la segunda categoría, más de un cuarto de los participantes, 30%, consideraron haber aprendido algo sobre el trabajo de equipo, y brindaron respuestas como: - *“En trabajar en equipo y en la comunicación”*, - *“El trabajo colaborativo es clave para avanzar”*. Por último, en la tercera categoría, poco más de un cuarto, 26%, consideró que aprendió sobre Marie Curie y brindó respuestas como: - *“Marie Curie*

*estudió en Francia y ganó dos premios Nobel, entre otros datos”, - “Quien descubrió el polonio y radio y Que se utiliza en los rayos x”, - “Un poco de la vida de Marie Curie”.*

La octava pregunta midió la valoración de los participantes en relación con los materiales y recursos, y la novena pregunta valora la experiencia general de los participantes en la actividad; en ambas preguntas se utilizó una escala Likert de cinco puntos, donde 1) Muy baja y 5) Muy alta; a lo que el 97.7%, consideró muy alta la valoración general de su experiencia en la actividad y el 93.2% otorgó una valoración muy alta a los materiales y recursos utilizados.

### **4.3.3 Trabajo en Equipo**

En la cuarta sección del cuestionario se preguntó a los participantes acerca de su experiencia de trabajo en equipo, para ello se plantearon tres preguntas dicotómicas. La primera, *¿Crees que tu equipo ha trabajado en equipo?*, el 100% de los participantes contestó afirmativamente. La segunda pregunta, *¿Cómo crees que ha trabajado tu equipo?*, 95% de los participantes consideró que su equipo había trabajado *conjuntamente para sumar fuerzas y multiplicar el rendimiento*, solo 5% señaló que trabajó *Individualmente para ir más rápido*. De acuerdo con la tercera pregunta, *¿Cómo han llegado a las respuestas?*, el 73% de los participantes indicó que lo hicieron luego de un *proceso de reflexión*, mientras que el 27% lo realizó *por prueba y error*.

### **4.3.4 Oportunidades de mejora**

La quinta sección del cuestionario contempló dos preguntas abiertas. A la pregunta: *¿Qué es lo que más te ha gustado del juego?*, el 26.2% describió que fue el trabajo en equipo y la creatividad, para lo cual expresaron: - *“El trabajo en equipo y la manera en que nos apoyamos*

*para ganar*”, - *“Cada acertijo y su creatividad”*; casi un cuarto, 23.8% confirmó haber gustado de la experiencia de participar en este tipo de actividades: - *“la experiencia en esta actividad porque nunca lo había jugado”*, - *“estuvo muy entretenido y divertido...”*, - *“...la interacción del conocimiento con los juegos”*; el reto de las reacciones químicas fue lo que más le gustó al 16.7%, manifestándolo de la siguiente manera: - *“El de las mezclas”*, - *“Los líquidos que tuvimos que mezclar”*, - *“El de los químicos”*. Finalmente, a la pregunta de *¿Qué es lo que menos te ha gustado o cambiarías del juego?*, el 70.5% declaró que todo les gustó o no cambiarían nada.

Posterior a su participación en la experiencia, y para fines de difusión en redes sociales de la Red STEAM de UABC, se recogieron las declaraciones de algunos profesores, quienes en entrevista comentaron lo siguiente:

*“La situación de innovación es lo más interesante, el asunto de poder desarrollar creatividad... cómo manejes tu capacidad de trabajar incluso con equipos, o cuestiones relacionadas con la ciencia, la tecnología, el arte...”* (Red STEAM, 2022a).

*“...esta experiencia creo que fue de mucho aprendizaje... pones en juego algunos conocimientos y habilidades de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas... además de poder manipular cada uno de los materiales... que vas descubriendo que tienes que abrir cajas... como puedes trabajar en equipo...cuando menos lo piensas estas vivenciado este tipo de conocimientos... es muy importante que el Instituto de Ingeniería se atreva a generar y socializar el conocimiento e incentivar vocaciones... trabajar con jóvenes... motivarlos a que sean nuevos investigadores... es totalmente constructivista y desarrolla las multidisciplinas...”* (Red STEAM, 2022b).

## Capítulo 5. Discusión y conclusiones

Este capítulo está dividido en dos partes, en la primera, se discuten cada una de las tres fases de la investigación: 1) los resultados sobre la percepción STEAM en la Educación Media Superior (EMS), 2) los resultados de la evaluación del Curso Taller STEAM para Docentes (CTSD), 3) los resultados del Marie Curie Lab STEAM Room (MCLSR). Además, se da respuesta a las preguntas planteadas en el primer capítulo de este documento.

La segunda parte del capítulo, la conclusión, está dirigida a argumentar el logro del objetivo general y los objetivos específicos, así como a señalar las futuras líneas de investigación.

### 5.1 Discusión

En este apartado se da respuesta a las preguntas de investigación y se discuten los resultados de cada una de las tres fases de la investigación.

#### *5.1.1 Percepción de STEAM en Educación Media Superior*

En respuesta a la primera pregunta de este estudio: ¿Cuál es la percepción de los estudiantes de educación media superior hacia las disciplinas STEM?, de acuerdo con la exploración de la percepción STEM en la EMS llevada a cabo en esta investigación se encuentra que los estudiantes perciben las disciplinas STEM como importantes, sin embargo, no las perciben en la misma medida como fascinantes, atractivas o apasionantes, lo que sugiere una falta de motivación hacia estas áreas de estudio. Y es que en general la población mexicana, evalúa muy bien a las profesiones científicas y tecnológicas, por encima de otras profesiones (OCDE, 2016; Ortiz, 2020); sin embargo, la mayoría declara no tener interés por cursar una carrera en ciencias o tecnología (INEGI, 2017).

A su vez, cuando se les pregunta a los estudiantes de EMS sobre sus intereses de carrera en las disciplinas STEM, los resultados muestran que existe una diferencia entre el nivel de atracción personal de los estudiantes por estas carreras y el reconocimiento de su importancia. Aunque las perciben como importantes, les parecen muy poco apasionantes o atractivas. Lo cual es preocupante si se considera lo que Michel Rocard anticipaba en 2007, que la capacidad para innovar a largo plazo disminuirá, si no se revierte la tendencia que muestra una disminución en el interés de los jóvenes por las profesiones en ciencia y tecnología (Rocard, 2007); lo declaraba para Europa, pero será válido para cualquier región que no asegure trabajadores STEM calificados con las habilidades necesarias (UNESCO, 2005).

Es así que diversas organizaciones científicas y educativas, recomiendan centrar los esfuerzos en la educación media, cuando los estudiantes reconocen sus fortalezas académicas y desarrollan sus intereses (Kier et al., 2014) y es cuando se ha identificado un cambio de actitudes negativo hacia la ciencia escolar (Â. Vázquez & Manassero, 2011).

Los resultados muestran que hay una disparidad de género en la percepción de las carreras STEM, en donde más hombres que mujeres consideran elegir una carrera en ciencias. Diversas propuestas surgen de la literatura para subsanar estas diferencias, por ejemplo, aumentar los modelos de referencia de mujeres en STEM (Broadley, 2015; Kier et al., 2014; Milgram, 2011; Zachmann, 2018). Así como modificar los estereotipos culturales en relación a las personas, al tipo de trabajo, a los valores y a las habilidades, percibidos por las niñas en su entorno (Cheryan et al., 2015; Verdugo-Castro et al., 2022).

Promover la participación de las mujeres en STEM posibilita una diversidad de perspectivas, enfoques, experiencias y puntos de vista en la toma de decisiones científicas y tecnológicas, lo que a su vez puede ofrecer soluciones más creativas y efectivas a los problemas

complejos (ELSEVIER, 2017). Según la UNESCO (2022) solo un 29% de los puestos de investigación y desarrollo en el mundo son ocupados por mujeres. Aprovechar todo el talento disponible fortalece la capacidad de innovación, investigación y desarrollo tecnológico de un país.

Los resultados a su vez muestran que los hijos de padres con un alto nivel educativo muestran mayor interés por las carreras científicas. A lo que Holmes et al. (2018) encontraron que aquellos estudiantes con un mayor capital cultural familiar es más probable que aspiren a una carrera STEM. En este estudio se observó que a mayor escolaridad del padre, mayor interés en estudiar ciencias, esto sugiere que en las preferencias académicas de los estudiantes puede influir el entorno familiar y el nivel educativo de los padres (Avendaño et al., 2020; Verdugo-Castro et al., 2022).

En lo que a este estudio compete, se consideró que la formación docente en el enfoque STEAM es una estrategia que tiene un impacto significativo para el interés y aprendizaje de las disciplinas STEM, así como en las decisiones de carrera de los estudiantes (Kelley et al., 2020; McKinsey&Company, 2007; OCDE, 2005).

### ***5.1.2 Curso Taller STEAM para Docentes***

Esta sección responde la segunda y tercera preguntas de la investigación, estas son: ¿Qué tipo de contenidos son pertinentes en un taller de formación docente en STEAM para fortalecer la enseñanza de la ciencia en la Educación Media Superior? ¿Cómo evaluar los resultados de la implementación taller de formación docente en la enseñanza de la ciencia, basado en el modelo STEAM?

Con respecto a la tercera pregunta, que sienta las bases para dar respuesta a la segunda, se determinó llevar a cabo la evaluación del Curso Taller STEAM para Docentes (CTSD), utilizando el modelo de Kirkpatrick dada su claridad, sencillez y fácil adaptación. Tomando esto como referencia, la propuesta inicial fue impartir el CTSD en modalidad presencial, no obstante, por motivos de pandemia de COVID-19, se llevó a cabo en línea. Se utilizó la plataforma Meet para llevar a cabo los encuentros síncronos y la plataforma Coursesites By Blackboard para las actividades asíncronas. De acuerdo con Dede et al. (2016), reconocen que a medida que el desarrollo profesional docente se transforma a un trabajo en línea en función a sus ventajas, es importante evaluar lo que funciona y lo que no, y para quién.

Con respecto a la necesidad de evaluar el CTSD, se utilizó el modelo Kirkpatrick y Kirkpatrick (2016), que consta de cuatro niveles: reacción, aprendizaje, comportamiento y resultados. Este modelo se ha empleado con éxito en otras investigaciones para evaluar los cursos de desarrollo profesional docente (Alsalamah & Callinan, 2021; Gairín, 2010; A. Oviedo & Lizárraga, 2022; Tahmasebi et al., 2020). Los resultados de cada nivel se discuten a continuación.

