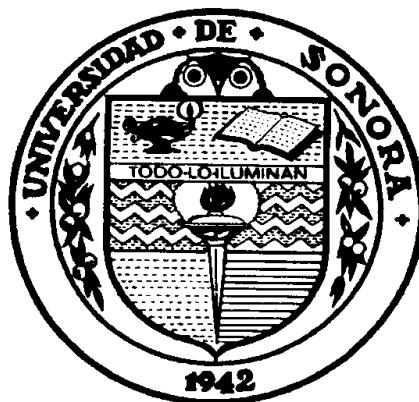


UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
POSGRADO EN ADMINISTRACIÓN

ESTUDIO SOBRE LA GESTIÓN TECNOLOGICA Y DEL CONOCIMIENTO GENERAL
DE CIENCIAS STEM EN LA INDUSTRIA DE LA EDUCACIÓN PÚBLICA Y PRIVADA
EN MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS, CONTEXTO HISTÓRICO, EVOLUCIÓN Y
RESULTADOS EN LA ACTUALIDAD APLICABLES EN EL ESTADO DE SONORA.



TRABAJO TERMINAL

Que para obtener el grado de:
Maestro en Administración

Presenta:
ODÓN ALBERTO HERNÁNDEZ YÉPIZ

Hermosillo, Sonora, México.

Marzo, 2026.

RECONOCIMIENTOS Y DEDICATORIA.

A mis hijos, mi familia, mis maestros y colegas por su apoyo incondicional en este camino de innovación y aprendizaje.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Odón Alberto Hernández Yépiz**, declaro bajo protesta de decir verdad que el presente trabajo es de mi autoría, que no he utilizado material de terceros sin citarlo adecuadamente, y que cedo los derechos de reproducción a la Universidad de Sonora para fines académicos y de investigación, de acuerdo con los lineamientos del programa de Maestría en Administración.

TABLA DE CONTENIDOS

RECONOCIMIENTOS Y DEDICATORIA.....	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
RESUMEN	8
 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Contexto Histórico: La Evolución de la Educación Científica y Tecnológica	10
1.1.1 Antecedentes Globales de la Educación STEM	10
1.1.2 El Surgimiento del Movimiento STEM Integrado	11
1.1.3 La Cuarta Revolución Industrial y la Urgencia STEM.....	12
1.2 Diagnóstico Nacional: La Situación de México en el Contexto Global	13
1.2.1 México en las Evaluaciones Internacionales PISA	13
1.2.2 Tendencias Históricas y el Impacto de la Pandemia	14
1.2.3 Factores Estructurales del Bajo Desempeño: Perspectiva Comparada	14
1.3 Contexto Regional: La Educación STEM en Sonora y Hermosillo. 16 1.3.1 Sonora en el Contexto Nacional	16
1.3.2 Hermosillo: Contexto Urbano y Educativo.....	17
1.3.3 El Plan Sonora: Inversión Estratégica y Capital Humano STEM	18
1.3.4 Brechas Identificadas en el Contexto Local	20
1.4 Justificación de la Investigación	22
1.4.1 Pertinencia Académica, Social y Global.....	22
1.4.2 El Programa JóvenesSTEM como Propuesta de Intervención Educativa	23
1.4.3 Contribución Esperada de la Investigación	25
1.5 Planteamiento del Problema	25
1.5.2 Formulación del Problema.....	26
1.5.3 Preguntas Secundarias	26
1.6 Objetivos de la Investigación	27
1.6.2 Objetivos Específicos.....	27
1.7 Hipótesis.....	27
1.7.1 Hipótesis General.....	27
1.7.2 Hipótesis Específicas.....	28
1.8 Delimitaciones del Estudio	28
1.8.1 Delimitación Temporal	28
1.8.2 Delimitación Espacial.....	28
1.8.3 Delimitación Poblacional	29

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	31
2.1 Los Fundamentos del Constructivismo como Base del Aprendizaje Activo	31
2.1.1 Orígenes y Principios del Constructivismo	31
2.1.2 El Constructivismo Social de Vygotsky	32
2.1.3 Del Constructivismo Clásico al Constructivismo Aplicado	32
2.1.4 La Andragogía de Malcolm Knowles	33
2.1.5 Aplicaciones del Constructivismo Adaptado en la Educación STEM.....	34
2.1.6 Implicaciones para el Diseño Curricular de JóvenesSTEM	35
2.2 La Cuarta Revolución Industrial y las Competencias del Siglo XXI	35
2.2.1 Caracterización de la Industria 4.0.....	35
2.2.2 Impacto en el Mercado Laboral y las Competencias Requeridas	36
2.2.3 La Necesidad de Reentrenamiento y Aprendizaje Permanente	37
2.2.4 El Papel de la Educación STEM en la Preparación para el Futuro	38
2.3 El Pensamiento Computacional como una Competencia Transversal	39
2.3.1 Orígenes del Concepto: De Papert a Wing	39
2.3.2 Componentes del Pensamiento Computacional.....	39
2.3.3 Relevancia Educativa del Pensamiento Computacional	40
2.3.4 Integración en el Currículo: Experiencias Internacionales	41
2.4 Diagnóstico Internacional: El Desempeño STEM según PISA 2022	41
2.4.1 El Programa PISA y su Metodología	41
2.4.2 Resultados de México en PISA 2022	42
2.4.3 Implicaciones para la Política Educativa.....	43
2.5 Estándares Internacionales de Educación Científica: El Marco NGSS	43
2.5.1 Origen y Desarrollo de los NGSS	43
2.5.2 Impacto y Adopción de los NGSS.....	44
2.5.3 Relevancia de los NGSS para el Contexto Mexicano	45
2.6 Contexto Nacional y Regional: La Educación STEM en México y Sonora	45
2.6.1 El Sistema Educativo Mexicano y los Desafíos STEM	45
2.6.2 Iniciativas STEM en Sonora y el Debate STEM vs. STEAM	46
2.6.3 Justificación del Enfoque STEM Puro para JóvenesSTEM	47
2.6.4 Brechas Identificadas y Oportunidades de Intervención...	48
2.6.5 El Programa JóvenesSTEM como Respuesta al Contexto .	49
2.7 Marco Normativo y Estándares de Competencia Laboral.....	49
2.7.1 El Sistema Nacional de Competencias (CONOCER)	49
2.7.2 El Estándar EC0049: Diseño de Cursos de Formación.....	50
2.7.3 Implicaciones para el Diseño de JóvenesSTEM	50

2.8 Justificación Metodológica: ABC, ABP y Aprendizaje Cooperativo	51
2.8.1 Aprendizaje Basado en Competencias (ABC)	51
2.8.2 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).....	51
2.8.3 Aprendizaje Cooperativo: Colaboración Profesional	52
2.8.4 La Filosofía de Agilidad del Programa JóvenesSTEM	53
2.9 Síntesis del Marco Teórico	53
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	54
3.1 Enfoque y Alcance de la Investigación	54
3.2 Diseño de Investigación.....	55
3.3 Población Objetivo y Muestra	56
3.3.2 Muestra y Procedimiento de Muestreo	56
3.3.3 Criterios de Inclusión y Exclusión	56
3.4 Instrumentos de Recolección de Datos	57
3.4.1 Cuestionario de Contexto Socioeducativo	57
3.4.2 Test de Competencias STEM (SIIP NextGEN EntryTest) ...	61
3.5 Procedimiento de Recolección de Datos	62
3.6 Aviso de Privacidad	62
3.7 Procedimiento de Análisis de Datos	63
3.8 Limitaciones Metodológicas	63
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	64
4.1 Características de la Muestra	64
4.2 Análisis Descriptivo de Competencias STEM.....	67
4.3 Análisis Comparativo: Instituciones Públicas vs. Privadas	69
4.3.1 Comparación de medias por sector	69
4.3.2 Comparación por subsistema educativo	71
4.4 Análisis Correlacional	73
4.4.1 Correlaciones entre variables contextuales y desempeño STEM	73
4.4.2 Comparación de puntajes por interés vocacional STEM ...	74
4.4.3 Comparación de puntajes por género	75
4.4.4 Acceso a recursos tecnológicos por sector.....	76
4.5 Resumen de Contrastación de Hipótesis.....	76
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	77
5.1 Discusión de Hallazgos.....	77
5.1.1 Sobre el Nivel General de Competencias STEM	77
5.1.2 Sobre las Diferencias entre Subsistemas Educativos	79
5.1.3 Sobre el Interés Vocacional y Actitudes hacia Carreras STEM	80
5.1.4 Sobre la Pertinencia del Programa JóvenesSTEM.....	81

5.2 Conclusiones Generales	82
5.3 Recomendaciones y Propuestas.....	85
5.3.1 Recomendaciones para las Instituciones Educativas.....	85
5.3.2 Recomendaciones para la Política Pública Educativa	86
5.3.3 Recomendaciones para Investigaciones Futuras	86
5.4 Reflexión Final	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
LISTA DE TABLAS.....	92
LISTA DE FIGURAS.....	93
LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	94
ANEXOS.....	96
Anexo A. Instrumentos de Medición	96
Anexo B. Materiales del Programa JóvenesSTEM.....	104
B.1 Descripción General del Programa	104
B.2 Propósito y Objetivo del Curso	105
B.3 Pilares Metodológicos.....	105
B.4 Modalidades de Implementación	106
B.5 Índice del Material Didáctico — BlueBook v1	107
B.6 Modalidad Curricular — Manual de Implementación.....	110
B.7 Modalidad FastTrack (Intensiva) — Guía de Implementación	112
B.8 Requisitos y Recursos para Ambas Modalidades	118

RESUMEN.

La presente investigación se enfoca en hacer un diagnóstico de las competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) que tienen los estudiantes de nivel medio superior en la ciudad de Hermosillo, Sonora, y a partir de ahí justificar por qué se necesita un programa de intervención educativa como lo es JóvenesSTEM. El análisis parte de lo general a lo particular, yendo desde lo global hasta lo local, y lo que se va documentando es cómo las deficiencias que encontramos en la formación científica y tecnológica de los jóvenes no nada más afectan al sistema educativo mexicano, sino que resultan ser un problema compartido inclusive con economías más avanzadas como la de Estados Unidos, donde el avance tecnológico va mucho más rápido de lo que los sistemas escolares pueden responder.

Utilizando una metodología mixta con un diseño descriptivo-correlacional, se realizaron encuestas a una muestra de 400 estudiantes de 8 instituciones que incluyen tanto públicas como privadas. Los resultados que arrojó el estudio muestran brechas bastante marcadas en lo que tiene que ver con la aplicación práctica de conceptos de física, ciencia básica y programación, además de que se encontraron diferencias significativas entre los distintos subsistemas educativos ($p<0.001$). Lo que estos análisis nos dejan ver es que integrar programas extracurriculares que estén alineados a estándares internacionales como el EC0049 y los NGSS, de la manera en que lo plantea el modelo JóvenesSTEM, puede funcionar como una estrategia viable para fortalecer el capital humano y fomentar vocaciones tecnológicas en la región.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo terminal tiene como propósito armar un contexto estratégico que esté sustentado por investigación, abordando la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) como lo que realmente es: una inversión en capital humano que tiene implicaciones directas en generar valor, en la competitividad de una región y en la sostenibilidad de los ecosistemas productivos. Si lo vemos desde una perspectiva de gestión, la formación en competencias STEM no es solamente un fenómeno educativo, sino que funciona como un mecanismo estratégico que es capaz de generar retornos que se pueden medir en términos de productividad, empleabilidad e innovación.

Dentro de este marco, se va a examinar cómo fue evolucionando la educación STEM tanto a nivel global como a nivel local, cómo se fue consolidando como una prioridad para gobiernos, para instituciones educativas y para organizaciones privadas que buscan fortalecer su posición competitiva en mercados que están marcados por la transformación digital y por un cambio tecnológico que avanza cada vez más rápido. Más adelante, se presenta un diagnóstico de cómo están las competencias científicas y tecnológicas en México, poniendo especial énfasis en el estado de Sonora, considerando que la demanda de talento especializado por parte del sector productivo no para de crecer.

A partir de todo este análisis, se va justificando la necesidad de implementar intervenciones educativas que sean innovadoras y que además se puedan evaluar con criterios de retorno sobre la inversión educativa (ROI educativo), lo cual permite valorar qué tan eficientes son, qué tan efectivas resultan y cuál es su impacto en el mediano y el largo plazo. De igual forma, se identifican y se analizan los principales jugadores clave (stakeholders) que están involucrados —las instituciones educativas, los estudiantes, el sector empresarial, el gobierno y la sociedad—, reconociendo cuáles son sus intereses, qué es lo que esperan y cuál es el valor que se genera para cada uno de ellos.

Dentro de todo este contexto, el programa JóvenesSTEM se presenta como un caso de estudio que permite analizar de qué manera una iniciativa educativa puede contribuir a generar ventaja competitiva tanto a nivel individual, como organizacional y regional, esto al fortalecer competencias que resultan estratégicas, al mejorar la empleabilidad a futuro y al alinear la formación del talento con lo que realmente está necesitando el entorno económico.

1.1 Contexto Histórico: La Evolución de la Educación Científica y Tecnológica.

1.1.1 Antecedentes Globales de la Educación STEM.

El concepto de educación STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) aparece de manera formal en Estados Unidos a principios del siglo XXI, aunque si uno escarba un poco se da cuenta de que sus raíces vienen de varias décadas atrás. El término fue utilizado por la National Science Foundation (NSF) para englobar de manera integrada las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, reconociendo algo que en la práctica profesional ya era bastante obvio: que cuando se trata de resolver problemas del mundo real, estas áreas trabajan de forma interconectada y no como materias aisladas cada una por su cuenta (Sanders, 2009).

Sin embargo, la preocupación por la educación científica y tecnológica como una prioridad nacional tiene antecedentes históricos que vale la pena mencionar. El lanzamiento del satélite soviético Sputnik en 1957 provocó en Estados Unidos lo que se conoce como el “momento Sputnik” — fue básicamente un golpe fuerte al orgullo nacional que terminó impulsando reformas bastante profundas en cómo se enseñaba la ciencia en ese país. La respuesta del gobierno estadounidense fue inyectar inversiones enormes en educación e investigación, incluyendo la creación de la NASA y de nuevos programas curriculares que le daban mucho más peso a las ciencias exactas (Rudolph, 2002).

En las décadas que siguieron, la globalización de la economía y la aparición de lo que se conoce como economías basadas en el conocimiento hicieron que se mantuviera el foco en la educación científica como un factor clave para la competitividad. Países como Japón, Corea del Sur, Finlandia y Singapur fueron demostrando que invertir de manera sistemática en la formación de capital humano científico y tecnológico se traducía de forma directa en crecimiento económico, desarrollo tecnológico y mejoras reales en la calidad de vida de su gente (Bybee, 2013).

1.1.2 El Surgimiento del Movimiento STEM Integrado.

Lo que realmente marca un parteaguas es el paso de enseñar ciencias, matemáticas e ingeniería como disciplinas separadas hacia un enfoque integrado donde estas áreas se cruzan y se complementan. Este movimiento toma fuerza con el informe “Rising Above the Gathering Storm” publicado por la National Academies de Estados Unidos en el año 2007, donde se advirtió sobre las amenazas a la competitividad del país si no se mejoraba sustancialmente la educación científica. Este informe no andaba con rodeos: vinculaba directamente la calidad de la educación STEM con la prosperidad económica, la seguridad nacional y la capacidad de innovación del país (National Academies, 2007).

Algo importante a notar es que el enfoque STEM integrado significa algo bien diferente a lo que tradicionalmente se hacía. No se trata simplemente de enseñar más matemáticas ó más ciencias, sino de diseñar experiencias donde los estudiantes apliquen lo que saben de varias disciplinas al mismo tiempo para resolver problemas complejos reales. A diferencia de lo que la mayoría de la gente piensa, la “T” en STEM no se refiere solo a utilizar computadoras ó dispositivos, va mucho más allá: se refiere más bien a entender cómo diseñar, desarrollar y evaluar sistemas tecnológicos que resuelvan las necesidades humanas (International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA, 2020).

Este concepto ha ido evolucionando de una forma en que ahora también integra competencias como el pensamiento computacional, la resolución creativa de problemas y la colaboración interdisciplinaria. Organizaciones como el World Economic Forum (2020) y la IEEE (2023) han subrayado una y otra vez que las competencias STEM son ya fundamentales no solo para las carreras técnicas tradicionales, sino prácticamente para cualquier profesión que quiera mantenerse relevante en la economía digital que nos está tocando vivir.

1.1.3 La Cuarta Revolución Industrial y la Urgencia STEM.

La llegada de lo que Klaus Schwab (2016) bautizó como “La Cuarta Revolución Industrial” le dio una urgencia nueva y mucho más intensa a todo el tema de la educación STEM. A diferencia de las revoluciones industriales anteriores que fueron más graduales y daban cierto tiempo para adaptarse, esta cuarta revolución se distingue por su velocidad exponencial, por su amplitud (afecta a prácticamente todos los sectores) y por su profundidad (transforma los sistemas completos de producción, gestión y gobernanza).

La verdad es que tecnologías como la inteligencia artificial, las redes de quinta generación (5G), la computación cuántica, la manufactura aditiva basada en impresión 3D y el análisis masivo de datos (Big Data) están reconfigurando no solo las industrias, sino también la naturaleza misma del trabajo y por consiguiente las competencias que se van a necesitar para participar productivamente en la economía (Schwab, 2016). Según el Foro Económico Mundial (2020), para el año 2025, alrededor de 85 millones de empleos se verían desplazados por la automatización, pero al mismo tiempo se crearían unos 97 millones de roles completamente nuevos, roles que definitivamente van a requerir competencias STEM como base.

Lo que todo esto implica para los sistemas educativos es muy profundo y bastante claro: los estudiantes que hoy están en las preparatorias van a necesitar no nada más conocer las disciplinas STEM, sino también ser capaces de aplicar ese conocimiento en la resolución de problemas que todavía no existen, usando

herramientas que probablemente aún no se han inventado (World Economic Forum, 2020).

1.2 Diagnóstico Nacional: La Situación de México en el Contexto Global.

1.2.1 México en las Evaluaciones Internacionales PISA.

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos que conocemos como PISA (Programme for International Student Assessment) de la OCDE es la referencia más importante para comparar qué tan bien están preparados los estudiantes de diferentes países en ciencia, matemáticas y lectura. Los resultados de México en las evaluaciones más recientes presentan un panorama que, siendo honestos, es bastante preocupante.

En la evaluación PISA 2022, los estudiantes mexicanos sacaron un promedio de 395 puntos en matemáticas, 415 en ciencias y 415 en lectura (OCDE, 2023). Para ponerlo en perspectiva y que quede más claro, el promedio de los países de la OCDE fue de 472 en matemáticas, 485 en ciencias y 476 en lectura. Estamos hablando de una brecha de más de 70 puntos en lo que se refiere a las competencias científicas y matemáticas, algo que no es menor y que refleja desafíos bastante serios en cómo se está formando a los jóvenes.

Más allá de los promedios, un dato que resulta particularmente alarmante es que el 51% de los estudiantes mexicanos no logra alcanzar ni siquiera el Nivel 2 en matemáticas, que es considerado el nivel mínimo necesario para poder participar de manera productiva en la sociedad moderna (OCDE, 2023). Esto quiere decir que más de la mitad de los jóvenes mexicanos están saliendo de la escuela sin las herramientas básicas cuantitativas que van a necesitar para desenvolverse en un mundo cada vez más dominado por la tecnología y los datos.

1.2.2 Tendencias Históricas y el Impacto de la Pandemia.

Si uno revisa los datos de las evaluaciones anteriores de PISA para tener una foto más completa, se observa un patrón que, lejos de mejorar, muestra un

estancamiento que lleva ya bastante tiempo. De hecho, México no ha logrado subir significativamente sus puntajes desde que empezó a participar en las evaluaciones PISA allá por el año 2000, donde obtuvo 387 puntos en matemáticas. En más de dos décadas, la mejora acumulada ha sido apenas marginal, si es que le podemos llamar mejora, de apenas 8 puntos (OCDE, 2023).

La pandemia de COVID-19 (2020-2022) hizo las cosas todavía peores al agravar las deficiencias que ya existían de por sí. El cierre prolongado de las escuelas afectó de manera desproporcionada a los estudiantes de contextos más desfavorecidos, quienes muchas veces no tenían acceso adecuado a internet, dispositivos electrónicos ni a un entorno en casa propicio para el aprendizaje a distancia. Se estima que en promedio se perdió el equivalente a un año de aprendizaje escolar, siendo la pérdida aún mayor en las disciplinas que requieren actividades prácticas como las que se trabajan en el ámbito de las ciencias y la tecnología (UNESCO, 2023).

Lo que resulta importante para esta investigación es que hay estudios recientes como los de Rivera-Toledo et al. (2023) que evidencian que los rezagos que dejó la pandemia se concentran particularmente en las competencias STEM, donde aprender requiere de acceso a laboratorios, dispositivos para practicar y de interacción directa con procesos experimentales, algo que difícilmente se pudo replicar durante el aprendizaje remoto.

1.2.3 Factores Estructurales del Bajo Desempeño: Perspectiva Comparada.

El bajo desempeño de los estudiantes mexicanos en las evaluaciones internacionales no viene de un solo factor, más bien es resultado de una combinación de problemas estructurales que históricamente no se han podido resolver del todo. Para entenderlo mejor, resulta útil comparar con Estados Unidos, porque a pesar de que se trata de un país con muchos más recursos, resulta que se enfrenta a desafíos que son sorprendentemente parecidos a los nuestros:

Inversión en educación: El gasto total por estudiante en México es uno de los indicadores que más nos pone en desventaja comparativa. Según datos compilados en el análisis de World Population Review (2024), el gasto anual por estudiante en México se ubica significativamente por debajo del promedio de la OCDE, lo cual limita la capacidad de las instituciones para mantener infraestructura actualizada, capacitar a sus docentes de forma continua e implementar programas innovadores. En comparación, Estados Unidos invierte aproximadamente \$13,000 USD por estudiante al año, con algunos distritos destinando más de \$25,000. Sin embargo, inclusive esa inversión no les ha resultado suficiente para cerrar sus propias brechas de desempeño, lo que nos indica que el problema no se resuelve solo echando dinero (World Population Review, 2024).

Formación y disponibilidad docente: Uno de los factores que más influyen en la calidad de la educación STEM tiene que ver con los docentes y su preparación. Un profesor de ciencias ó de matemáticas que no tenga una formación sólida en su disciplina difícilmente podrá transmitir el entusiasmo y la comprensión profunda que los estudiantes necesitan. En México, las instituciones públicas reportan deficiencias en la cantidad de profesores con formación especializada en áreas STEM. En Estados Unidos, el panorama resulta ser no muy diferente: según datos del Code Wizards HQ (2024), hay alrededor de 411,500 posiciones docentes STEM que están vacantes ó cubiertas por instructores que no tienen la certificación completa —estamos hablando de 1 de cada 8 posiciones—, lo que puede sorprender de un país con los recursos que tiene EUA pero es la realidad (Code Wizards HQ, 2024). Esto prueba que la escasez de docentes STEM calificados es un fenómeno global que no discrimina por nivel de desarrollo.

Infraestructura y recursos: En cuanto a la infraestructura, la situación en las escuelas públicas mexicanas es bien conocida. Muchas instituciones del nivel medio superior carecen de laboratorios funcionales de ciencias, de talleres de tecnología que estén equipados adecuadamente y de conectividad a internet que sea confiable, todo esto limita la posibilidad de ofrecer experiencias de aprendizaje práctico y experimental que son fundamentales para desarrollar

competencias STEM de verdad (INEE, 2019). Sin embargo, cabe resaltar que en Estados Unidos la infraestructura tampoco está distribuida de forma equitativa; los distritos escolares de menores recursos enfrentan carencias similares a las de muchas escuelas públicas mexicanas, lo que genera desigualdades internas significativas (U.S. Department of Education, 2022).