En cuanto al primer nivel, *reacción*, los docentes participantes evaluaron favorablemente el curso según el diseño implementado, en especial la tecnología que se utilizó, los materiales y la gestión a lo largo de cada uno de los módulos y del curso, se involucraron activamente y consideraron que sí podrían implementar en su práctica docente, lo que aprendieron. En este nivel de evaluación, los resultados reportados en la literatura generalmente son muy favorables (A. Oviedo & Lizárraga, 2022); por ejemplo, Küçük (2020) identifica que los programas de formación en STEAM generan en los participantes una actitud positiva sobre su entrenamiento.

En el segundo nivel, *aprendizaje*, los profesores admiten haber adquirido conocimientos y habilidades respecto de la enseñanza de las disciplinas STEM. Así mismo, reconocen haber tenido un cambio en su actitud respecto de las Metodología Activas de Enseñanza (MAE), las Habilidades del Siglo XXI y la alfabetización STEM. Además, señalan confianza y compromiso para llevar a las aulas los aprendizajes adquiridos. En este sentido, docentes con una mejor percepción de STEM será capaces de contagiar a sus estudiantes (OCDE, 2016).

En el tercer nivel del modelo de Kirkpatrick, *comportamiento*, los profesores manifestaron haber incluido en sus planeaciones tanto las Metodologías Activas de Enseñanza (MAE), las habilidades del siglo XXI (HSXXI), así como las Tecnologías de la Información (TI). A lo que Lozano et al. (2018), identifican el uso de las TI por los docentes como una competencia necesaria, Quílez et al. (2017) sugieren que el empleo por parte de los profesores de estas herramientas potenciaría su uso en los estudiantes. Es de señalar, que incluso con un programa corto de DPD, es posible proveer formación e incrementar la capacidad de enseñanza de STEM (Nadelson et al., 2013).

Uno de los hallazgos importantes es haber identificado expresiones de confianza por parte de los profesores respecto de su aprendizaje y su compromiso de llevarlo a la práctica. Los profesores consideran haber adquirido nuevos conocimientos, habilidades y actitudes respecto de STEM. Similarmente, cabe considerar lo que Nadelson et al. (2013) hallaron: un aumento de la eficacia y la percepción de los maestros sobre STEM, luego de haber participado en un programa de DPD, mejoró el rendimiento de los estudiantes.

Por otro lado, en un alto porcentaje, los comentarios de los profesores hacen énfasis en la necesidad de conocer cómo aplicar en su clase el enfoque STEAM, solicitan ejemplos y prácticas educativas que puedan integrar en su planeación curricular. A lo que a Marcelo (2009) también

señala, que el Desarrollo Profesional Docente (DPD) a la vez que el aprendizaje práctico, debe brindar oportunidades para el análisis y la indagación.

Si bien, los profesores poseen una formación en su disciplina, se detecta que encuentran dificultades al ajustar los conocimientos disciplinares al modelo STEAM. Lo anterior, hace patente la necesidad de fortalecer el conocimiento pedagógico del contenido en los programas de formación (Francis, 2005; Garritz & Trinidad, 2006; Gómez et al., 2020; Grossman, 1990; A. Oviedo & Lizárraga, 2022; Shulman, 1986; Stohlmann et al., 2014; Talanquer et al., 2003); atendiendo a este enfoque particular y mediante la aplicación de las distintas Metodologías Activas de Enseñanza (MAE) propuestas para este fin.

En respuesta a la segunda pregunta, a la fecha no hay un consenso generalizado sobre la formación de profesores en STEAM, pero sí existen coincidencias entre las diversas propuestas nacionales e internacionales. Se puede considerar la formación en línea de profesores STEAM como una opción viable en sus diferentes modalidades: síncronos, asíncronos o mixtos, obteniendo las ventajas en flexibilidad de horarios, costos y alcance que las tecnologías actuales pueden brindar. La calidad y el éxito de los programas diseñados dependerán, no tanto de la tecnología empleada para su impartición, como del diseño pedagógico, del contexto, de los participantes, entre otros factores (Fishman, 2016).

Cabe destacar, que se realizó un diseño inicial del CTSD, con contenidos que integran conocimientos de introducción a STEAM, Metodologías Activas de Enseñanza (MAE) con profundización en ABP, creatividad, innovación y emprendimiento y talleres STEAM. De acuerdo con la información obtenida al evaluar según el modelo de Kirkpatrick, será pertinente brindar acompañamiento y guía a los docentes durante la implementación en los centros

educativos, además de mostrar secuencias didácticas que sirvan de referencia, así como ejemplos de instrumentos de evaluación adecuados a este enfoque.

En síntesis, se considera que los contenidos pertinentes en un programa de formación docente en STEAM para fortalecer la enseñanza de la ciencia en la EMS, deben incluir ejemplos de actividades STEAM alineadas al currículo escolar, como lo fue la experiencia educativa de inmersión Marie Curie Lab STEAM Room, que se ajustó a los contenidos curriculares de la asignatura de química en bachillerato.

### ***5.1.3. Marie Curie Lab STEAM Room***

Para responder a la cuarta y última pregunta de este estudio: ¿Son los juegos de escape o *escape room* educativos con orientaciones didácticas basadas en el modelo STEAM, técnicas de aprendizaje pertinentes para fortalecer la enseñanza de la ciencia? Se discuten a continuación, los hallazgos encontrados en la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room (MCLSR).

Los participantes en el MCLSR consideraron que para ellos fue una experiencia divertida y la valoran favorablemente, en general la literatura reporta resultados similares en relación con el disfrute de los estudiantes en este tipo de actividades (Adams et al., 2018; Gómez Urquiza et al., 2019; Peleg et al., 2019; Tajuelo y Pinto, 2021). La mayoría reportó que no es frecuente para ellos este tipo de actividades, y que les gustaría participar más en ellas. A lo que Piñero (2019), reporta que las salas de escape educativas son valiosas experiencias para aprender de un curso o de los compañeros y que son preferidas por los estudiantes sobre una clase tradicional.

De acuerdo con Gómez-Urquiza et al. (2019), el *escape room* es útil en las actividades de aprendizaje, para recordar contenidos y aplicar el conocimiento. Así, los participantes en el

MCLSR aprendieron sobre química, sobre el trabajo de equipo y sobre la vida de Marie Curie. Además de considerar que es una buena manera de repasar los contenidos escolares.

Irene García (2019), subraya que en este modelo de gamificación los participantes se involucran activamente en las tareas, promoviendo la creatividad, la imaginación, el pensamiento lógico y el razonamiento deductivo. En el MCLSR, la totalidad de los participantes consideraron que el *escape room* fue muy creativo, que había durado el tiempo justo, es decir la duración de la actividad fue adecuada para mantener su interés y compromiso. Es así que este tipo de experiencias de aprendizaje fomentan la motivación intrínseca y el contexto de aprendizaje pasa de la obligación a la persuasión (Perotta et al., 2013).

Es de señalar que el tamaño de los grupos es un factor que determina el nivel de involucramiento y participación en un *escape room* (Cain, 2019); a lo que Watermeier y Salzameda (2019) indican que el número de estudiantes debe ser tal que permita a todos participar de la experiencia *hands-on* e interactuar. En el caso del MCLSR el trabajo colaborativo resultó muy bien evaluado por los participantes. Al diseñar estas experiencias para grupos numerosos en los cuales tanto los recursos como el tiempo son escasos, se debe cuidar la calidad de la experiencia personal.

Como lo hacen notar Lathwesen y Belova (2021) la implementación de *escape rooms* en la enseñanza y aprendizaje STEM es un ámbito de rápido crecimiento, en la que se hace necesario establecer principios generales de diseño que permitan sistematizar procesos y evaluar sus resultados. Señalan además que aún hay espacio para la inclusión de mayor tecnología, como la realidad virtual y aumentada, que lleve a profundizar en la investigación de ambientes de aprendizaje inmersivo, en los cuales los límites del espacio prácticamente se desvanezcan.

Es importante reconocer que aplicar este tipo de metodologías activas requiere de los docentes tiempo de planeación para su diseño y operacionalización, lo que se puede lograr a través de un proceso formativo que les permita desarrollar su potencial creativo e innovador (Asunción, 2019). Si se considera que la calidad de la enseñanza y el aprendizajes se integra entre otros aspectos por la innovación educativa (Iglesias et al., 2018), vale la pena considerar lo señalado por Valenzuela (MovimientoSTEM, 2020) cuando establece que para innovar los profesores requieren acompañamiento, apoyo y ver ideas.

A partir de los resultados obtenidos de la implementación del MCLSR, enmarcado dentro de las Metodología Activas de Enseñanza, en este caso la gamificación, se puede concluir que este tipo de actividades basadas en el enfoque STEAM son pertinentes para la enseñanza de la ciencia en la EMS.

## **5.2 Conclusiones**

Finalmente, en este apartado se concluye con la argumentación en relación con el logro del objetivo general que orientó el estudio, una vez que se ha argumentado el logro de los objetivos específicos y se han respondido las preguntas de investigación.

### **Objetivo General:**

Desarrollar un proyecto STEAM integrador inmersivo para fortalecer la enseñanza de la ciencia utilizando metodologías activas e innovadoras que propicien aprendizajes significativos en la Educación Media Superior.

Esta disertación propone describir el valor y las aportaciones de un proyecto STEAM inmersivo que integra a los dos protagonistas del acto educativo, el docente y el estudiante, en el entorno de la enseñanza de la ciencia, que, bajo el enfoque STEAM, plantea diversos retos. Siendo los docentes figuras de referencia para los estudiantes se vuelven uno de los puntos más

sensibles en el engranaje educativo. Asegurar su formación en este enfoque les permite aumentar las posibilidades de incidir positivamente sobre la percepción de STEM de los estudiantes y su desempeño.

Los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la percepción de STEAM en los estudiantes de EMS, muestran que perciben las disciplinas STEM como importantes, pero no las consideran como una posibilidad de desarrollo profesional. También se identifica la diferencia sobre intereses de carrera según el género y el nivel de escolaridad de los padres, es menor el interés en carreras STEM para las mujeres y es mayor el interés en carreras STEM en hijos de padres con mayores niveles de escolaridad. Se puede concluir que los estudiantes de EMS reconocen la importancia de las disciplinas STEM, aunque se identifican obstáculos en cuanto a su percepción de atracción y pasión por estas áreas.

Estos hallazgos destacan que los aspectos motivacionales y las influencias socioculturales son aspectos que es necesario considerar al promover la participación y el interés de los estudiantes de EMS en las carreras STEM.

Es deseable el diseño de políticas públicas que permitan mejorar la enseñanza de las disciplinas STEM, para prevenir que se revierta la capacidad de innovación y promover el desarrollo de HSXXI en los estudiantes y la alfabetización científica de la sociedad, mediante la formación de docentes en la implementación curricular de las metodologías activas de enseñanza propias del enfoque educativo STEAM. Una acción fundamental, dadas las evidencias que relacionan la calidad de la enseñanza con el aprendizaje, así como por el papel que juegan los docentes, tanto en la percepción de STEM, como en los intereses de carrera en los estudiantes de EMS.

Es así como, en la segunda fase de la investigación, se diseñó, implementó y evaluó utilizando el modelo de Kirkpatrick, un curso taller de formación docente en este enfoque educativo. La implementación a distancia del curso da prueba de la factibilidad de esta modalidad para la formación de docentes en STEAM, con la consecuente optimización de recursos humanos y materiales. Además de que un docente hábil en el manejo de las tecnologías de la información potenciará su uso en los estudiantes.

Así los profesores participantes en el CTSD manifestaron haber adquirido nuevos conocimientos, habilidades y actitudes respecto del enfoque STEAM para la enseñanza de la ciencia, la tecnología y las matemáticas. Entre los hallazgos de la evaluación de este curso, destacan las expresiones de confianza por parte de los profesores respecto de los aprendizajes STEAM adquiridos y el compromiso de llevarlos a la práctica, y según los resultados de esta investigación, en efecto, los profesores implementaron lo aprendido en sus clases.

Se encontró también que los profesores solicitaron más ejemplos prácticos del uso de las metodologías activas de enseñanza. A partir de lo cual y a manera de ejemplo, en la tercera fase de esta investigación, se creó una propuesta de gamificación, una experiencia inmersiva utilizando el concepto del *escape room*.

Los resultados sugieren que los juegos de escape educativos con orientaciones didácticas basadas en el modelo STEAM son técnicas de aprendizaje pertinentes para fortalecer la enseñanza de la ciencia. Los participantes en el MCLSR encontraron la experiencia divertida, creativa y útil para repasar los contenidos escolares y fortalecer sus conocimientos de química. Consideraron también que aprendieron sobre la vida de Marie Curie y sobre el trabajo colaborativo, lo que destaca la posibilidad de integrar elementos interdisciplinarios propios de STEAM. Expresaron también su deseo de participar más en este tipo de actividades, lo que pone

de manifiesto su interés hacia propuestas activas innovadoras, inmersivas, interactivas y lúdicas para el aprendizaje de la ciencia.

Estos hallazgos respaldan la efectividad y viabilidad de este enfoque para fortalecer la enseñanza de la ciencia.

***En conclusión***, el desarrollo de este proyecto STEAM integrador inmersivo para fortalecer la enseñanza de la ciencia utilizando metodologías activas e innovadoras que propicien aprendizajes significativos en la EMS, da cuenta del potencial intelectual que poseen las universidades para movilizar y transferir el conocimiento, e implementar los últimos avances de la investigación sobre la enseñanza de la ciencia bajo el enfoque STEAM, al servicio y formación de los docentes y estudiantes de la sociedad.

Esta investigación genera un proyecto que integra aportaciones tanto al desarrollo y evaluación de programas de formación docente en STEAM, como al desarrollo e implementación de modelos de enseñanza innovadores que fomentan el desarrollo de HSXX y el aprendizaje activo de la ciencia.

Finalmente, y como resultado del estudio se diseñó, implementó y evaluó un recurso educativo STEAM para la enseñanza de la ciencia en EMS, que resultó un material accesible y relevante, tanto para los docentes como para los estudiantes.

### ***Futuras líneas de investigación***

Si bien una investigación responde a las preguntas planteadas al inicio y al logro de los objetivos propuestos, también es cierto que abre camino a nuevas interrogantes que pueden surgir de los hallazgos o de los elementos que no se exploraron o profundizaron dada la naturaleza del estudio planteado.

En este sentido, se observa que la investigación sobre la educación con enfoque STEAM y su aplicación para fortalecer la enseñanza de la ciencia en la Educación Media Superior en el contexto mexicano, aún es limitada. Sería deseable contar con mayor cantidad de información que guíe la toma de decisiones en materia de normatividad educativa.

Dada la importancia del papel del docente en la percepción de STEM y los intereses de carrera de los estudiantes de EMS (EEMS), es deseable investigar mediante el uso de modelos de evaluación validados, el impacto de los programas de desarrollo profesional docente en STEAM en la percepción de STEM de los estudiantes de EMS, el desempeño académico y los intereses de carrera que permita el diseño de políticas adecuadas para optimizar el destino de los recursos.

Hacer estudios longitudinales de seguimiento a los estudiantes de EMS en México, para identificar: a) factores asociados a sus decisiones de elección de carrera, b) percepción de STEM y c) percepción de autoeficacia en las disciplinas STEM durante su paso por EMS, con la finalidad de obtener información que guíe el diseño de programas de formación docente.

Por otro lado, existe aún escasa información acerca de los efectos en el desempeño académico y el desarrollo de las HSXXI a partir de la aplicación de metodología activas para la enseñanza de la ciencia en la EMS.

## Referencias

- Acosta de Mavárez, A. (2022). Educación, emprendimiento, responsabilidad social y crecimiento económico: Pilares fundamentales para el desarrollo en América Latina... *Revista de Ciencias Sociales (RCS), Especial 6*, 10-16.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8598038>
- Acuña, M. (2022, agosto 26). *Modelo de Evaluación Kirkpatrick: Midiendo eLearning en las organizaciones*. EVirtualplus. <https://www.evirtualplus.com/modelo-de-evaluacion-kirkpatrick/>
- Adams, V., Burger, S., Crawford, K., & Setter, R. (2018). Can You Escape? Creating an Escape Room to Facilitate Active Learning. *Journal for Nurses in Professional Development*, 34(2), E1-E5. <https://doi.org/10.1097/NND.0000000000000433>
- Aguilera, D., García-Yeguas, A., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2022, abril 18). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RUBESTEM). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 97, 11-34.  
<https://recyt.fecyt.es/index.php/RIFOP/article/view/92409>
- Aguilera, D., Gómez, J. L. L., Perales-Palacios, J., & Vílchez-González, J. M. (2021). Objetivos de la educación STEM. Revisión sistemática. *XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021*, 5. [https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso\\_compressed.pdf](https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf)
- Allan, A. (2018). *Escape the classroom: Basic puzzles*. RSC Education.  
<https://edu.rsc.org/ideas/escape-the-classroom-basic-puzzles/3009832.article>

- Alsalamah, A., & Callinan, C. (2021). Adaptation of Kirkpatrick's Four-Level Model of Training Criteria to Evaluate Training Programmes for Head Teachers. *Education Sciences*, 11(3), 116. <https://doi.org/10.3390/educsci11030116>
- Alvarez, A. (2021). The Perspectives and Experiences of Families from Mexican Immigrant Backgrounds with Collaborative Project-based Learning in their Children's Bilingual Classroom. *Journal of Latinos and Education*, 0(0), 1-16. <https://doi.org/10.1080/15348431.2021.1935257>
- Álvarez-Risco, A. (2020). Clasificación de las Investigaciones. *Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas. Universidad de Lima*, 5. <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Académica%202020%2818.04.2021%29%20-%20Clasificación%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Anton, B. (2020). *Marco de Cooperación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible 2020-2025*. <https://mexico.un.org/sites/default/files/2021-11/ONU-Mexico-Marco-de-Cooperacion-2020-2025.pdf>
- AP STEM. (2019). *Visión STEM Para México*. <https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>
- Asunción, S. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 7(1), 65-80. <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.27>
- Avendaño, K. C. A., & Magaña, D. E. M. (2018). Elección de carreras universitarias en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): Revisión de la literatura. *Revista*

- Interamericana de Educación de Adultos*, 40(2), 154-173.  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/4575/457556293008/html/index.html>
- Avendaño, K. C. A., Magaña, D. E. M., & Flores, P. F. (2020). Influencia familiar en la elección de carreras STEM (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en estudiantes de bachillerato. *Revista de Investigación Educativa*, 38(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.6018/rie.366311>
- Balka, D. (2011). Standards of Mathematical Practice and STEM. *The Math Science Connector*, 6-7. <https://www.ssma.org/assets/docs/MathScienceConnector-summer2011.pdf>
- Battelle for Kids. (2019). *P21 Frameworks & Resources | Battelle for Kids*.  
<https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Becker, G. (2009). *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education* (Third Edition. Kindle). The University of Chicago Press.
- Benito, Á., & Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior: En el espacio europeo de educación superior*. Narcea Ediciones.
- Biggin, R. (2017). *Immersive Theatre and Audience Experience*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62039-8>
- Bonwell, C., & Eison, J. (1991). *Active Learning; Creating Excitement in the Classroom*. School of Education, George Washington Univ. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>
- Borrego, C., Fernández, C., Blanes, I., & Robles, S. (2017). Room escape at class: Escape games activities to facilitate the motivation and learning in computer science. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 162. <https://doi.org/10.3926/jotse.247>

- Boss, S., & Larmer, J. (2018). *Project Based Teaching. How to create rigorous and engaging learning experiences* (1a ed.). ASCD. Buck Institute for Education.
- Botero, J. (2018). *Educación STEM: Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender* (1a ed.). STEM Educación. Colombia.
- Broadley, K. (2015). Entrenched gendered pathways in science, technology, engineering, and mathematics: Engaging girls through collaborative career development. *Australian Journal of Career Development*, 24(1), 27-38.  
<https://doi.org/10.1177/1038416214559548>
- CAD. (2018). *Cuestionario de Evaluación de los Módulos*. Coordinación de Actualización Docente. Secretaría de Extensión Académica. FQ UNAM.
- Cain, J. (2019). Exploratory implementation of a blended format escape room in a large enrollment pharmacy management class. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 11(1), 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.09.010>
- Cerinsek, G., Hribar, T., Glodez, N., & Dolinsek, S. (2013). Which are my Future Career Priorities and What Influenced my Choice of Studying Science, Technology, Engineering or Mathematics? Some Insights on Educational Choice—Case of Slovenia. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2999-3025.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2012.681813>
- Chávez, A. (2018). La Utilización de una Metodología Mixta en la Investigación Social. En K. Delgado, F. Gadea, & S. Vera (Eds.), *Rompiendo Barreras en la Investigación*. Editorial Utmach.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12500/1/RompiendoBarrerasEnLaInvestigacion.pdf>