Preparación de los egresados: Tal vez el indicador más revelador de todo esto es qué tan preparados salen los egresados de la preparatoria para enfrentar carreras STEM. En Estados Unidos, donde la educación es significativamente mejor financiada que en México, apenas el 20% de los egresados de High School están listos para carreras STEM, y la cantidad de graduados en ciencias de la computación no cubre ni la mitad de las vacantes abiertas en tecnología (Code Wizards HQ, 2024). Si en un país con esos recursos el déficit es de esa magnitud, uno puede imaginarse las dimensiones del reto en el contexto mexicano.

Lo que este análisis comparado nos dice es algo bastante contundente: la brecha en competencias STEM no es un problema de México únicamente, sino un desafío global que requiere soluciones que sean innovadoras y adaptadas a cada contexto. Programas como JóvenesSTEM, que buscan complementar la educación formal con intervenciones especializadas que estén alineadas a estándares internacionales, representan una posible respuesta ante esta necesidad compartida.

1.3 Contexto Regional: La Educación STEM en Sonora y Hermosillo.

1.3.1 Sonora en el Contexto Nacional.

Dentro del panorama nacional que ya se describió, el estado de Sonora ocupa una posición bastante particular. Por un lado, la entidad cuenta con una base industrial significativa que incluye la manufactura automotriz, la minería, la agroindustria y la industria aeroespacial, sectores todos que demandan de manera creciente capital humano con competencias técnicas y científicas avanzadas. Por otro lado, los indicadores educativos de la entidad reflejan

desafíos que van en la misma línea que los nacionales, con resultados en PLANEA y otras evaluaciones estandarizadas que dejan bastante que desear (MEJOREDU, 2023; SEC Sonora, 2024).

Sonora aporta alrededor del 3% del PIB nacional y ha venido experimentando un proceso de diversificación económica bastante importante, impulsado por inversiones tanto federales como internacionales en sectores de alta tecnología. Sin embargo, existe una desconexión que resulta preocupante entre lo que el sector productivo necesita y lo que el sistema educativo le está entregando, esa desconexión es particularmente evidente en las áreas STEM, donde la demanda de ingenieros, técnicos y profesionales especializados no deja de crecer (Secretaría de Economía de Sonora, 2024).

1.3.2 Hermosillo: Contexto Urbano y Educativo.

Hermosillo, la capital del estado, concentra una buena parte de la actividad económica, educativa y de investigación de Sonora. Con una población que anda por arriba de un millón de habitantes, la ciudad alberga más de 120 instituciones de educación media superior que pertenecen a diversos subsistemas: COBACH, CONALEP, CECyTE, CBTIS e instituciones privadas. Esta diversidad de subsistemas es relevante para la presente investigación, porque cada uno opera con recursos, enfoques curriculares y niveles de infraestructura tecnológica que son bastante distintos, lo que crea condiciones de inequidad que directamente afectan la calidad de la formación STEM que reciben los estudiantes (SEC Sonora, 2024).

1.3.3 El Plan Sonora: Inversión Estratégica y Demanda de Capital Humano STEM.

Un factor que hace que esta investigación sea particularmente oportuna es la implementación del llamado Plan Sonora, una iniciativa de inversión que busca posicionar al estado como un polo de desarrollo tecnológico y energético en el noroeste de México. Se contempla la instalación de plantas de manufactura

avanzada, incluyendo infraestructura para la producción de semiconductores, así como la expansión de parques solares y de las plantas de energía renovable (Gobierno de Sonora, 2023).

Esta inversión está generando una demanda de capital humano que el sistema educativo actual sencillamente no logra satisfacer. Se estima que los proyectos que están asociados al Plan Sonora van a requerir miles de técnicos e ingenieros con competencias STEM avanzadas en los próximos años, en áreas como electrónica de potencia, sistemas fotovoltaicos, automatización industrial, programación y análisis de datos entre otras. La brecha entre lo que el mercado laboral está demandando y la oferta educativa que existe actualmente representa un costo de oportunidad que es significativo tanto para las empresas que no pueden cubrir vacantes como para los jóvenes que se quedan fuera de empleos mejor pagados (Secretaría de Economía de Sonora, 2024).

Para dimensionar la urgencia de todo esto, hay que considerar las siguientes cifras que vienen del contexto más amplio de la inversión STEM:

En primer lugar, la tasa de retorno de la educación superior profesional del 11.5% (2024) corresponde a los datos de economías avanzadas, en particular de Estados Unidos, y lo que refleja es el rendimiento promedio de la inversión individual en educación superior a lo largo de toda la vida laboral (MDPI Economics, 2024). Lo que este indicador nos dice es que, en contextos donde los mercados laborales están altamente tecnificados, la educación —sobre todo en áreas STEM— genera retornos que son comparables ó inclusive superiores a los de otros activos de inversión, lo que explica por qué tanto el sistema educativo como el sector privado de esos países están tan orientados hacia estas disciplinas.

En segundo término, el crecimiento del 30% en el número de egresados STEM entre 2015 y 2020 se refiere principalmente al sistema de educación superior de Estados Unidos, según los análisis de Georgetown University y el Center for Strategic and International Studies (CSIS, 2023). Este aumento es la respuesta a la expansión de sectores que hacen uso intensivo del conocimiento (tecnología, defensa, salud, manufactura avanzada) y a la demanda sostenida de talento

técnico que no deja de crecer. Vale la pena aclarar que dicho crecimiento ha sido más que nada cuantitativo, sin que se pueda garantizar de manera homogénea la calidad ni la profundidad de las competencias que adquieran los egresados.

Además, el incremento anual del 3.7% en egresados STEM del sistema público en 2024 es un dato que corresponde específicamente al contexto mexicano, según los reportes de Expansión (2024). Este dato nos dice que sí hay un avance gradual en la formación de capital humano científico y tecnológico; sin embargo, el ritmo al que se está avanzando resulta bastante limitado frente a la velocidad con la que cambia la tecnología a nivel global y frente a economías como la estadounidense, donde los niveles de inversión y la escala del sistema educativo son significativamente superiores.

Todas estas cifras demuestran que la inversión en formación STEM no debe verse únicamente como un gasto educativo, sino como una inversión estratégica con un retorno financiero que es cuantificable y que impacta directamente en el desarrollo regional. El programa de certificación JóvenesSTEM se mete de lleno en esta lógica de inversión en capital humano entre los jóvenes, funcionando como un mecanismo para acelerar el desarrollo de competencias técnicas y fundamentos científicos que la industria está demandando.

Iniciativas como la llegada ó la creación de plantas de semiconductores y la consolidación del clúster aeroespacial dependen, en buena medida, de la capacidad que tenga el sistema educativo para formar ingenieros, técnicos y profesionales con competencias STEM que estén al nivel de lo que se necesita a nivel mundial. La brecha entre la oferta educativa y la demanda industrial representa un costo de oportunidad que afecta tanto a las empresas (que tienen vacantes sin cubrir y productividad reducida) como a los jóvenes (que terminan en empleos de menor calidad con ingresos más bajos).

1.3.4 Brechas Identificadas en el Contexto Local: Paralelos con Estados Unidos.

A pesar de que las prioridades ya están declaradas, siguen existiendo brechas bastante significativas entre la formación que reciben los estudiantes y las competencias que el entorno laboral les va a exigir. Y algo interesante es que muchas de estas brechas tienen paralelos directos con lo que ocurre en Estados Unidos:

Brecha entre uso y comprensión tecnológica: Los estudiantes son usuarios intensivos de tecnología (smartphones, redes sociales, videojuegos), pero con mucha frecuencia les hace falta comprender los principios científicos y técnicos que están detrás de todo eso. Son consumidores digitales, no creadores de tecnología y muchas veces ni siquiera consumidores que estén tecnológicamente informados. Este mismo patrón se repite idéntico en Estados Unidos, donde los estudios demuestran que el uso intenso de lo digital por parte de los jóvenes no se traduce en capacidad para crear, para programar ó para entender cómo funcionan los sistemas tecnológicos que usan todos los días.

Brecha entre subsistemas: Existe una disparidad que no se ha podido resolver en la calidad de la formación STEM entre instituciones públicas y privadas, así como entre los distintos subsistemas del nivel medio superior. En México, estas diferencias se manifiestan en el acceso desigual a infraestructura educativa clave —laboratorios que funcionen bien, talleres de robótica, software especializado, conectividad y capacitación docente— lo que produce trayectorias formativas que son significativamente distintas entre los estudiantes. Los que vienen de contextos socioeconómicos más favorecidos suelen estar en planteles con mayores recursos materiales (que por lo general son privados) y con vínculos más fuertes con el sector productivo, mientras que los otros subsistemas (que representan más del 80% de la matrícula) operan con equipamiento obsoleto ó insuficiente, limitando bastante el desarrollo de competencias científicas aplicadas (OCDE, 2023).

Y este fenómeno no es algo exclusivo de México. En Estados Unidos, diversos estudios han documentado brechas estructurales entre distritos escolares que se deben principalmente a que el financiamiento se basa en impuestos locales a la propiedad. El resultado es que llegan a existir diferencias presupuestarias de hasta 3:1 entre distritos de altos ingresos y aquellos que atienden a poblaciones más vulnerables, lo que se traduce en contrastes muy marcados en la disponibilidad de cursos avanzados de matemáticas y ciencias, laboratorios especializados, programas de tecnología educativa y actividades extracurriculares STEM. Aunque los sistemas educativos son muy diferentes en escala y en recursos, ambos enfrentan desigualdades internas que condicionan el acceso real a una educación STEM de calidad (U.S. Department of Education, 2022).

Brecha de orientación vocacional: Muchos estudiantes sencillamente no saben qué oportunidades profesionales existen en los campos STEM ó tienen percepciones equivocadas sobre estas carreras. La ausencia de modelos cercanos (científicos, ingenieros, programadores en su comunidad ó en su familia) les limita las aspiraciones que podrían tener. En Estados Unidos, esta misma brecha afecta de forma particular a las comunidades minoritarias, donde la escasa presencia de profesionales STEM en los círculos familiares hace que el desconocimiento se perpetúe de generación en generación.

Brecha de género: Las mujeres jóvenes están subrepresentadas en las carreras STEM, reproduciendo patrones de segregación ocupacional que les limitan sus oportunidades económicas. En Estados Unidos, a pesar de décadas de iniciativas dedicadas a corregir esto, las mujeres siguen siendo minoría en campos como la ingeniería de software (~20%) y representan menos del 30% de la fuerza laboral STEM en total. Esta es una problemática que tiene dimensiones globales, no es algo exclusivo de los países en desarrollo (NSF, 2023).

Brecha salarial y de oportunidades: Hay un dato muy revelador: en Estados Unidos, los trabajadores STEM perciben un salario mediano de \$101,650 USD anuales, mientras que para empleos no-STEM el salario mediano es de \$46,680

(Bureau of Labor Statistics, 2024). Esa diferencia de más del doble deja bastante claro cuál es el valor económico que tienen las competencias STEM y cuál es el costo de oportunidad para quienes no logran desarrollarlas.

1.4 Justificación de la Investigación.

1.4.1 Pertinencia Académica, Social y Global.

La presente investigación responde a necesidades que son académicas, sociales e inclusive globales. Desde la perspectiva académica, contribuye al conocimiento sobre educación STEM en el contexto mexicano, un área donde la investigación empírica de buena calidad es todavía bastante escasa.

Relevancia global del problema: Aunque la mayor parte de los estudios sobre educación STEM se hacen en países desarrollados, particularmente en Estados Unidos, lo que van revelando los hallazgos de esta investigación es que los retos son sorprendentemente universales. Como ya se documentó en la sección 1.2.3, Estados Unidos enfrenta una escasez proyectada de 2 millones de trabajadores STEM para 2025, tiene 411,500 posiciones docentes que están vacantes ó sin certificación, y solamente alrededor del 20% de sus egresados de preparatoria están realmente listos para carreras STEM. Esto demuestra que el problema trasciende los niveles de desarrollo económico entre países y que hacen falta soluciones innovadoras en todos los contextos.

Desde la perspectiva social, la investigación atiende un problema que tiene relevancia directa para el desarrollo de la región. Mejorar las competencias STEM de los jóvenes sonorenses no es nada más un objetivo educativo difuso, sino que es una condición necesaria para: incrementar su empleabilidad y sus ingresos futuros (hay que recordar que en EUA la diferencia salarial entre STEM y no-STEM supera el 100%), fortalecer la competitividad económica de la región y capitalizar la inversión industrial que se está recibiendo (Plan Sonora), y también para reducir la desigualdad educativa que existe entre subsistemas y entre sectores económicos.

Relevancia para el campo de la gestión: Desde la perspectiva de la gestión estratégica, la implementación de programas educativos como JóvenesSTEM puede analizarse bajo el marco del ROI educativo, un enfoque que permite cuantificar la relación entre lo que se invierte y los resultados que se obtienen en términos de capital humano generado. La evidencia internacional sugiere que los retornos de la educación superior STEM se ubican alrededor del 11.5% anual, lo que hace que las intervenciones educativas en este campo sean comparables a las inversiones productivas más rentables que existen (MDPI Economics, 2024).

Contribución al debate STEM vs. STEAM: Este estudio contribuye también a un debate bastante relevante que existe en el campo educativo: si conviene más un enfoque STEM ó un enfoque STEAM (que agrega las Artes) para las intervenciones en contextos como el nuestro. Lo que la investigación va a argumentar, basándose en evidencia empírica y en el contexto específico de las necesidades regionales, es que para el objetivo particular de desarrollar competencias científicas y tecnológicas medibles y alineadas a estándares de competencia laboral, el enfoque STEM puro ofrece varias ventajas.

1.4.2 El Programa JóvenesSTEM como Propuesta de Intervención Educativa.

El programa JóvenesSTEM, diseñado y operado por Alberto Yépiz, es una propuesta de intervención educativa que se desarrolló tomando como base un modelo didáctico específico, el modelo SIIP (STEM Intervention for Innovation Program), que fue diseñado para atender las necesidades concretas del contexto regional. El programa ofrece una certificación reconocida que está alineada al estándar (EC0049) SEP CONOCER que busca, mediante una metodología que integra actividades prácticas, razonamiento científico y resolución de problemas, desarrollar en los estudiantes las competencias STEM fundamentales que el mercado laboral está demandando (Yépiz, 2023).

Las características distintivas que tiene el programa y que lo diferencian de otras iniciativas educativas son las siguientes:

Primero, tiene un diseño basado en estándares: El programa está alineado al estándar de competencia EC0049 del sistema CONOCER-SEP, lo que le da una base normativa formal y permite que la certificación tenga reconocimiento oficial ante empleadores e instituciones educativas. Segundo, usa un enfoque práctico y aplicado: A diferencia de los enfoques tradicionales donde lo teórico domina, JóvenesSTEM enfatiza la aplicación práctica del conocimiento a través de actividades y proyectos que los estudiantes realizan y que les permiten vivir la experiencia de resolver problemas reales. Tercero, la escalabilidad del modelo: El programa fue diseñado pensando en que pueda implementarse en diferentes contextos educativos —tanto en instituciones públicas como en privadas— y en diversas escalas, desde grupos piloto pequeños hasta implementaciones a nivel de subsistema completo. Cuarto, integra la evaluación diagnóstica: Mediante el SIIP NextGEN EntryTest, el programa incorpora un componente de evaluación que permite medir de entrada el nivel de competencias de los estudiantes, lo cual sirve tanto para adaptar la intervención como para documentar su impacto.

La pertinencia de analizar e investigar este programa en el contexto de la presente tesis radica en su potencial para servir como modelo replicable. Si se puede demostrar que una intervención educativa como esta consigue mejorar de forma significativa las competencias STEM, esto validaría un enfoque que podría escalarse a nivel estatal ó inclusive nacional, contribuyendo así directamente a la solución del problema que hemos documentado.

1.4.3 Contribución Esperada de la Investigación.

La investigación que se presenta busca generar contribuciones en tres niveles:

A nivel empírico: Se proporciona evidencia cuantitativa sobre el estado actual de las competencias STEM en estudiantes de educación media superior en Hermosillo, abarcando instituciones de los principales subsistemas públicos y privados. Lo que esta información permite es establecer una línea base concreta

y diagnosticar con datos qué tan grande es la brecha, cuáles son las áreas donde más hace falta mejorar, y cuáles son las diferencias que existen entre los distintos sectores educativos. Se contribuye un estudio con una muestra de 400 estudiantes de una región específica, ofreciendo datos concretos que se pueden comparar con estadísticas nacionales e internacionales.

A nivel metodológico: Se valida y aplica un instrumento diagnóstico que fue diseñado específicamente para medir competencias STEM en el contexto mexicano, lo cual constituye una contribución al campo dado que la mayoría de los instrumentos existentes fueron desarrollados para otros países. Dicho instrumento puede utilizarse en investigaciones futuras y adaptarse para diferentes contextos educativos dentro del país.

A nivel práctico: La investigación genera información que resulta directamente útil para los tomadores de decisiones educativas, sea a nivel institucional, subsistémico ó regional. Los hallazgos y las recomendaciones que se derivan del estudio pueden orientar la asignación de recursos, el diseño de programas de formación docente y la implementación de intervenciones educativas como el propio programa JóvenesSTEM, todo enfocado hacia mejorar la calidad de la educación STEM en la región.

1.5 Planteamiento del Problema.

Los estudiantes de educación media superior en Hermosillo, Sonora, presentan niveles bajos en competencias STEM cuando se les compara con los estándares tanto nacionales como internacionales. Esta situación restringe sus oportunidades para acceder a carreras profesionales en campos de alta demanda laboral, limita el desarrollo del capital humano que la región necesita y compromete la capacidad del estado para capitalizar inversiones estratégicas que requieren de talento técnico calificado.

El problema se agrava cuando hay factores como la inequidad entre subsistemas educativos, la falta de programas de intervención que estén validados para

nuestro contexto y la desconexión que existe entre lo que las escuelas enseñan y lo que el mercado laboral realmente está necesitando. Estos factores se refuerzan mutuamente, creando un ciclo donde los jóvenes con menos recursos reciben la formación de menor calidad, reproduciendo así las desigualdades socioeconómicas que ya existen.

1.5.2 Formulación del Problema.

Todo lo anterior nos lleva a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es el nivel actual de competencias STEM que tienen los estudiantes de nivel medio superior en Hermosillo, Sonora? ¿Qué diferencias existen en el desempeño STEM entre estudiantes de instituciones públicas y privadas? ¿Qué factores contextuales (acceso a tecnología, interés vocacional, género, subsistema) se asocian con el nivel de competencias STEM? ¿En qué medida se justifica la implementación de un programa de intervención educativa como JóvenesSTEM en la región?

1.5.3 Preguntas Secundarias.

¿Cómo se distribuyen las competencias STEM por dimensión (Ciencias Fundamentales, Física Universal, Tecnología e Innovación) entre los estudiantes estudiados? ¿Qué relación existe entre el acceso a recursos tecnológicos en el hogar y el desempeño STEM? ¿Es verdad que existen diferencias de género en el desempeño y en el interés vocacional STEM? ¿Qué características tiene el subsistema educativo que pudieran predecir de manera significativa el desempeño STEM de los estudiantes?

1.6 Objetivos de la Investigación.

Diagnosticar el nivel de competencias STEM en los estudiantes de educación media superior de Hermosillo, Sonora, y de esa forma justificar la implementación del programa de certificación JóvenesSTEM como una intervención educativa pertinente para el fortalecimiento de estas competencias.

1.6.2 Objetivos Específicos.

1. Evaluar y medir el nivel actual de las competencias STEM en las dimensiones de Ciencias Fundamentales, Física Universal y Tecnología e Innovación en los estudiantes de la muestra.
2. Comparar el desempeño STEM entre diferentes subsistemas educativos (público vs. privado) e identificar las brechas existentes.
3. Analizar la relación que existe entre variables contextuales (acceso a tecnología, interés vocacional, género) y el desempeño que los estudiantes obtienen en competencias STEM.
4. Fundamentar la pertinencia de implementar el programa de certificación JóvenesSTEM como una estrategia de intervención educativa en el contexto regional.

1.7 Hipótesis.

1.7.1 Hipótesis General.

Los estudiantes de educación media superior en Hermosillo, Sonora, presentan niveles de competencias STEM que se encuentran significativamente por debajo de los estándares internacionales, lo cual justifica la implementación de un programa de intervención educativa especializado como JóvenesSTEM.

1.7.2 Hipótesis Específicas.

H1: El nivel promedio de competencias STEM de los estudiantes de la muestra se ubica por debajo del 60% del puntaje máximo posible de la evaluación, lo cual indica deficiencias significativas en su formación.

H2: Existen diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) en el desempeño de competencias STEM entre estudiantes que pertenecen a instituciones públicas y los que pertenecen a instituciones privadas, siendo mayor el desempeño en el sector privado.

H3: El acceso a recursos tecnológicos (computadora, internet, smartphone) se correlaciona de forma positiva y significativa ($r > 0.3$) con el desempeño en competencias STEM.

H4: Los estudiantes que manifiestan interés vocacional en carreras STEM obtienen puntajes significativamente más altos en la evaluación en comparación con aquellos que no muestran interés ó que declaran incertidumbre sobre su orientación vocacional.

1.8 Delimitaciones del Estudio.

1.8.1 Delimitación Temporal.

La investigación se lleva a cabo durante el ciclo escolar 2025-2026, específicamente durante el segundo semestre. La recolección de datos se realizó en las semanas 4 a 8 del segundo periodo escolar, lo que permite capturar las condiciones normales del ciclo académico.

1.8.2 Delimitación Espacial.

El estudio se circunscribe a la zona metropolitana de Hermosillo, Sonora, México. Se incluyeron instituciones que representan los principales subsistemas del nivel medio superior que operan en la región: COBACH, CECyTE, CONALEP, CBTIS, así como preparatorias privadas.

1.8.3 Delimitación Poblacional.

La muestra está formada por 400 estudiantes de entre tercer y sexto semestre de nivel medio superior, distribuidos en 8 instituciones educativas tanto del sector público como del privado. Esta delimitación excluye a las instituciones de educación superior, a los estudiantes de primer y segundo semestre, y a las instituciones ubicadas fuera de la zona metropolitana de Hermosillo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

El presente capítulo va construyendo las bases conceptuales que sustentan esta investigación, organizando el conocimiento teórico que se necesita para entender tanto el problema como la propuesta de solución que representa el programa JóvenesSTEM. Se revisan teorías del aprendizaje, se analiza el impacto de la revolución tecnológica actual en el mercado laboral, y se contextualizan los estándares educativos nacionales e internacionales que dan marco a la intervención propuesta.

2.1 Los fundamentos del Constructivismo como Base del Aprendizaje Activo.

2.1.1 Orígenes y Principios del Constructivismo.

El constructivismo como teoría del aprendizaje tiene sus raíces en los trabajos del psicólogo suizo Jean Piaget (1896-1980), quien fue proponiendo que el conocimiento no es algo que simplemente se transfiere del profesor al alumno, sino que cada persona lo va construyendo activamente a través de la interacción con su entorno. Piaget identificó que los seres humanos pasan por distintas etapas de desarrollo cognitivo —desde la sensoriomotora en la infancia hasta la de operaciones formales en la adolescencia— y que en cada una de ellas las capacidades para procesar y organizar la información cambian cualitativamente (Piaget, 1970).

Lo central de la teoría de Piaget, y lo que resulta relevante para este trabajo, es que el aprendizaje ocurre cuando hay un desequilibrio entre lo que la persona ya sabe (sus esquemas mentales) y lo que la nueva información le presenta. Ese proceso de acomodación donde la persona tiene que ajustar sus ideas previas es lo que produce un aprendizaje significativo, no el simple hecho de escuchar una explicación ó de leer un texto. Este principio va a resultar fundamental para entender por qué el programa JóvenesSTEM apuesta por actividades prácticas en lugar de clases meramente expositivas (Piaget, 1970).