- Cheryan, S., Master, A., & Meltzoff, A. N. (2015). Cultural stereotypes as gatekeepers: Increasing girls' interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes. *Frontiers in Psychology, 6*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00049>
- Chu, H.-E., Martin, S. N., & Park, J. (2018). A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*(7), 1251-1266. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>
- Couso, D. (2017a). Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària, 34*, 22. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.404>
- Couso, D. (Director). (2017b, mayo 5). *Digna Couso—Por qué estamos en STEAM*. [https://www.youtube.com/watch?v=zXZinK\\_im6E](https://www.youtube.com/watch?v=zXZinK_im6E)
- Crisp, G., Nora, A., & Taggart, A. (2009). Student Characteristics, Pre-College, College, and Environmental Factors as Predictors of Majoring in and Earning a STEM Degree: An Analysis of Students Attending a Hispanic Serving Institution. *American Educational Research Journal, 46*(4), 924-942. <https://doi.org/10.3102/0002831209349460>
- Cruz, G. (2009). El diferencial semántico: Un espacio universal de orden psicológico. *Signos Lingüísticos, 5*(09), Article 09. <https://signoslinguisticos.izt.uam.mx/index.php/SL/article/view/121>
- De la Fuente Arias, J., Vera Martínez, M. M., & Cardelle-Elawar, M. (2018). Aportaciones de la Psicología de la Innovación y del Emprendimiento a la Educación, en la Sociedad del Conocimiento. *Electronic Journal of Research in Education Psychology, 10*(28), 941-966. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v10i28.1544>

- Dede, C., Eisenkraft, A., Frumin, K., & Hartley, A. (2016). *Teacher Learning in the Digital Age: Online Professional Development in STEM Education*. Harvard Education Press.
- Dell'Erba, M. (2019). *Policy Considerations for STEAM Education*. <https://www.ecs.org/wp-content/uploads/Policy-Considerations-for-STEAM-Education.pdf>
- Delors, J. (1996). *La Educación: Encierra un Tesoro; informe a la UNESCO de la Comisión Internacional Sobre la Educación para el Siglo XXI*.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000187502>
- DOF. (2019). *Diario Oficial de la Federación. ACUERDO número 20/11/19 por el que se modifica el diverso número 12/10/17 por el que se establece el plan y los programas de estudio para la educación básica: Aprendizajes clave para la educación integral*.  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5578281&fecha=08/11/2019&print=true](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578281&fecha=08/11/2019&print=true)
- Domènech, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 154.  
<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>
- ECBI-CHILE. (2015). *Método indagatorio*. <http://www.ecbichile.cl/home/metodo-indagatorio/>
- Elayyan, S. (2021). The future of education according to the fourth industrial revolution. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 4(1).  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1102836>
- ELSEVIER. (2017). *Gender in the Global Research Landscape*.  
[https://www.elsevier.com/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/265661/ElsevierGenderReport\\_final\\_for-web.pdf](https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0008/265661/ElsevierGenderReport_final_for-web.pdf)

- Estudiante, A., & Dietrich, N. (2020). Using Augmented Reality to Stimulate Students and Diffuse Escape Game Activities to Larger Audiences. *Journal of Chemical Education*, 97(5), 1368-1374. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00933>
- Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. John Wiley & Sons.
- Feldman, A. (2015, junio 16). STEAM Rising. *Slate*.  
<https://slate.com/technology/2015/06/steam-vs-stem-why-we-need-to-put-the-arts-into-stem-education.html>
- Ferrando, L., & Epifanio, I. (2021). Visibilización de mujeres matemáticas mediante un escape room virtual. En A. Vico, L. Vega, & O. Buzón (Eds.), *Entornos virtuales para la educación en tiempos de pandemia: Perspectivas metodológicas*.  
[https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/197490/Ferrando\\_2021\\_visibilizacion.pdf?sequence=1](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/197490/Ferrando_2021_visibilizacion.pdf?sequence=1)
- Fishman, B. (2016). Possible Futures for Online Teacher Professional Development. En C. Dede, A. EinsenKraft, K. Frumin, & Hartley (Eds.), *Teacher Learning in the Digital Age: Online Professional Development in STEM*. Harvard Education Press.
- Fitzgerald, M. S. (2020). Overlapping Opportunities for Social-Emotional and Literacy Learning in Elementary-Grade Project-Based Instruction. *American Journal of Education*.  
<https://doi.org/10.1086/709545>
- Francis, S. (2005). El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Actualidades Investigativas en Educación*, 5(2).  
<https://doi.org/10.15517/aie.v5i2.9139>
- Funk, C., & Parker, K. (2018). *Women and Men in STEM Often at Odds Over Workplace Equity*.

- Gairín, J. S. (2010). La Evaluación del Impacto en los programas de formación. *Revista Iberoamericana sobre la Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8(5), 26.  
<http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol8num5/art1.pdf>
- Gamboa-Salcedo, T., García-Durán, R., & Peña-Alonso, Y. R. (2012). Traducción al español y análisis de confiabilidad del inventario de estilos de aprendizaje de Vermunt en residentes de pediatría. *Investigación en Educación Médica*, 1(2), 57-63.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3497/349736303003.pdf>
- García, C., Montero, G., Coronado, M., & Montes, D. (2017). El Derecho Intelectual y su Relevancia en las Investigaciones Universitarias. En A. Buenrostro (Ed.), *Propiedad Intelectual: Su regulación en la universidad pública mexicana* (pp. 443-454).
- García Fuentes, O., Raposo Rivas, M., & Martínez Figueira, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: Una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191-202. <https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- García-Tudela, P. A., Solano, I. M., & Sánchez-Vera, M. D. M. (2019). Escape room como estrategia metodológica para trabajar la inclusión en 3º de Educación Primaria. *Publicaciones*, 49(5), 53-73. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v49i5.8729>
- Garritz, A., & Trinidad, R. (2006). El conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia. *Educación Química*, 17(4e), 236.  
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66013>
- Gómez, M. G., Boumadan, M. H., Poyatos, C. D., & Soto, R. (2020). Formación docente en línea a distancia. Un análisis de los perfiles y la opinión de los profesores. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.6018/reifop.423001>

- Gómez-Urquiza, J. L., Gómez-Salgado, J., Albendín-García, L., Correa-Rodríguez, M., González-Jiménez, E., & Cañadas-De la Fuente, G. A. (2019). The impact on nursing students' opinions and motivation of using a "Nursing Escape Room" as a teaching game: A descriptive study. *Nurse Education Today*, 72, 73-76.  
<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.018>
- González, O. H. (2021). *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen*. <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v37n3/1561-3038-mgi-37-03-e1442.pdf>
- Gras, M., Alí, C., & Segura, L. (2021). *Estrategia Educación STEM para México. Visión de Éxito Intersectorial de los cuatro Ejes Estratégicos* (L. Mondragón, Ed.). Movimiento STEM. [https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/Visio%CC%81n-de-E%CC%81xito-Intersectorial.-Cuatro-Ejes-Estrat%C3%A9gicos\\_Movimiento-STEAM.pdf](https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/Visio%CC%81n-de-E%CC%81xito-Intersectorial.-Cuatro-Ejes-Estrat%C3%A9gicos_Movimiento-STEAM.pdf)
- Grossman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Corwin Press.
- Herrera, M. C., Larrubia, M. Á., Cortés-Reyes, M., & Molina-Ramírez, S. (2022). *Salvar a la Dra. Arnold: Un escape room para Ingeniería Química*.
- Holmes, K., Gore, J., Smith, M., & Lloyd, A. (2018). An Integrated Analysis of School Students' Aspirations for STEM Careers: Which Student and School Factors Are Most Predictive? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 655-675.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-016-9793-z>

- Iglesias, M. J., Lozano, I., & Roldán, I. (2018). La calidad e innovación educativa en la formación continua docente: Un estudio cualitativo en dos centros educativos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 77(1), 13-34. <https://doi.org/10.35362/rie7713090>
- IMCO. (2022a). *Índice de Competitividad Internacional 2022*. <https://imco.org.mx/indice-de-competitividad-internacional-2022/#:~:text=M%C3%A9xico%20obtuvo%20la%20posici%C3%B3n%2037,a%20las%20otras%2042%20econom%C3%ADas>.
- IMCO. (2022b). *Las 10 carreras profesionales mejor pagadas*. <http://imco.org.mx/comparacarreras/#!/ranking/mejor-pagadas/2022/1>
- INAI. (2019). *Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030*. [https://micrositios.inai.org.mx/gobiernoabierto/en/wp-content/uploads/2019/10/Estrategia\\_Nacional\\_Implementacion\\_Agenda\\_2030.pdf](https://micrositios.inai.org.mx/gobiernoabierto/en/wp-content/uploads/2019/10/Estrategia_Nacional_Implementacion_Agenda_2030.pdf)
- INEGI. (2017). *Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2017*. [https://www.inegi.org.mx/programas/enpecyt/2017/#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/enpecyt/2017/#Datos_abiertos)
- Jefatura de la Oficina de la Presidencia. (2019). *Estrategia Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en México*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/514075/EN-A2030Mx\\_VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/514075/EN-A2030Mx_VF.pdf)
- Kantis, H., & Angelelli, P. (2020). *Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina. Importancia, desafíos y recomendaciones para el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Kelley, T. R., Knowles, J. G., Holland, J. D., & Han, J. (2020). Increasing high school teachers self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of

- practice. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 14.  
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00211-w>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kim, D., & Bolger, M. (2016). Analysis of Korean Elementary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 587-605.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-015-9709-3>
- Kirkpatrick, D. (1959). Techniques for evaluating training programs. *Journal of the American Society of Training Directors*, 13(3), 21-26.
- Kirkpatrick, J., & Kirkpatrick, W. (2019). *An Introduction to the New World Kirkpatrick® Model*. 16. <https://www.kirkpatrickpartners.com/wp-content/uploads/2021/11/Introduction-to-the-Kirkpatrick-New-World-Model.pdf>
- Kirkpatrick, J., & Kirkpatrick, W. K. (2016). *Four Levels of Training Evaluation*. ATD Pres.
- Krajcik, J., Schneider, B., Miller, E. A., Chen, I.-C., Bradford, L., Baker, Q., Bartz, K., Miller, C., Li, T., Codere, S., & Peek-Brown, D. (2023). Assessing the Effect of Project-Based Learning on Science Learning in Elementary Schools. *American Educational Research Journal*, 60(1), 70-102. <https://doi.org/10.3102/00028312221129247>
- Küçük, B. D. (2020). The Opinions of Mathematics Teacher Candidates Who Have Received a STEM Training on STEM and the Activities they Designed in the Class. *Athens Journal of Education*, 8, 1-17. <https://doi.org/10.30958/aje.X-Y-Z>

- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning*. ASCD.
- Lathwesen, C., & Belova, N. (2021). Escape Rooms in STEM Teaching and Learning—Prospective Field or Declining Trend? A Literature Review. *Education Sciences*, 11(6), 308. <https://doi.org/10.3390/educsci11060308>
- Llorens, F., Gallego, F. J., Villagrà, C. J., Compañ, P., Satorre, R., & Molina, R. (2016). Gamificación del Proceso de Aprendizaje: Lecciones Aprendidas. *VAEP-RITA*, 4(1), 8. <https://core.ac.uk/download/pdf/78635752.pdf>
- Lozano, O. R., Orquín, I., Segura, C., & Thibaut, E. (2017). *CEFIRE específico CTEM: un Centro de Formación del Profesorado Específico de Ámbito Científico, Tecnológico y Matemático. Experiencia piloto en la Comunidad Valenciana*. 282-285. [https://www.academia.edu/es/34253966/ICETIC\\_FullPapers\\_pdf](https://www.academia.edu/es/34253966/ICETIC_FullPapers_pdf)
- Lozano, O. R., & Sánchez, A. (2021). Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química. *Educación Química*, 32(5), 59. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78989>
- Luelmo, M. J. (2018). Origen y Desarrollo de las Metodologías Activas Dentro del Sistema Educativo Español. *Encuentro Journal*, 27, 4-21. <https://doi.org/10.37536/ej.2018.27.1890>
- Maggio, M. (2018). *Habilidades del Siglo XXI. Cuando el futuro es hoy. Documento básico* (Primera). Santillana. [http://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII\\_Foro\\_Documento\\_Basico\\_WEB.pdf](http://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII_Foro_Documento_Basico_WEB.pdf)

- Marcelo, C. (2009). La evaluación del desarrollo profesional docente. En C. Vélaz de Medrano & D. Vaillant (Eds.), *Aprendizaje y desarrollo profesional docente*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2.  
<https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Martín, O., & Santaolalla, E. (2020). Educación STEM: Formación con «con-ciencia». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 41-46.  
<https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>
- McKinsey&Company. (2007). *Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos*.  
[https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/public%20and%20social%20sector/our%20insights/how%20the%20worlds%20best%20performing%20school%20systems%20come%20out%20on%20top/como\\_hicieron\\_los\\_sistemas\\_educativos.pdf](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/public%20and%20social%20sector/our%20insights/how%20the%20worlds%20best%20performing%20school%20systems%20come%20out%20on%20top/como_hicieron_los_sistemas_educativos.pdf)
- McPherson, M., & Limb, C. J. (2013). Difficulties in the neuroscience of creativity: Jazz improvisation and the scientific method: Difficulties in the neuroscience of creativity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1303(1), 80-83.  
<https://doi.org/10.1111/nyas.12174>
- Mendoza, J. (2020). *Secuencia Didáctica Basada en Metodología STEAM Enfocada en los ODS con Estudiantes del Grado Undécimo del Colegio Americano de Bucaramanga*. [Magíster en Educación, Universidad Autónoma de Bucaramanga].  
[https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12485/2020\\_Tesis\\_Jhon\\_Anderson\\_Mendoza\\_Santos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12485/2020_Tesis_Jhon_Anderson_Mendoza_Santos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Milgram, D. (2011). How to Recruit Women and Girls to the Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 71(3), 4-11.  
<http://www.iwitts.org/images/media/How-To-Recruit.pdf>
- Movimiento STEM. (2021). *Declaratoria STEM+*. <https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/09/Declaratoria-STEM.pdf>
- Movimiento STEM (Director). (2020, junio 25). *Cómo implementar Educación STEAM en Media Superior*. <https://www.youtube.com/watch?v=M2XPV57o1Z0>
- MovimientoSTEM (Director). (2020, junio 25). *Innovación Educativa y Educación STEAM*. <https://www.youtube.com/watch?v=H0uaw1qz1Oo>
- Nadelson, L., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.  
<http://libcon.rec.uabc.mx:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjrs&AN=edsjrs.43824080&lang=es&site=eds-live>
- Navarro, C., & Pérez, I. J. (2021). El escape room como estrategia didáctica en el Máster de Profesorado (Escape room as a didactical strategy in the Master's degree in Teacher Learning). *Retos*, 44, 221-231. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91035>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards. For States. By States*.  
<https://www.nextgenscience.org/>
- Nicholson, S. (2015). *Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities*. <https://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N., & Smith, E. E. (1985). *The teaching of thinking*. L. Erlbaum Associates.

- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (p. 13165). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- OCDE. (2005). *Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers* (P. McKenzie & P. Santiago, Eds.). Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/education/school/34990905.pdf>
- OCDE. (2016). *Nota País México. Resultados de PISA 2015*. <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- OCDE. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias* (Versión preliminar). OECD Publishing. [https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework\\_PRELIMINARY%20version\\_SPANISH.pdf](https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf)
- OCDE. (2019). *Nota País. México. PISA 2018. Resultados*. [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_MEX\\_Spanish.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf)
- Ochoa, L., Valenzuela, A., Gallego, D., & Marquez, F. (2016). *La indagación como estrategia para la educación STEAM: Guía práctica* (Educa STEAM, Ed.; 1a ed.). Organización de los Estados Americanos. <https://recursos.educoas.org/publicaciones/la-indagaci-n-como-estrategia-para-la-educaci-n-steam>
- Oliveros, A. (Coord. ). (2022). *Propuesta de creación del programa educativo Licenciatura en Docencia de las Ciencias*. [http://sriagral.uabc.mx/Secretaria\\_General/consejo/202202/21.pdf](http://sriagral.uabc.mx/Secretaria_General/consejo/202202/21.pdf)
- ONU. (1987). *Nuestro Futuro Común*. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

- ONU. (2015). Educación. *Desarrollo Sostenible*.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Ortiz, Á. (2020). Percepción pública sobre ciencia y tecnología en México: Una aproximación. *Investigación Científica*, 14(2), Article 2.  
<https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/investigacioncientifica/article/view/961>
- Ortiz-Colón, A., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44(0).  
<https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>
- OSC. (2018). *Informe Luz del Espacio de Articulación de la Sociedad Civil para el Seguimiento de la Agenda 2030 en México*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/345484/INFORME\\_LUZ\\_OSC\\_2030\\_FINAL\\_3\\_JULIO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/345484/INFORME_LUZ_OSC_2030_FINAL_3_JULIO.pdf)
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press.
- Osorio, R., & Castro, D. (2021). Aproximaciones a una metodología mixta. *NovaRUA*, 13(22), 65-84. <https://doi.org/10.20983/novarua.2021.22.4>
- Oviedo, A., & Lizárraga, A. (2022). Revisión de la literatura sobre evaluación de la formación continua de docentes en Matemáticas. *Educación Matemática*, 34(1), 131-156.  
<https://doi.org/10.24844/EM3401.05>
- Oviedo, H., & Campo-Arias, A. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n4/v34n4a09.pdf>

- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M., & Blonder, R. (2019). A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun! *Journal of Chemical Education*, 96(5), 955-960. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00406>
- Pérez, M., Couso, D., & Márquez, C. (2021). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), Article 1. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1301](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301)
- Perotta, C., Featherstone, G., Aston, H., & Houghton, E. (2013). *Game-based learning: Latest evidence and future directions*. <https://www.nfer.ac.uk/publications/game01/game01.pdf>
- Pimthong, P., & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.017>
- Piñero, J. (2019). *Análisis sistemático del uso de salas de escape educativas: Estado del arte y perspectivas de futuro*. 40(44), 11. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n44/a19v40n44p09.pdf>
- Puga, L. A., & Jaramillo, L. M. (2015). Metodología activa en la construcción del conocimiento matemático. *Sophía*, 1(19), 291. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.14>
- Quílez, J., Segura, C., Cardeñosa, M., Thibaut, E., Olmo, J., Crespo, R., & Azkárraga, J. M. (2017). Hacia la concreción de un modelo de perfil profesional básico del profesorado de Ciencias, Tecnología y Matemáticas (CTEM). *Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 113. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.6545>
- Red STEAM (Director). (2022a). *Experiencia Escape Room STEAM | By Red STEAM | Facebook*. <https://www.facebook.com/red.steam.mx/videos/experiencia-escape-room-steam/1145452552948229/>

- Red STEAM (Director). (2022b). *Red STEAM - Experiencias en el Escape Room / By Red STEAM / Facebook* [Facebook].  
<https://www.facebook.com/red.steam.mx/videos/experiencias-en-el-escape-room/3249300918681694/>
- Rico, A. D. (2016). La gestión educativa: Hacia la optimización de la formación docente en la educación superior en Colombia. *Sophia*, 12(1), 55.  
<https://doi.org/10.18634/sophiaj.12v.1i.445>
- Riegle-Crumb, C., & King, B. (2010). Questioning a White Male Advantage in STEM: Examining Disparities in College Major by Gender and Race/Ethnicity. *Educational Researcher*, 39(9), 656-664. <https://doi.org/10.3102/0013189X10391657>
- Rocard, M. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (p. 29). <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-27.  
<https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>
- Saw, G. K., & Agger, C. A. (2021). STEM Pathways of Rural and Small-Town Students: Opportunities to Learn, Aspirations, Preparation, and College Enrollment. *Educational Researcher*, 50(9), 595-606. <https://doi.org/10.3102/0013189X211027528>
- Scavone, J. (2018, septiembre 13). *First STEM... Then STEAM...* University of Nevada, Las Vegas. <https://www.unlv.edu/news/article/first-stem-then-steam>
- Schwab, K. (2016). *La Cuarta Revolución Industrial*. Penguin Random House.  
<https://economyapoliticafeunam.files.wordpress.com/2020/05/klaus-schwab.la-4c2b0-rev.-industrial-2.pdf>

- Schwab, K. (2020). La Cuarta Revolución Industrial. *Futuro Hoy*, 1(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.52749/fh.v1i1.1>
- SEMS. (2022). *Rediseño del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*.  
[https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13540/1/images/Rediseno\\_MCCEMS2022.pdf](https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13540/1/images/Rediseno_MCCEMS2022.pdf)
- SEP. (2017a). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Ciencias y Tecnología. Educación Secundaria. Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación*.  
<https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/secundaria/ciencias/1-LpM-sec-Ciencias-y-Tecnologia.pdf>
- SEP. (2017b). *Planes de Estudio de Referencia del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241519/planes-estudio-sems.pdf>
- Sharma, P. (2019). Digital Revolution of Education 4.0. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), 3558-3564. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A1293.129219>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Sotomayor, C., Vaccaro, C., & Téllez, A. (2021). *Aprendizaje Basado en Proyectos. Un Enfoque Pedagógico para Potenciar los Procesos de Aprendizaje Hoy*. Fundación Chile.  
<https://fch.cl/wp-content/uploads/2021/10/ABP-un-enfoque-pedagogico-para-potenciar-aprendizajes.pdf>
- Stohlmann, M. S., Moore, T. J., & Roehrig, G. (2014). The Need for STEM Teacher Education Development. En *STEM Education* (p. 16). Nova Science Publishers, Inc.