2.1.2 El Constructivismo Social de Vygotsky.

Lev Vygotsky (1896-1934) le añadió algo muy importante a la idea del constructivismo al incorporar la dimensión social del aprendizaje. Para Vygotsky, el aprendizaje no ocurre solamente dentro de la cabeza de la persona, sino que se desarrolla en un contexto social, a través de la interacción con otros. Su concepto más conocido, la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), se refiere a esa distancia que existe entre lo que un estudiante puede hacer por sí solo y lo que logra hacer con la ayuda de alguien más experimentado —puede ser un profesor, un compañero ó un mentor— (Vygotsky, 1978).

La ZDP tiene implicaciones bastante prácticas para la educación STEM. Nos dice que las actividades de aprendizaje deben diseñarse para que estén justo por encima de lo que el estudiante puede hacer solo, pero al alcance con apoyo adecuado. Esto es precisamente lo que hace la metodología del programa JóvenesSTEM al estructurar actividades colaborativas donde los estudiantes con mayor comprensión ayudan a los que llevan un ritmo diferente, creando un ambiente donde todos avanzan (Vygotsky, 1978).

El concepto de “andamiaje” (scaffolding) que se derivó de la obra de Vygotsky propone que el apoyo que se le da al estudiante debe ir reduciéndose gradualmente conforme va adquiriendo competencia, hasta que pueda realizar la tarea de manera independiente. En términos prácticos, esto se traduce en diseñar situaciones de aprendizaje donde la complejidad va aumentando de forma progresiva y donde el nivel de estructura y guía que tiene el estudiante se va retirando a medida que gana confianza y dominio.

2.1.3 Del Constructivismo Clásico al Constructivismo Aplicado: Distinción Epistemológica y Metodológica.

Es importante hacer una distinción que a veces no queda del todo clara: el constructivismo se puede entender desde dos planos bastante diferentes. Por un lado está el constructivismo como una posición epistemológica (una forma de

entender cómo se construye el conocimiento), y por otro lado está el constructivismo como enfoque pedagógico (una forma de diseñar experiencias de enseñanza y aprendizaje). Aunque ambos planos están conectados, la diferencia resulta relevante para no sobreinterpretar la teoría (Phillips, 1995; Tobias & Duffy, 2009).

Lo que toma el programa JóvenesSTEM del constructivismo es fundamentalmente su dimensión pedagógica, es decir, la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan activamente en la construcción de su propio conocimiento a través de experiencias prácticas significativas, y no tanto la postura filosófica radical de que “la realidad no existe independientemente del observador”. Esta diferencia evita caer en debates epistemológicos poco productivos y se concentra en lo que tiene aplicación real y directa en el aula (Tobias & Duffy, 2009).

2.1.4 La Andragogía de Malcolm Knowles: Un Marco Pertinente para Jóvenes Adultos.

Aunque los estudiantes de nivel medio superior son técnicamente adolescentes (16-19 años), la realidad es que comparten varias de las características que Malcolm Knowles (1980) identifica en los aprendices adultos. Los principios andragógicos que Knowles propuso resultan pertinentes para diseñar el programa JóvenesSTEM ya que estos jóvenes necesitan entender por qué están aprendiendo algo (necesidad de saber), responden mejor cuando pueden conectar lo que aprenden con su experiencia previa, valoran la posibilidad de tomar decisiones sobre su propio aprendizaje (autoconcepto del aprendiz), se motivan más cuando ven la aplicación práctica e inmediata de lo aprendido, y responden más a motivaciones internas que a presiones externas.

El modelo de Knowles resulta particularmente útil para JóvenesSTEM porque los estudiantes de preparatoria ya están tomando decisiones sobre su futuro profesional y pueden encontrar motivación intrínseca en aprender competencias

que perciben como relevantes para su desarrollo laboral. Esto contrasta con los enfoques puramente pedagógicos que tratan a los estudiantes como receptores pasivos de información (Knowles, 1980).

2.1.5 Aplicaciones del Constructivismo Adaptado en la Educación STEM.

La educación STEM ha sido uno de los campos donde el constructivismo ha encontrado más aplicaciones y también mejores resultados. El modelo de aprendizaje por indagación (inquiry-based learning), el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos son todos enfoques que derivan de principios constructivistas y que se han mostrado efectivos para desarrollar las competencias científicas y tecnológicas que se buscan (National Research Council, 2012).

Un ejemplo bastante concreto es el modelo 5E de enseñanza de las ciencias (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) propuesto por Bybee (2009), que estructura la experiencia de aprendizaje en cinco fases donde el estudiante pasa de la curiosidad inicial a la exploración, de la exploración a la comprensión conceptual, y de ahí a la aplicación y la evaluación. Este modelo ha demostrado ser más efectivo que la enseñanza tradicional para desarrollar comprensión profunda de conceptos científicos y habilidades de razonamiento (Bybee, 2009).

Para el programa JóvenesSTEM, la adopción de estos principios constructivistas significa que las actividades no se diseñan como conferencias seguidas de exámenes, sino como situaciones donde los estudiantes investigan, experimentan, discuten y construyen conocimiento junto con otros, todo dentro de contextos que les resultan relevantes y que conectan con el mundo que conocen. Es por esto que las actividades en el BlueBook están diseñadas con una duración específica de 15-20 minutos cada una, permitiendo mantener el nivel de atención y la participación activa del estudiante.

2.1.6 Implicaciones para el Diseño Curricular del Programa JóvenesSTEM.

La síntesis de los marcos teóricos que se revisaron (Piaget, Vygotsky, Knowles, Bybee) tiene implicaciones muy concretas para el diseño curricular del programa JóvenesSTEM:

Lo que el programa hace es estructurar actividades donde los estudiantes se enfrentan a problemas que generan desequilibrio cognitivo, eso viene de Piaget. Las actividades se diseñan de forma colaborativa, aprovechando la ZDP y el andamiaje entre pares, lo que viene de Vygotsky. Se parte de contextos relevantes y se conecta con las aspiraciones profesionales del estudiante, que es lo que plantea Knowles. Se sigue un ciclo de indagación que va de la exploración a la aplicación, siguiendo el modelo de Bybee. De esta forma, el programa no simplemente “aplica” un modelo teórico, sino que integra de manera coherente diferentes perspectivas constructivistas que se complementan y que en su conjunto producen un enfoque robusto para el desarrollo de competencias STEM (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978; Knowles, 1980; Bybee, 2009).

2.2 La Cuarta Revolución Industrial y las Competencias del Siglo XXI.

2.2.1 Caracterización de la Industria 4.0.

Ya se mencionó brevemente la Cuarta Revolución Industrial en el capítulo anterior, pero aquí es necesario profundizar en sus implicaciones para la educación porque estas resultan fundamentales para entender por qué se necesitan programas como JóvenesSTEM. El concepto popularizado por Klaus Schwab (2016) desde el Foro Económico Mundial describe una convergencia de tecnologías que están transformando los modos de producción, los mercados laborales y hasta las relaciones sociales.

Lo que define a la Industria 4.0 son tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje autónomo (Machine Learning), la Internet de las Cosas (IoT), la computación en la nube, la manufactura basada en impresión 3D, la robótica

avanzada que ya se integra con IA, el big data y la analítica de datos, y las tecnologías de realidad aumentada y virtual. Estas tecnologías no vienen por separado ni operan de manera aislada, sino son acumulativas y se potencian entre ellas, creando disruptiones a una velocidad, amplitud y profundidad que no se habían visto antes en la historia de la humanidad (Schwab, 2016).

Lo que distingue a la Industria 4.0, según lo describen múltiples analistas, es la fusión de los mundos físico, digital y biológico. Los sistemas ciberfísicos —que combinan capacidades computacionales, de comunicación y de control con procesos físicos— hacen posibles niveles de automatización, de personalización y de eficiencia que eran inalcanzables con las tecnologías anteriores. Las fábricas inteligentes pueden optimizar sus operaciones en tiempo real, los vehículos autónomos ya pueden navegar entornos complejos, y los dispositivos médicos pueden monitorear y responder a condiciones fisiológicas con una intervención humana mínima (Schwab, 2016).

2.2.2 Impacto en el Mercado Laboral y las Competencias Requeridas: Perspectiva Global.

Las transformaciones tecnológicas de la Industria 4.0 están reconfigurando profundamente el mercado laboral en todo el mundo. Por un lado, la automatización amenaza con desplazar a trabajadores cuyas tareas pueden ser realizadas por máquinas de manera más eficiente. El Foro Económico Mundial estimó en su informe “Future of Jobs 2020” que para 2025, aproximadamente 85 millones de empleos se verían desplazados por la automatización, pero al mismo tiempo surgirían unos 97 millones de roles nuevos, más adaptados a la nueva forma de dividir el trabajo entre humanos, máquinas y algoritmos (World Economic Forum, 2020).

La magnitud del déficit STEM en Estados Unidos nos permite dimensionar lo serio que es el tema: según el Bureau of Labor Statistics, se proyectan 377,500 vacantes anuales solo en ocupaciones tecnológicas entre 2022 y 2033. Los

empleos STEM crecerán 10.4% en esta década, casi tres veces más rápido que las ocupaciones no-STEM. El país va a necesitar cubrir 3.5 millones de posiciones STEM para 2025, pero se estima que 2 millones podrían quedar vacantes simplemente por falta de talento calificado (Code Wizards HQ, 2024).

Toda esta reconfiguración del mercado laboral tiene implicaciones directas para los sistemas educativos. Las competencias que se van a demandar en la economía del futuro son bastante diferentes de las que han dominado los currículos tradicionales. Un estudio publicado en el Journal of Learning Development in Higher Education analiza cómo la Industria 4.0 está transformando las habilidades requeridas en la fuerza laboral, destacando competencias como la adaptabilidad, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas que no son nada simples (Rebeca Wilson, 2024).

Las competencias técnicas específicas —programación, análisis de datos, diseño digital— van a seguir siendo importantes, pero los empleadores reportan que cada vez valoran más las “competencias transversales” ó “soft skills”: la capacidad de aprender nuevas tecnologías rápidamente, de trabajar en equipos interdisciplinarios, de comunicar ideas técnicas de forma clara y de pensar de forma sistémica. Esta combinación de habilidades técnicas y transversales es exactamente lo que define a las competencias STEM en su sentido más amplio y actual (World Economic Forum, 2020).

2.2.3 La Necesidad de Reentrenamiento y Aprendizaje Permanente.

Un aspecto que resulta particularmente relevante para la educación media superior tiene que ver con que las competencias ya no son estáticas. Lo que un profesional aprende durante su formación inicial se va volviendo obsoleto cada vez con mayor rapidez. El Foro Económico Mundial (2020) estima que un porcentaje cada vez mayor de los empleados globales va a necesitar un reentrenamiento significativo dentro de los cinco años siguientes a su incorporación al mercado laboral.

Esto tiene una implicación que es muy importante: la educación STEM para los jóvenes de preparatoria no debería enfocarse nada más en transmitir conocimientos específicos que podrían quedar obsoletos al poco tiempo, sino en desarrollar la capacidad de aprender, de adaptarse y de aplicar el pensamiento científico y tecnológico a problemas nuevos que van surgiendo. El objetivo no es que memoricen todas las fórmulas de física ó todos los lenguajes de programación que existen, sino que desarrollem la capacidad de aprender cualquier fórmula ó cualquier lenguaje cuando lo necesiten.

El programa JóvenesSTEM se diseñó precisamente con esta filosofía: más que enseñar contenidos puntuales, busca desarrollar competencias que les permitan a los estudiantes seguir aprendiendo a lo largo de su vida, dentro de una mentalidad de mejora continua y actualización constante (Yépiz, 2023).

2.2.4 El Papel de la Educación STEM en la Preparación para el Futuro.

Frente a todo este panorama, la educación STEM emerge como el vehículo principal para preparar a los jóvenes para un mundo que va cambiando muy rápido. Los ejemplos de cómo la educación STEM contribuye a enfrentar los desafíos del futuro son bastante concretos: ante el cambio climático se necesitan ingenieros y científicos capaces de desarrollar soluciones de energía limpia; ante la amenaza de pandemias se necesitan biotecnólogos y analistas de datos capaces de modelar la propagación de enfermedades; ante la automatización se necesitan profesionales capaces de diseñar, programar y supervisar sistemas inteligentes (UNESCO, 2023).

Lo que la educación STEM no debería ser —y que muchas veces sí es— es una simple acumulación de más materias técnicas en un currículo ya de por sí sobrecargado. La verdadera educación STEM integra las disciplinas, conecta la teoría con la práctica y desarrolla en los estudiantes la capacidad de pensar como científicos e ingenieros: formulando preguntas, haciendo hipótesis, diseñando

experimentos, recopilando evidencia y sacando conclusiones basadas en datos (National Research Council, 2012).

2.3 El Pensamiento Computacional como una Competencia Transversal.

2.3.1 Orígenes del Concepto: De Papert a Wing.

El concepto de pensamiento computacional no nació de la nada. Seymour Papert, matemático y educador del MIT, fue uno de los pioneros en proponer que los niños podrían aprender a pensar mejor si aprendían a programar computadoras. Su trabajo con el lenguaje Logo en las décadas de los 70 y 80 mostró que la programación podía servir como un vehículo para desarrollar el razonamiento lógico y la capacidad de resolver problemas de forma sistemática (Papert, 1980).

Décadas más tarde, Jeannette Wing (2006) de la Universidad Carnegie Mellon publicó un artículo bastante influyente donde argumentó que el pensamiento computacional debería considerarse una competencia fundamental para todos, no solamente para los que estudian computación. Wing definió el pensamiento computacional como un conjunto de habilidades que incluyen la descomposición de problemas complejos en partes más manejables, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos. Su argumento central era que estas habilidades sirven para resolver problemas en cualquier disciplina, no únicamente en las ciencias de la computación (Wing, 2006).

2.3.2 Componentes del Pensamiento Computacional.

El pensamiento computacional como se entiende hoy incluye varios componentes que vale la pena revisar:

La descomposición es el proceso de tomar un problema grande y dividirlo en partes más pequeñas que resulten manejables. Reconocimiento de patrones es la capacidad de identificar similitudes y regularidades dentro de los datos y en los

problemas. La abstracción consiste en quedarse con lo esencial, filtrar los detalles que no son relevantes para concentrarse en lo que realmente importa. Y el diseño algorítmico es la habilidad de crear una serie de pasos ordenados que permitan resolver un problema ó completar una tarea (Grover & Pea, 2013).

Lo que resulta relevante para esta investigación es que estas competencias no solamente son útiles para programar computadoras, sino que se aplican a prácticamente cualquier campo del conocimiento y de la actividad profesional. Un médico que diagnostica, un ingeniero que diseña, un administrador que optimiza procesos: todos están utilizando alguna forma de pensamiento computacional aunque no lo llamen así. Por ello, esta competencia se ha posicionado como una pieza central dentro del marco STEM (Grover & Pea, 2013).

2.3.3 Relevancia Educativa del Pensamiento Computacional.

La incorporación del pensamiento computacional como parte del currículo educativo ha ido ganando impulso en todo el mundo, y no es casualidad. En un estudio bastante citado, Barr y Stephenson (2011) argumentan que el pensamiento computacional puede y debe integrarse a lo largo de todo el sistema educativo, desde la primaria hasta la universidad, porque desarrolla habilidades cognitivas que son transferibles a múltiples contextos y disciplinas.

En la conexión con la educación STEM, el pensamiento computacional actúa como un puente natural entre las disciplinas porque proporciona herramientas mentales que sirven tanto para el análisis científico como para el diseño ingenieril y la resolución de problemas matemáticos. Los estudiantes que desarrollan esta competencia están mejor equipados para abordar los desafíos interdisciplinarios que caracterizan los problemas del mundo real (Barr & Stephenson, 2011).

El marco K-12 del Computer Science Framework (CSTA, K12CS, & ACM, 2016) propone que las prácticas del pensamiento computacional se trabajan en tres niveles: como herramientas de pensamiento (nivel cognitivo), como medio de expresión creativa (nivel expresivo) y como habilitadores de participación

ciudadana informada (nivel social). Esto demuestra que el impacto del pensamiento computacional va mucho más allá de lo puramente técnico, también tiene que ver con formar ciudadanos que entiendan cómo funciona el mundo tecnológico en el que viven.

2.3.4 Integración en el Currículo: Experiencias Internacionales.

Varios países han tomado la decisión de integrar el pensamiento computacional en sus sistemas educativos de forma explícita. Reino Unido introdujo la programación como materia obligatoria desde la educación primaria ya en 2014. Estonia fue pionera en implementar la iniciativa “ProgeTiiger” que enseña programación desde los 7 años. Australia incorporó el pensamiento computacional en su currículo nacional como una competencia que debe trabajarse de forma transversal en todas las materias (Wing, 2017).

Estas experiencias internacionales nos dicen algo bien importante: los países que están invirtiendo de manera seria en pensamiento computacional lo están haciendo porque entienden que es una competencia estratégica para su competitividad futura. Para el contexto mexicano, y específicamente para Sonora, las lecciones que dejan estos casos sugieren que las intervenciones educativas no deben esperar a que los currículos oficiales se actualicen (lo cual suele ser un proceso que toma años), sino que se pueden implementar a través de programas complementarios como JóvenesSTEM que adelanten la exposición de los estudiantes a estas competencias tan necesarias.

2.4 Diagnóstico Internacional: El Desempeño STEM según PISA 2022.

2.4.1 El Programa PISA y su Metodología.

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) es la evaluación comparativa más importante que existe a nivel mundial en materia de educación. Lo coordinado por la OCDE, evalúa cada tres años a estudiantes de 15 años en

lectura, matemáticas y ciencias. Lo que hace especial a PISA es que no mide nada más la memorización de contenidos curriculares, sino la capacidad de los estudiantes para aplicar lo que saben a situaciones de la vida real y para seguir aprendiendo de forma autónoma (OCDE, 2023).

La evaluación de 2022 contó con la participación de 81 países y economías, incluyendo a México, lo que proporciona una base robusta para hacer comparaciones internacionales. Los resultados permiten no solo ver dónde está cada país sino también identificar tendencias a lo largo del tiempo, factores asociados al desempeño y buenas prácticas que se pueden aprovechar de los países que obtienen mejores resultados.

2.4.2 Resultados de México en PISA 2022.

Los resultados que obtuvo México en PISA 2022 confirman lo que muchos sospechábamos pero que ahora queda documentado con datos concretos: con 395 puntos en matemáticas, 415 en ciencias y 415 en lectura, nuestro país se ubica significativamente por debajo de los promedios de la OCDE (472, 485 y 476, respectivamente). En términos prácticos, esta brecha equivale a lo que un estudiante podría aprender en aproximadamente dos años escolares de diferencia, lo que resulta bastante preocupante (OCDE, 2023).

Si analizamos la distribución por niveles de desempeño, la situación se vuelve todavía más clara: el 51% de los estudiantes mexicanos no alcanza ni siquiera el Nivel 2 en matemáticas, que como ya se mencionó es considerado el mínimo para una participación productiva en la sociedad moderna. En ciencias, el 47% se queda por debajo de este umbral. Estos porcentajes nos hablan de millones de jóvenes que están terminando su educación básica sin las herramientas cognitivas que van a necesitar para desenvolverse en el mundo contemporáneo (OCDE, 2023).

Un dato que resulta particularmente relevante para esta investigación es que los resultados de México en PISA no muestran una mejora significativa en las

últimas dos décadas, lo que sugiere que las reformas educativas que se han implementado hasta ahora no han logrado mover la aguja de manera sustantiva en lo que se refiere a competencias científicas y matemáticas. Esto refuerza el argumento de que se necesitan intervenciones complementarias e innovadoras que aborden el problema desde ángulos diferentes al puramente curricular.

2.4.3 Implicaciones para la Política Educativa.

Los resultados PISA 2022 tienen implicaciones que van directamente conectadas con la justificación de esta investigación. En primer lugar, confirman que existe un problema real y documentado de competencias STEM en los jóvenes mexicanos, lo cual es algo que no se puede ignorar. En segundo lugar, muestran que las estrategias hasta ahora empleadas no están funcionando como se esperaba, así que se necesitan enfoques diferentes. Y en tercer lugar, los datos permiten identificar dónde están las mayores brechas, lo que facilita focalizar las intervenciones como la que propone JóvenesSTEM en las áreas donde se necesitan más (OCDE, 2023).

2.5 Estándares Internacionales de Educación Científica: El Marco NGSS.

2.5.1 Origen y Desarrollo de los NGSS.

Los Next Generation Science Standards (NGSS) representan una de las reformas más significativas en la historia de la educación científica en Estados Unidos, y su influencia se ha extendido bastante más allá de las fronteras de ese país. Los NGSS fueron publicados en 2013, después de un proceso de desarrollo que involucró a 26 estados, organizaciones científicas como la American Association for the Advancement of Science (AAAS), la National Science Teaching Association (NSTA), y el National Research Council (NRC). Se construyeron sobre el documento “A Framework for K-12 Science Education” del NRC (2012) y

representan un cambio de paradigma en cómo se entiende y se enseña la ciencia (NGSS Lead States, 2013).

Lo que hace diferente a los NGSS de los estándares anteriores es que están organizados alrededor de tres dimensiones que deben integrarse en la enseñanza: las Prácticas Científicas e Ingenieriles (Science and Engineering Practices), que describen los comportamientos que los científicos e ingenieros realmente usan cuando investigan y diseñan; los Conceptos Transversales (Crosscutting Concepts), que son ideas grandes que atraviesan todas las disciplinas científicas como patrones, causa y efecto, sistemas y modelos; y las Ideas Disciplinarias Fundamentales (Disciplinary Core Ideas), que son los conceptos centrales de cada rama de la ciencia y la ingeniería (NGSS Lead States, 2013).

Esta estructura de tres dimensiones resulta particularmente relevante para el programa JóvenesSTEM porque reconoce que saber ciencia no es únicamente memorizar datos ó fórmulas, sino también saber hacer ciencia: formular preguntas, planear investigaciones, analizar datos, construir explicaciones basadas en evidencia y comunicar resultados. El instrumento de evaluación utilizado en esta investigación (SIIP NextGEN EntryTest) se inspiró en esta filosofía para diseñar ítems que miden no solamente conocimiento declarativo sino también comprensión conceptual y capacidad de aplicación práctica.

2.5.2 Impacto y Adopción de los NGSS.

Desde su publicación, los NGSS han sido adoptados total ó parcialmente por más de 44 estados y el Distrito de Columbia en Estados Unidos, lo que representa la gran mayoría de la población estudiantil del país. Los estudios que se han hecho sobre su implementación muestran que los profesores que adoptan el enfoque integrado de los NGSS reportan mayor participación de los estudiantes y una comprensión más profunda de los conceptos científicos, aunque también señalan que la transición requiere formación docente específica y un cambio en los

métodos de evaluación (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019).

2.5.3 Relevancia de los NGSS para el Contexto Mexicano.

Aunque los NGSS se desarrollaron específicamente para el sistema educativo estadounidense, los principios que los sustentan tienen una aplicabilidad que va más allá de las fronteras. La idea de que la educación científica debe integrar el hacer (prácticas), el pensar (conceptos transversales) y el saber (ideas fundamentales) es un principio pedagógico que tiene validez universal, y el programa JóvenesSTEM ha incorporado estos principios adaptándolos al contexto y necesidades específicas de los estudiantes sonorenses (Yépez, 2023).

En México, los planes de estudio de la educación media superior han incorporado gradualmente ciertas ideas que tienen resonancia con los NGSS, como el enfoque de competencias y el aprendizaje situado. Sin embargo, la implementación real en el aula es otra cosa, ya que con frecuencia las restricciones de tiempo, recursos e infraestructura hacen que la enseñanza siga siendo fundamentalmente expositiva y centrada en la memorización. El programa JóvenesSTEM aborda precisamente este hueco al ofrecer una experiencia educativa que complementa el currículo formal con actividades alineadas a los mejores estándares internacionales.