- Tahmasebi, M., Adibi, P., Zare-Farashbandi, F., Papi, A., & Rahimi, A. (2020). The educational role of clinical informationist on improving clinical education among medical students: Based on Kirkpatrick model. *Journal of Education and Health Promotion*, 9, 28.  
[https://doi.org/10.4103/jehp.jehp\\_439\\_19](https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_439_19)
- Tajuelo, L., & Pinto, G. (2021). Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 1-12. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2205](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2205)
- Talanquer, V., Novodvorsky, I., Slater, T. F., & Tomanek, D. (2003). A Stronger Role for Science Departments in the Preparation of Future Chemistry Teachers. *Journal of Chemical Education*, 80(10), 1168. <https://doi.org/10.1021/ed080p1168>
- Tyler-Wood, T., Knezek, G., & Christensen, R. (2010). Instruments for Assessing Interest in STEM Content and Careers. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 18(2), 341-363.  
[https://www.researchgate.net/publication/267414391\\_Instruments\\_for\\_Assessing\\_Interest\\_in\\_STEM\\_Content\\_and\\_Careers](https://www.researchgate.net/publication/267414391_Instruments_for_Assessing_Interest_in_STEM_Content_and_Careers)
- UNESCO. (1999). *Declaración sobre la Ciencia y el uso del Saber Científico y Programa en pro de la Ciencia: Marco General de Acción*.  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994_spa)
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Unesco.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141908>
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>

- UNESCO. (2020a). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Hoja de Ruta*.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374896>
- UNESCO. (2021). *UNESCO Science Report 2021: The Race Against Time for Smarter Development*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789210058575>
- UNESCO. (2022). *Los efectos de la IA en la vida laboral de las mujeres—UNESCO Digital Library*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380871>
- UNESCO. (2016). *El Decenio de las Naciones Unidas para la EDS*. UNESCO.  
<https://es.unesco.org/themes/educacion-desarrollo-sostenible/comprender-EDS/decenio-onu>
- UNESCO. (2020b). *Building trust in science essential to the “general interest of humankind” | UNESCO*. <https://www.unesco.org/en/articles/building-trust-science-essential-general-interest-humankind>
- UNESCO. (2023). *Niñas, mujeres y STEM: Cómo la Fundación Ingeniosas ayuda a descubrir vocaciones en ciencias y tecnología en Chile y América Latina | UNESCO*.  
<https://www.unesco.org/es/articles/ninas-mujeres-y-stem-como-la-fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-y>
- UNICEF. (2022). *Las 12 habilidades transferibles del Marco Conceptual y Programático de UNICEF*. UNICEF.  
<https://www.unicef.org/lac/media/30756/file/Las%2012%20habilidades%20transferibles.pdf>
- Vázquez, Â., & Manassero, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(2), 249-268.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001>

- Vázquez, Á. V., & Manasero, M. A. M. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: Análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 264-277.  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2920>
- Ventosa, J. P. (2022, enero 13). El modelo de Kirkpatrick. Fundamentos de evaluación. *Human Performance*. <https://www.hpsconsultores.com/el-modelo-de-kirkpatrick-fundamentos-de-evaluacion/>
- Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M. C., & García-Holgado, A. (2022). Opiniones y percepciones sobre los estudios superiores STEM: Un estudio de caso exploratorio en España. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23.  
<https://doi.org/10.14201/eks.27529>
- Vergne, M. J., Smith, J. D., & Bowen, R. S. (2020). Escape the (Remote) Classroom: An Online Escape Room for Remote Learning. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2845-2848.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00449>
- Watermeier, D., & Salzameda, B. (2019). Escaping Boredom in First Semester General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 961-964.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00831>
- WEF. (2022a). *Global Gender Gap Report 2022*. World Economic Forum.  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GGGR\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2022.pdf)
- WEF. (2022b). *Jobs of Tomorrow: The Triple Returns of Social Jobs in the Economic Recovery*.  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Jobs\\_of\\_Tomorrow\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Jobs_of_Tomorrow_2022.pdf)

- Widarwati, D., Utaminingsih, S., & Murtono. (2021). STEAM (Science Technology Engineering Art Mathematic) Based Module for Building Student Soft Skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1), 012106. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012106>
- Worldskills-OCDE. (2019). *Youth Voice for the Future of Work. Highlights*.  
<https://api.worldskills.org/resources/download/11351>
- Yakman, G. (2008). *STE@M Education: An overview of creating a model of integrative education*. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>
- Zachmann, K. (2018). *Women in STEM: Female Role Models and Gender Equitable Teaching Strategies* [St. Catherine University]. <https://sophia.stkate.edu/maed/272>

## **Anexos**

## Anexo 1. Instrumento: Encuesta de percepción STEAM para estudiantes

### ENCUESTA STEM+A

Este cuestionario tiene 6 partes y está diseñado para evaluar tu percepción acerca de las disciplinas científicas. Te va a tomar alrededor de 5 minutos responderlo. Generalmente la mejor respuesta es tu primera impresión, sin pensarlo demasiado. Tus respuestas serán confidenciales.

Género:  Masculino  Femenino

Grupo: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

Instrucciones: De entre cada par de adjetivos, elige el círculo más próximo a cómo te sientes respecto de cada tema:

Para mi, la CIENCIA es:

1.	fascinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinaria
2.	atractiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractiva
3.	apasionante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionante
4.	insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importante
5.	aburrida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesante

Para mi, las MATEMÁTICAS son:

1.	aburridas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesantes
2.	atractivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractivas
3.	fascinantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinarias
4.	apasionantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionantes
5.	insignificantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importantes

Para mi, la INGENIERÍA es:

1.	atractiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractiva
2.	fascinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinaria
3.	insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importante
4.	apasionante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionante
5.	aburrida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesante

Para mi, la TECNOLOGÍA es:

1.	atractiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractiva
2.	insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importante
3.	aburrida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesante
4.	apasionante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionante
5.	fascinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinaria

Para mi, el ARTE es:

1.	apasionante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionante
2.	insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importante
3.	fascinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinaria
4.	atractiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractiva
5.	aburrida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesante

Para mi, una CARRERA en ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas es:

1.	insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	importante
2.	aburrida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesante
3.	apasionante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no apasionante
4.	fascinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ordinaria
5.	atractiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no atractiva

¡Gracias por tu tiempo!

Adaptado de : STEM v. 2.0 by G. Knezek & R. Christensen 5/2010

## Anexo 2. Instrumento: Evaluación de los Módulos del Curso Taller STEAM Para Docentes

Universidad Autónoma de Baja California  
Instituto de Ingeniería

### Curso Taller STEAM Para Docentes

Módulo 1. Introducción al modelo STEAM

Apreciamos sus comentarios, serán gran de utilidad para la mejora del proyecto. Este cuestionario NO recopila datos de identificación.

¡Gracias por su apoyo!

Evalúe de acuerdo con la siguiente escala de valores

1=Muy bien      2 = Bien      3 = Regular      4 = Mal      5 = Muy mal

#### 1. De las Actividades

Puntualidad en el desarrollo de las actividades.	① ② ③ ④ ⑤
El orden de las actividades fue adecuado para la comprensión del tema.	① ② ③ ④ ⑤
Los apoyos didácticos (videos, presentaciones, etc.) fueron útiles para la comprensión del tema.	① ② ③ ④ ⑤
El contenido del módulo es útil para su práctica docente.	① ② ③ ④ ⑤
El contenido del módulo satisfizo su interés de actualización.	① ② ③ ④ ⑤

#### 1.1 Comentarios o sugerencias para mejorar

#### 2. De los Ponentes

Evalúe a los instructores de este módulo de acuerdo con la escala propuesta.

Dominaban el tema que abordaron durante este módulo.	① ② ③ ④ ⑤
Desarrollaron un ambiente de confianza.	① ② ③ ④ ⑤
Adaptaron la enseñanza a las características del grupo.	① ② ③ ④ ⑤
Motivaron el aprendizaje del tema	① ② ③ ④ ⑤
Dispusieron toda la información para realizar las tareas.	① ② ③ ④ ⑤

#### 2.1 Comentarios o sugerencias para mejorar

**3. De La Tecnología Empleada, Materiales Y Gestión**

Evalúe de acuerdo con la escala propuesta

La tecnología empleada es adecuada para el desarrollo de las actividades propuestas.	① ② ③ ④ ⑤
Se brindaron los materiales y/o archivos de trabajo en tiempo y forma para el desarrollo de las actividades	① ② ③ ④ ⑤
Las herramientas tecnológicas empleadas son adecuadas para el desarrollo de las actividades propuestas	① ② ③ ④ ⑤
La coordinadora se mantuvo pendiente de las necesidades del grupo	① ② ③ ④ ⑤
La coordinadora ha gestionado los problemas o dudas de los participantes	① ② ③ ④ ⑤

**3.1 Comentarios o sugerencias para mejorar**

4. Describa cuáles son los aprendizajes más significativos que usted logró en este módulo.


5. ¿Reconoce alguna diferencia en su actitud respecto a los temas que se abordaron antes y después del desarrollo del módulo?

6. Mencione que otros aspectos le hubiera gustado conocer sobre el tema de este módulo además de lo abordado durante la sesión.

7. Otros comentarios y sugerencias

Adaptado de CAD, FQ, UNAM

### Anexo 3. Instrumento: Aplicación de lo aprendido por parte de los docentes



**Sección 1 de 5**

## Curso Taller STEAM para Docentes. Sec. 9

Como participante del Curso Taller STEAM y con propósitos de investigación científica, te solicitamos atentamente respuestas de forma anónima y confidencial el siguiente cuestionario.

1. ¿En qué medida has incluido en tu planeación las metodologías activas de enseñanza? \*

	0	1	2	3	4	5	
Nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

2. ¿Cuáles de ellas has incluido en tu planeación? \*

- Método Científico
- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Aprendizaje Basado en Problemas
- Método de Ingeniería
- Indagación
- Ninguna
- Otra

6. ¿En qué medida en tu planeación has incorporado el uso de las tecnologías de la información? \*

	0	1	2	3	4	5	
Nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

7. ¿Cuáles de las siguientes has incluido? \*

- Kahoot
- Padlet
- Mentimeter
- Ninguna
- Otra

11. En qué medida has incluido dentro de tu planeación, de forma intencional las Habilidades del Siglo XXI. \*

	0	1	2	3	4	5	
Nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

12. ¿Cuáles de las siguientes Habilidades para el Siglo XXI has incluido en tu planeación? \*  
Puedes elegir más de una.

- Colaboración
- Comunicación
- Pensamiento Crítico
- Creatividad
- Ninguna
- Otra

## Anexo 4. Instrumento: Marie Curie Lab STEAM Room. Valoración de los participantes

### Marie Curie Lab STEAM Room

Participa en el siguiente cuestionario respecto de la actividad.

#### Sección I. Datos Generales

- 1) Edad: \_\_\_\_\_
- 2) Género. Marca una de las siguientes opciones.
  - Femenino
  - Masculino
- 3) Nivel educativo. Marca una de las siguientes opciones.
  - Secundaria
  - Preparatoria
  - Universidad
  - Otro

#### Sección II. Desafío

Para cada una de las siguientes preguntas, elige la opción que se corresponda con tu opinión sobre las diferentes características del STEAM *Room* en el que acabas de participar:

- 4) En qué medida consideras que el STEAM *Room* ha sido...  
Aburrido      ① ② ③ ④ ⑤      Divertido
- 5) En qué medida consideras que resolver los retos del STEAM *Room* ha sido...  
Muy fácil      ① ② ③ ④ ⑤      Muy difícil
- 6) En qué medida consideras que el STEAM *Room* es...  
Poco creativo      ① ② ③ ④ ⑤      Muy creativo
- 7) En qué medida consideras que el tiempo asignado para resolver los retos, ha sido...  
Muy poco tiempo      ① ② ③ ④ ⑤      Mucho tiempo
- 8) En qué medida consideras que el tiempo total que ha durado la actividad en general, ha sido...  
Muy poco tiempo      ① ② ③ ④ ⑤      Mucho tiempo



#### Sección IV. Trabajo en Equipo

Elije la opción que se aproxime mejor a tu respuesta.

18) ¿Crees que tu equipo ha trabajado en equipo?

- Si
- No

19) ¿Cómo crees que ha trabajado tu equipo?

- Individualmente para ir más rápido
- Conjuntamente para sumar fuerzas y multiplicar el rendimiento
- 

20) ¿Cómo han llegado a las respuestas?

- Por prueba y error
- Reflexionando

#### Sección V. Oportunidades de Mejora

21) ¿Qué es lo que más te ha gustado del juego?

---

---

22) ¿Qué es lo que menos te ha gustado o cambiarías del juego?

---

---

Anexo 5. Convocatoria al Marie Curie Lab STEAM Room

**steam**  
U · A · B · C

**Escape Room**

**Adivina cómo. Futuros CSI en el Laboratorio de Marie Curie**

**17 febrero**

**9:00 A.M. 11:00 A.M. 2:00 P.M. 4:00 P.M.**

**Instituto de Ingeniería**

Aula M1, Calle Normal s/n Blvd. Benito Juárez Col. Insurgentes Este, Mexicali, B.C.

**Registro:** <https://forms.gle/N5RxxXCAuV2ahJ2h8>

**Organiza:** Instituto de Ingeniería, STEAM UABC

65 años  
**CONTIGO**  
*somos universidad*



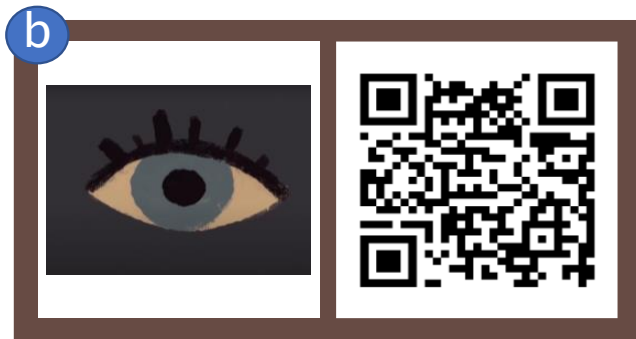
EVENTOS DE ANIVERSARIO • UABC

  Cultura UABC | Consulta el **programa** en: [cultura.uabc.mx](https://cultura.uabc.mx)

## Anexo 6. Videos para la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room



6a. Instrucciones del MCLSR



6b. Trama del MCLSR



6c. Biografía de Marie Curie



6d. Cronómetro del MCLSR

## Anexo 7. Capítulo: Percepción STEAM en Educación Media Superior



# P ERCEPCIÓN SOBRE STEAM (CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA, ARTE Y MATEMÁTICAS) EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

*Atzimba Soto Calderón<sup>1</sup>, María Amparo Oliveros Ruiz<sup>2</sup> y Reyna Isabel  
Roa Rivera<sup>3</sup>*

### RESUMEN

Generalmente los jóvenes deciden qué carrera de educación superior van a elegir cuando cursan la educación media superior, y es en esta donde algunos de ellos tendrán la última oportunidad para estar en contacto de estudio formal con el área STEAM (siglas de *science, technology, engineering, arts* y *mathematics*). El avance de la ciencia y la tecnología y su impacto en el desarrollo de las sociedades requieren ciudadanos con una mínima alfabetización científica, capaces de tomar decisiones informadas. Asimismo, es indispensable la formación de profesionales del área STEAM que puedan enfrentar los retos que el futuro plantea. El objetivo de la

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Correo electrónico: atzimba.soto@UABC.edu.mx.

<sup>2</sup> UABC. Correo electrónico: amparo@uabc.edu.mx.

<sup>3</sup> UABC. Correo electrónico: reyna.roa@uabc.edu.mx.

## Anexo 8. Artículo: Curso Taller STEAM para Docentes. Una Evaluación Formativa



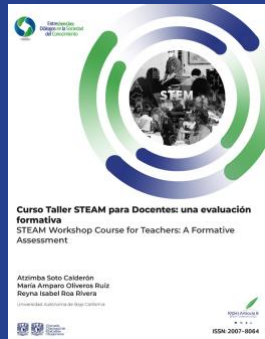
Entreciencias:  
Diálogos en la Sociedad  
del Conocimiento



### Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento

Año 10, Número 24, Artículo 8: 1-19. Enero - Diciembre 2022  
e-ISSN: 2007-8064

<http://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias>



### Curso Taller STEAM para Docentes: una evaluación formativa

STEAM Workshop Course for Teachers: A Formative Assessment

DOI: 10.22201/enesl.20078064e.2022.24.82377  
e24.82377

Atzimba Soto Calderón\*  
<https://orcid.org/0000-0002-1134-9190>  
María Amparo Oliveros Ruiz\*  
<https://orcid.org/0000-0002-5075-6098>  
Reyna Isabel Roa Rivera\*  
<https://orcid.org/0000-0001-7259-3667>

Fecha de recepción: 8 de abril de 2022.  
Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2022.  
Fecha de publicación: 24 de junio de 2022.

\*Autora de correspondencia  
[atzimba.soto@uabc.edu.mx](mailto:atzimba.soto@uabc.edu.mx)

\*Universidad Autónoma de Baja California

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.  
CC-BY-NC-ND



© ENES Unidad León/UNAM

## Anexo 9. Marie Curie Lab STEAM Room. Una experiencia Educativa de Inmersión



José María Oliva Martínez, editor de Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, publicación electrónica de la Universidad de Cádiz, con ISSN 1697-011X, DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc), con Sello de Calidad de la FECYT desde 2014 (C2 en 2022), e incluida, entre otras, en las siguientes bases de datos bibliográficas e índices de revistas: SCIMAGO/SCOPUS (SJR=0.33 en 2023, Q3; CiteScore=1.4), ESCI de la Web of Science (desde 2015), MIAR (ICDS=9.7), ERIH PLUS, así como en CIRC (Calificación B), DIALNET MÉTRICAS (Q1 Educación), QUALIS CAPES (A1 Categoría Ensino), DICE, DOAJ, GOOGLE ACADÉMICO, IRESIE, LATINDEX, REDALYC, EBSCO, REDIB, ULRICH'S, CARHUS Plus+, entre otros.

### HACE CONSTAR:

Que **Atzimba Soto Calderón, Judith Marisela Paz Delgadillo, Patricia Mariela Domínguez Osuna, Larissa Helena Valdez Oliveros, Marcos Alberto Coronado Ortega, María Amparo Oliveros Ruiz, Reyna Isabel Roa Rivera**, son coautores/as del artículo titulado **Marie Curie Lab STEAM Room: una experiencia educativa de inmersión**, que ha sido aceptado para su publicación en la revista y aparecerá en un próximo número de la misma.

Y para que surtan los efectos oportunos, firmo la presente en Cádiz, a 01 de junio de 2023:



José María Oliva Martínez  
Editor de la revista



## Anexo 10. Constancia de Ponencia 2º CIEQ



Sociedad Química de México, A. C.  
otorga la presente

**CONSTANCIA**

a

**Atzimba Soto Calderón, María Amparo Oliveros Ruiz, Reyna Isabel Roa Rivera.**

---

por la Ponencia del trabajo

**Laboratorio en Casa. Celular, yodo, almidón, amilasa**

en el Marco de las actividades del

2º Congreso Internacional de Educación Química- en línea:  
*"La enseñanza de la química en los tiempos COVID y su relación con la divulgación, la historia y la filosofía de la ciencia"*

24 al 27 de noviembre de 2021



Dr. Gabriel E. Cuevas González-Bravo  
Presidente Nacional Electo  
Presidente de Congresos  
Sociedad Química de México, A.C.

M. en C. Rosa María Catalá  
Vice Vocal Académico, Comité Ejecutivo Nacional  
Coordinadora 2º CIEQ- en línea  
Sociedad Química de México, A.C.