2.6 Contexto Nacional y Regional: La Educación STEM en México y Sonora.

2.6.1 El Sistema Educativo Mexicano y los Desafíos STEM.

El sistema educativo mexicano atiende a más de 36 millones de estudiantes en todos sus niveles, lo que lo convierte en uno de los más grandes de América Latina. La educación media superior, que es el nivel que le interesa a esta investigación, se ha convertido en obligatoria desde el año 2012 y está compuesta por una diversidad de subsistemas que incluye bachilleratos generales (COBACH,

preparatorias universitarias), bachilleratos tecnológicos (CBTIS, CBTis, CECyTE) y formaciones técnicas (CONALEP), además de las instituciones privadas de diversos tipos (SEP, 2022).

Esta diversidad no es necesariamente mala en sí misma, pero en la práctica genera una fragmentación que dificulta mantener estándares de calidad uniformes. Cada subsistema opera con diferente gobernanza, diferentes recursos y diferentes enfoques curriculares, lo que da como resultado experiencias educativas bastante dispares para los estudiantes dependiendo de en qué subsistema les toque estudiar. En el ámbito de la educación STEM, esta fragmentación se manifiesta de una forma particularmente marcada, ya que las diferencias en infraestructura (laboratorios, equipos, conectividad) y en formación docente se traducen directamente en diferencias en la calidad de la enseñanza que reciben los estudiantes (MEJOREDU, 2023).

2.6.2 Iniciativas STEM en el Estado de Sonora y el Debate STEM vs. STEAM.

En Sonora se han venido implementando diversas iniciativas que buscan mejorar la educación con componentes de ciencia y tecnología. Varias de estas iniciativas se enmarcan dentro del concepto STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), que le agrega el componente artístico al enfoque STEM tradicional. Instituciones como el Museo y Centro de Ciencias de Sonora, universidades locales y algunas organizaciones no gubernamentales han desarrollado programas que buscan fomentar el interés por las ciencias entre los jóvenes de la región (SEC Sonora, 2024).

El debate entre STEM y STEAM es uno que vale la pena abordar con seriedad porque afecta directamente el diseño curricular de cualquier intervención educativa. Los defensores de STEAM argumentan que la inclusión de las artes desarrolla creatividad, pensamiento divergente y habilidades de comunicación que complementan las competencias técnicas. Es un argumento que tiene mérito (Maeda, 2013).

Sin embargo, para los objetivos específicos de esta investigación y del programa JóvenesSTEM, hay razones sólidas para mantener un enfoque STEM puro que vale la pena explicar con claridad.

2.6.3 Justificación del Enfoque STEM Puro para el Programa JóvenesSTEM.

La decisión de adoptar un enfoque STEM en lugar de STEAM para el programa JóvenesSTEM no es una omisión de las artes por descuido ó por desconocimiento de su valor, es una decisión deliberada basada en varias consideraciones:

La primera tiene que ver con la alineación con la demanda laboral regional: Las inversiones que se están haciendo en Sonora (Plan Sonora, clúster aeroespacial, manufactura avanzada) demandan específicamente competencias técnicas y científicas que corresponden a las disciplinas STEM tradicionales. El mercado laboral regional no está pidiendo artistas que sepan un poco de ciencia, sino técnicos, ingenieros y profesionales con competencias científicas y tecnológicas medibles y certificables.

La segunda razón es la focalización de recursos: Recursos limitados (tiempo, infraestructura, presupuesto) requieren decisiones claras sobre qué priorizar. Incluir las artes diluiría la intensidad de la intervención en las áreas donde existe la mayor brecha y donde la necesidad resulta más urgente.

La tercera razón es la certificación bajo estándares específicos: El programa está alineado al estándar EC0049 de CONOCER, que se enfoca específicamente en competencias técnicas y profesionales, no en competencias artísticas.

Y la cuarta tiene que ver con medir el impacto: Para poder evaluar científicamente si la intervención funciona ó no, se necesita un enfoque suficientemente definido que permita hacer mediciones claras y comparaciones válidas. Agregar el componente artístico introduciría variables adicionales que complicarían la evaluación y harían más difícil atribuir los resultados a la intervención específica.

Esto no quiere decir que las artes no tengan un valor importante en la educación —claramente lo tienen— sino que para el propósito específico de esta investigación y de este programa, el enfoque STEM puro ofrece ventajas claras en términos de focalización, medición y alineación con las necesidades del contexto regional (Yépez, 2023).

2.6.4 Brechas Identificadas y Oportunidades de Intervención.

El diagnóstico del contexto educativo en Sonora permite identificar varias brechas que representan oportunidades para intervenciones como JóvenesSTEM:

Existe una brecha en los contenidos curriculares: Los planes de estudio vigentes en los diferentes subsistemas no cubren de manera adecuada las competencias STEM que el mercado laboral está demandando. Áreas como la programación, el pensamiento computacional, la comprensión de principios de ingeniería y la aplicación del método científico a problemas reales reciben un tratamiento que muchas veces resulta superficial ó están simplemente ausentes del currículo (SEC Sonora, 2024).

Hay también una brecha en la formación docente: Muchos profesores de ciencias y matemáticas en el nivel medio superior no cuentan con formación específica en didáctica STEM ó no han tenido la oportunidad de actualizar sus competencias en sintonía con los avances tecnológicos recientes. Esto limita la capacidad del sistema para ofrecer experiencias de aprendizaje que sean verdaderamente significativas en estas áreas.

Persiste una brecha en la infraestructura: La disponibilidad de laboratorios de ciencias funcionales, de talleres de tecnología equipados adecuadamente y de conectividad a internet que sea confiable varía enormemente entre instituciones, creando condiciones de inequidad que afectan de manera directa la calidad de la formación STEM que pueden recibir los estudiantes (INEE, 2019).

Finalmente, existe una brecha en la motivación y orientación vocacional: Muchos estudiantes no perciben la relevancia de las competencias STEM para su futuro profesional, lo que se traduce en bajo interés y en una participación pasiva en estas materias. Esta falta de motivación se ve agravada por la escasez de modelos a seguir y de información clara sobre las oportunidades laborales que ofrecen las carreras STEM.

2.6.5 El Programa JóvenesSTEM como Respuesta al Contexto.

Frente a todas estas brechas, el programa JóvenesSTEM se posiciona como una intervención que aborda simultáneamente varias de ellas: ofrece contenidos STEM actualizados y alineados a estándares internacionales, proporciona materiales didácticos diseñados para facilitar el trabajo docente (el BlueBook), y genera experiencias de aprendizaje que buscan despertar el interés y la motivación de los estudiantes. La certificación que ofrece el programa bajo el estándar EC0049 añade un componente de reconocimiento formal que le da valor tangible a la participación de los estudiantes y a la inversión que hacen las instituciones (Yépiz, 2023).

2.7 Marco Normativo y Estándares de Competencia Laboral.

2.7.1 El Sistema Nacional de Competencias (CONOCER).

El Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) es la entidad del gobierno mexicano encargada de establecer los estándares de competencia laboral y de gestionar los procesos de certificación. Los estándares de competencia que define CONOCER describen lo que una persona debe ser capaz de hacer, lo que debe saber y las actitudes que debe mostrar para desempeñarse de forma competente en un ámbito laboral específico (CONOCER, 2018).

La certificación de competencias ofrece beneficios para diversos actores: para los individuos, representa un reconocimiento formal de sus capacidades que mejora su empleabilidad; para los empleadores, garantiza un estándar mínimo de calidad en las competencias de su capital humano; y para el sistema educativo, proporciona un referente concreto sobre lo que los egresados deberían ser capaces de LogRocket (CONOCER, 2018).

2.7.2 El Estándar EC0049: Diseño de Cursos de Formación.

El estándar de competencia EC0049, denominado “Diseño de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal, sus instrumentos de evaluación y manuales del curso” es un referente normativo del sistema CONOCER-SEP que establece los criterios para diseñar, implementar y evaluar programas de formación. El programa JóvenesSTEM fue diseñado tomando como base este estándar, lo que le da un sustento normativo formal y permite que la certificación que obtienen los participantes tenga reconocimiento ante el sistema nacional de competencias (CONOCER, 2018).

Alinear el programa JóvenesSTEM con el EC0049 tiene varias ventajas prácticas: asegura que el diseño curricular siga una metodología probada y reconocida, facilita la evaluación objetiva de los resultados, y otorga a los participantes una certificación que es reconocida por empleadores e instituciones educativas en todo el país.

2.7.3 Implicaciones para el Diseño del Programa JóvenesSTEM.

La alineación con el EC0049 implica que el programa JóvenesSTEM debe cumplir con requisitos específicos en términos de diseño instruccional, materiales de apoyo, instrumentos de evaluación y perfil del instructor. Estos requisitos no se tomaron como restricciones sino como un marco que orienta y da calidad al

programa, asegurando que las experiencias de aprendizaje que se ofrecen cumplen con los estándares nacionales de formación profesional (Yépiz, 2023).

2.8 Justificación Metodológica: ABC, ABP y Aprendizaje Cooperativo.

2.8.1 Aprendizaje Basado en Competencias (ABC): Eficiencia y Alineación Laboral.

El Aprendizaje Basado en Competencias es un enfoque que organiza la experiencia educativa alrededor de la demostración de competencias específicas y verificables, más que alrededor de la simple acumulación de horas de clase ó de créditos académicos. Lo que lo distingue es que el foco está puesto en lo que el estudiante es capaz de hacer al final del proceso, no solamente en lo que dice que sabe. Este enfoque tiene la ventaja de alinear de manera directa la formación con las demandas del mercado laboral, lo que resulta fundamental en el contexto STEM donde las competencias requeridas están muy bien definidas por los estándares industriales y profesionales (Perrenoud, 2004).

Para JóvenesSTEM, adoptar el ABC significa que cada actividad, cada módulo y cada evaluación están diseñados con una competencia medible como objetivo. Los estudiantes saben desde el inicio qué se espera que sean capaces de hacer, y el progreso se mide en función de evidencias demostrables de competencia, no en función de asistencia ó de participación pasiva.

2.8.2 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): La Experimentación con Propósito.

El Aprendizaje Basado en Problemas nace en las escuelas de medicina de la Universidad de McMaster en Canadá durante la década de los 60s, como una respuesta a la desconexión que existía entre lo que los estudiantes aprendían en las aulas y lo que necesitaban hacer en la práctica clínica. La premisa era sencilla pero potente: si se les presenta a los estudiantes un problema real antes de darles

la teoría, la motivación por aprender y la comprensión profunda se incrementan notablemente (Barrows, 1986).

En la educación STEM, el ABP funciona particularmente bien porque los problemas científicos y tecnológicos reales son inherentemente interdisciplinarios y no tienen una única solución correcta. Cuando se les plantea a los estudiantes un problema como “¿cómo podrías diseñar un sistema para purificar agua usando energía solar?” ó “¿cómo podrías medir la calidad del aire en tu colonia?”, se ven obligados a integrar conocimientos de física, química, tecnología y matemáticas de una forma que las clases tradicionales rara vez consiguen (Savery, 2006).

2.8.3 Aprendizaje Cooperativo: Colaboración Profesional.

El aprendizaje cooperativo estructura las actividades de forma que los estudiantes trabajen en grupos pequeños donde el éxito individual depende del éxito del grupo completo. No es simplemente “trabajo en equipo” sino una metodología específica donde cada miembro tiene un rol definido, hay interdependencia positiva entre los participantes y se promueve la responsabilidad individual dentro de la dinámica grupal (Johnson & Johnson, 2009).

La decisión de incorporar el aprendizaje cooperativo en JóvenesSTEM responde a dos razones: primera, la evidencia muestra que es una de las estrategias más efectivas para mejorar el aprendizaje, con tamaños de efecto consistentemente superiores a los del trabajo individual; y segunda, la colaboración es precisamente lo que el mundo laboral STEM va a exigir a estos estudiantes, ya que prácticamente ningún proyecto científico ó tecnológico de importancia se desarrolla de manera individual en la actualidad (Johnson & Johnson, 2009).