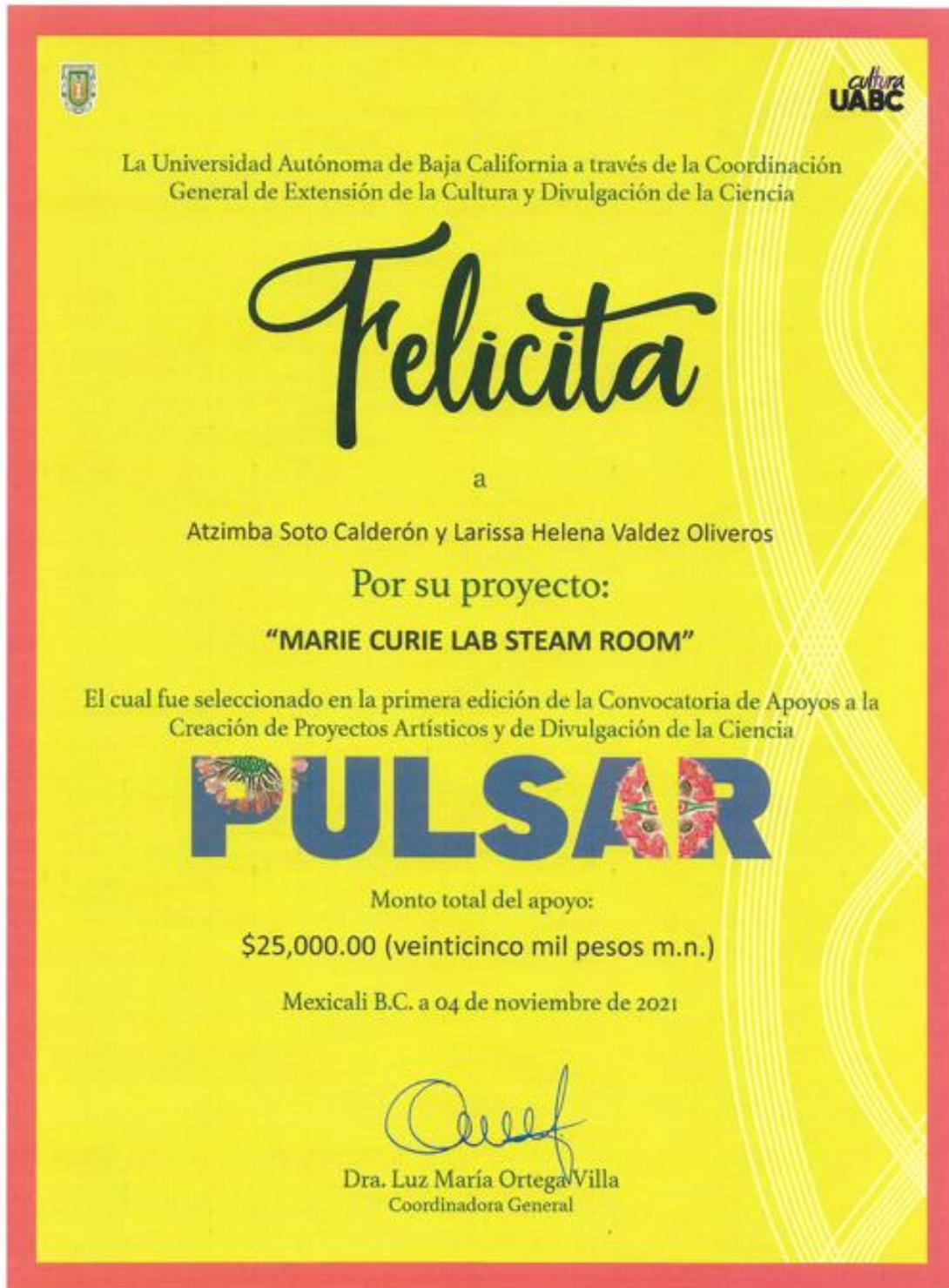
COLECCIÓN DE MEMORIAS. SOCIEDAD QUÍMICA DE MÉXICO

Ponencia: Laboratorio en Casa. Celular, yodo, almidón, amilasa.

2º Congreso Internacional de Educación Química-en línea

"La enseñanza de la química en los tiempos Covid y su relación con la divulgación, la historia y la filosofía de la ciencia"

## Anexo 11. Selección PULSAR



## Anexo 12. Derechos de Autor: Módulo I. Introducción al Modelo STEAM

# CERTIFICADO

### Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

**AUTORES:** CORONADO ORTEGA MARCOS ALBERTO  
CURIEL ALVAREZ MARIO ALBERTO  
DOMINGUEZ OSUNA PATRICIA MARIELA  
HERNANDEZ MESA LEIDY  
OLIVEROS RUIZ MARIA AMPARO  
PAZ DELGADILLO JUDITH MARISELA  
ROA RIVERA REYNA ISABEL  
SOTO CALDERON ATZIMBA  
VALDEZ SALAS BENJAMIN  
VARGAS OSUNA LIDIA ESTHER

**TITULO:** INTRODUCCION AL MODELO STEAM

**RAMA:** COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)

**TITULAR:** UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA (CON FUNDAMENTO EN EL ARTICULO 83 DE LA L.F.D.A.)

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracciones I y II de la Ley Federal del Derecho de Autor, no es objeto de protección como derecho de autor: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo; el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras.

Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.

Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.

Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedaran protegidas como compilaciones. Dicha protección no se a los datos y materiales en sí mismos.

03-2021-040813072700-01 Página 1 de 2

# CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

---

Número de Registro: 03-2021-040813072700-01

---

La presente firma ampara el registro número: 03-2021-040813072700-01

Ciudad de México, a 17 de mayo de 2021

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



Página 2 de 2



CULTURA  
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR  
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

## Anexo 13. Derechos de Autor. Historia de Marie Curie

# CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 78, 162, 163 fracción II, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA DERIVADA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

**AUTORES DE ADAPTACION:** DOMINGUEZ OSUNA PATRICIA MARIELA  
PAZ DELGADILLO JUDITH MARISELA  
SOTO CALDERON ATZIMBA  
VALDEZ OLIVEROS LARISSA HELENA

**TÍTULO:** HISTORIA DE MARIE CURIE

**RAMA:** LITERARIA

**TITULAR DE ADAPTACION:** UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA (CON FUNDAMENTO EN EL ARTÍCULO 83 DE LA L.F.D.A.)

Con fundamento en lo establecido por el artículo 3° de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado ampara única y exclusivamente la obra original Literaria.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracción I de la Ley Federal del Derecho de Autor, no es objeto de protección como derecho de autor: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 163 fracción II segundo párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, esta inscripción no faculta para publicar o usar en forma alguna la obra registrada, a menos de que se acredite la autorización correspondiente.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

1/2



CULTURA |



INDAUTOR

# CERTIFICADO

## Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; y artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2022-040112240800-01

Ciudad de México, a 06 de abril de 2022

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESÚS PARETS GÓMEZ



2/2



CULTURA |



INDAUTOR  
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

## Anexo 14. Derechos de Autor. Video: Marie Curie Lab STEAM Room

# CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

**AUTORES:** DOMINGUEZ OSUNA PATRICIA MARIELA  
PAZ DELGADILLO JUDITH MARISELA  
SOTO CALDERON ATZIMBA  
VALDEZ OLIVEROS LARISSA HELENA

**TÍTULO:** MARIE CURIE LAB STEAM ROOM

**RAMA:** LITERARIA

**TITULAR:** UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA (CON FUNDAMENTO EN EL ARTÍCULO 83 DE LA L.F.D.A.)

Con fundamento en lo establecido por el artículo 3° de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado ampara única y exclusivamente la obra original Literaria.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracción I de la Ley Federal del Derecho de Autor, no es objeto de protección como derecho de autor: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; y artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior de Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2022-040112224500-01

Ciudad de México, a 06 de abril de 2022

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESÚS PARETS GÓMEZ



CULTURA  
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR  
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

## Anexo 15. Derechos de Autor: Diplomado STEAM

# CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

**AUTORES:** CORONADO ORTEGA MARCOS ALBERTO  
DOMINGUEZ OSUNA PATRICIA MARIELA  
HERNANDEZ MEZA LEIDY  
OLIVEROS RUIZ MARIA AMPARO  
PAZ DELGADILLO JUDITH MARISELA  
ROA RIVERA REYNA ISABEL  
SOLIS CORTES FERNANDO FELIX  
SOTO CALDERON ATZIMBA  
VARGAS OSUNA LIDIA ESTHER

**TÍTULO:** DIPLOMADO STEAM

**RAMA:** COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)

**TITULAR:** UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA (CON FUNDAMENTO EN EL ARTICULO 83 DE LA L.F.D.A.)

Con fundamento en el Artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.

Con fundamento en el Artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.

Con fundamento en el Artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

1/2



CULTURA  
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR  
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

# CERTIFICADO

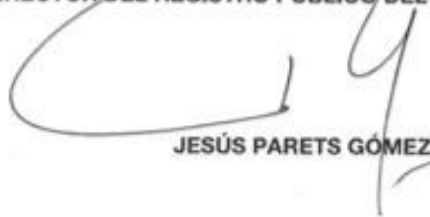
## Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; y artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2022-040714384000-01

Ciudad de México, a 12 de abril de 2022

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR



JESÚS PARETS GÓMEZ



2/2



CULTURA |



INDAUTOR  
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

## Anexo 16. Constancia de Diseño del Diplomado STEAM



**CAMPUS MEXICALI  
DEPARTAMENTO DE APOYO A LA EXTENSIÓN DE LA  
CULTURA Y LA VINCULACIÓN**

A QUIEN CORRESPONDA:

Por este conducto, se hace constar que según expediente que obra en este Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y Vinculación, que la **M.C. ATZIMBA SOTO CALDERÓN**, adscrita a la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa, diseñó el *Diplomado Modelo Steam*. Aprobado por la Comisión Especial el día 07 de septiembre del 2021, con Dictamen Número 216.

Se extiende la presente constancia para los usos que juzgue convenientes en la Ciudad de Mexicali, Baja California, a los 17 días del mes de diciembre del año 2021.

ATENTAMENTE  
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"

  
DR. JOSÉ ÁNGEL LEÓN VALDÉZ  
Jefe del departamento



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA  
**RECIBIDO**  
18 ENE 2022  
**RECIBIDO**  
FACULTAD DE PEDAGOGÍA  
E INNOVACIÓN EDUCATIVA