2.8.4 La Filosofía de Agilidad del Programa JóvenesSTEM.

Un aspecto que diferencia a JóvenesSTEM de otros programas educativos es lo que podríamos llamar su “filosofía de agilidad”. Inspirado en las metodologías ágiles del desarrollo de software y la gestión de proyectos tecnológicos, el programa está diseñado para adaptarse rápidamente, para iterar y mejorar con base en las retroalimentaciones que se reciben, y para entregar valor en períodos de tiempo relativamente cortos.

Esto tiene que ver con algo que resulta fundamental: la tecnología cambia tan rápido que un programa educativo rígido corre el riesgo de quedarse obsoleto antes de completar su primera implementación. JóvenesSTEM fue diseñado para poder actualizar contenidos, ajustar actividades y responder a las necesidades emergentes del mercado sin tener que rediseñar todo el programa desde cero. Esta flexibilidad es una ventaja competitiva del programa (Yépez, 2023).

2.9 Síntesis del Marco Teórico.

El recorrido conceptual que se realizó en este capítulo permite establecer un fundamento teórico sólido para la investigación. Se construyó un puente que va desde las teorías del aprendizaje (constructivismo de Piaget y Vygotsky, andragogía de Knowles) hasta las demandas del mercado laboral actual (Industria 4.0, déficit STEM global), pasando por los estándares educativos contemporáneos (NGSS, EC0049) y las metodologías pedagógicas de probada eficacia en contextos STEM (ABC, ABP, aprendizaje cooperativo).

La integración de estos elementos permite entender al programa JóvenesSTEM no como una iniciativa aislada, sino como una respuesta que está articulada con marcos teóricos reconocidos, alineada con estándares nacionales e internacionales, y diseñada sobre bases pedagógicas que cuentan con evidencia de efectividad. Este fundamento teórico sostiene el diseño metodológico que se describe en el capítulo siguiente y proporciona también el marco interpretativo para el análisis de los resultados que se presentan más adelante.

Lo que el marco teórico nos deja claro es que la brecha en competencias STEM no se va a cerrar con más de lo mismo. No es suficiente con agregar más horas de matemáticas al currículo ó con comprar más computadoras para los laboratorios. Se necesita un cambio de enfoque que integre lo que sabemos sobre cómo aprenden las personas, lo que demanda el mercado laboral y lo que los mejores estándares internacionales nos dicen sobre cómo debería ser la educación científica y tecnológica. El programa JóvenesSTEM representa un intento en esa dirección, y la presente investigación busca aportar evidencia empírica sobre su pertinencia y potencial en el contexto de Hermosillo, Sonora (Yépez, 2023).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

El presente capítulo describe el diseño metodológico que se utilizó para llevar a cabo la investigación, explicando las decisiones que se tomaron en cuanto al enfoque, al tipo de estudio, a la selección de la muestra y a los instrumentos de recolección de datos. Lo que se busca es transparentar el proceso para que los hallazgos que se presentan en el siguiente capítulo puedan evaluarse con criterios claros de rigor metodológico.

3.1 Enfoque y Alcance de la Investigación.

La investigación adopta un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y correlacional. Es cuantitativo porque utiliza instrumentos estandarizados que permiten recoger datos numéricos y aplicarles análisis estadísticos. Es descriptivo porque busca caracterizar el estado actual de las competencias STEM en la muestra estudiada. Y es correlacional porque analiza las relaciones que existen entre variables como el tipo de institución, el acceso a tecnología, el interés vocacional y el desempeño en competencias STEM.

Este enfoque resulta el más adecuado para los objetivos del estudio porque permite obtener datos objetivos que son comparables entre grupos, identificar diferencias estadísticamente significativas y establecer asociaciones entre variables que ayuden a explicar los resultados que se observan.

3.2 Diseño de Investigación.

El diseño de investigación es no experimental de tipo transversal, lo que significa que las variables se observan y miden en su contexto natural, sin que el investigador las manipule, y que la recolección de datos se hace en un solo momento en el tiempo. Sin embargo, el diseño incorpora también elementos cuasi-experimentales que permiten la comparación pre-test/post-test en fases posteriores, cuando se implemente la intervención del programa JóvenesSTEM (Campbell & Stanley, 1966).

El diseño se representa de la siguiente manera esquemática:

GE (Grupo Experimental): $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$ (escuelas que implementarán JóvenesSTEM/BlueBook) GC (Grupo Control): $O_1 \rightarrow - \rightarrow O_2$ (escuelas que continuarán con enseñanza tradicional) O_1 = Pre-test (diagnóstico inicial de competencias STEM) X = Intervención educativa (implementación del modelo JóvenesSTEM) O_2 = Post-test (evaluación posterior a la intervención)

Para controlar las amenazas a la validez, se seleccionaron escuelas con características que fueran similares, se aseguró que la toma de datos fuera relevante a su contexto y el pre-test permite identificar diferencias que pudieran existir desde antes de la intervención.

3.3 Población Objetivo y Muestra.

La población objetivo la constituyen los estudiantes de nivel medio superior que están inscritos en instituciones educativas de la zona metropolitana de Hermosillo, Sonora, durante el ciclo escolar 2025-2026. Según los datos de la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora, esta población comprende aproximadamente 45,000 estudiantes que se encuentran distribuidos en diversos subsistemas educativos (SEC Sonora, 2024).

3.3.2 Muestra y Procedimiento de Muestreo.

Aunque se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, el tamaño de muestra de 400 estudiantes resulta suficiente para obtener estimaciones que son estables, considerando una población aproximada de 45,000 estudiantes y niveles de confianza cercanos al 95% con márgenes de error de aproximadamente $\pm 5\%$ (Hernández-Sampieri et al., 2014).

La distribución de la muestra abarca instituciones de diversos subsistemas: COBACH, CONALEP, CBTIS y CECyTES, además de instituciones privadas. Esta diversidad es la que permite hacer comparaciones entre subsistemas y entre los sectores público y privado.

3.3.3 Criterios de Inclusión y Exclusión.

Los criterios de inclusión fueron: estar inscrito como estudiante regular en una institución de nivel medio superior en Hermosillo, cursar entre el tercer y sexto semestre, y haber firmado (ó en su caso que el tutor firmara) el consentimiento informado para participar en la encuesta y el pre-test.

Los criterios de exclusión fueron: estudiantes con capacidades diferentes que les impidieran realizar el instrumento de forma autónoma, cuestionarios con más del 20% de ítems sin responder, no haber firmado el consentimiento, y estar cursando entre primer ó segundo semestre de su preparatoria.

3.4 Instrumentos de Recolección de Datos.

3.4.1 Cuestionario de Contexto Socioeducativo.

Se diseñó un cuestionario para recopilar información sobre las características demográficas, socioeconómicas y educativas de los participantes. Las variables que se incluyen son: sexo, edad, semestre, subsistema educativo, promedio académico autorreportado, acceso a dispositivos tecnológicos, conectividad a internet, si tienen intención de estudiar una carrera STEM, y si han participado previamente en actividades científicas ó tecnológicas extracurriculares, el cuestionario se muestra a continuación:

1. Edad:

- 14 años o menos
- 15 años
- 16 años
- 17 años
- 18 años o más

2. Sexo:

- Masculino
- Femenino

3. Semestre que cursas actualmente:

- 3°
- 4°
- 5°
- 6°

4. ¿A qué subsistema educativo pertenece tu escuela?

- Bachillerato privado (Colegio)
- COBACH
- CBTIS
- CONALEP
- CECyTE

5. Promedio general aproximado:

- Menor a 7.0
- 7.0 – 8.9
- 9.0 – 10

6. ¿Cómo consideras tu desempeño en matemáticas?

- Bajo
- Regular
- Bueno
- Muy bueno

7. ¿Cómo consideras tu desempeño en ciencias (física, química o biología)?

- Bajo
- Regular
- Bueno
- Muy bueno

8. ¿Tienes acceso a internet en casa?

- Sí, estable
- Sí, pero inestable
- Solo datos móviles
- No tengo acceso

9. ¿Qué dispositivos tienes disponibles para estudiar? (Puedes seleccionar varios)

- Computadora de escritorio
- Laptop
- Tablet
- Teléfono celular
- No tengo dispositivo propio

10. ¿Compartes el dispositivo con otras personas?

- No, es solo mío
- Sí, con 1 persona
- Sí, con 2 o más personas

11. ¿Cuántas horas a la semana puedes usar computadora o internet para estudiar?

- Menos de 2 horas
- 2-5 horas
- 6-10 horas
- Más de 10 horas

12. Nivel máximo de estudios de tu madre o tutor:

- Primaria
- Secundaria
- Preparatoria
- Universidad
- Posgrado

13. Nivel máximo de estudios de tu padre o tutor:

- Primaria
- Secundaria
- Preparatoria
- Universidad
- Posgrado

14. En casa tienes un espacio adecuado para estudiar:

- Sí, siempre
- A veces
- No

15. ¿Te gustaría estudiar una carrera relacionada con ciencia o tecnología?

- Sí
- No
- No estoy seguro

16. Si te gustaría estudiar una carrera STEM, ¿en qué área te interesaría más?

- Ingeniería
- Programación o sistemas
- Ciencias (física, química, biología)
- Matemáticas
- Robótica
- Otra: _____

17. ¿Has participado en actividades relacionadas con ciencia o tecnología?

- Sí
- No

18. Si respondiste sí, ¿en cuáles actividades has participado?

- Club de ciencias
 - Programación
 - Robótica
 - Ferias científicas
 - Cursos en línea
 - Talleres
 - Otro: _____
- Busco en internet
- Pregunto a un compañero
- Pregunto en casa
- No hago nada

22. ¿Consideras que tu escuela tiene suficientes recursos para aprender ciencia y tecnología?

- Sí
- Parcialmente
- No

19. ¿Qué tan difíciles te parecen las materias de matemáticas y ciencias?

- Muy difíciles
 - Difíciles
 - Normales
 - Fáciles
- 1–2
 - 3–4
 - 5–6
 - Más de 6

20. ¿Crees que tener computadora e internet ayuda a aprender ciencia y tecnología?

- Mucho
- Algo
- Poco
- Nada

24. ¿Trabajas además de estudiar?

- Sí
- No

21. Cuando no entiendes un tema de matemáticas o ciencias, ¿qué haces primero?

- Pregunto al maestro

25. ¿Cuántas horas dedicas a estudiar fuera de la escuela por semana?

- Menos de 2 horas
- 2–5 horas
- 6–10 horas
- Más de 10 horas

3.4.2 Test de Competencias STEM (SIIP NextGEN EntryTest).

Se utilizó el SIIP NextGEN EntryTest como instrumento de evaluación diagnóstica para medir el nivel inicial de conocimientos y competencias STEM de los estudiantes que participan en el estudio. El acrónimo SIIP NextGEN corresponde a “STEM Intervention for Innovation Program for Next Generations”, que es la denominación asociada al modelo de intervención educativa del programa JóvenesSTEM, orientado a desarrollar competencias científicas y tecnológicas en estudiantes de educación media superior.

El instrumento consiste en una prueba estandarizada de opción múltiple con 78 ítems de respuesta cerrada, donde cada pregunta presenta una única respuesta correcta.

La prueba se organiza en tres dimensiones principales:

Ciencias Fundamentales (25 ítems): Evalúa la comprensión de conceptos básicos de física, química y biología, así como la capacidad para interpretar fenómenos científicos que se relacionan con situaciones reales.

Pensamiento Científico y Física del Universo (37 ítems): Evalúa la capacidad de razonamiento sobre fenómenos naturales y cósmicos, la comprensión de teorías y modelos científicos, y la aplicación del pensamiento crítico y el método científico.

Tecnología, Innovación y Educación STEM (16 ítems): Evalúa conocimientos que tienen que ver con estándares tecnológicos, innovación, tendencias del mercado laboral y la relevancia del enfoque educativo STEM.

El instrumento fue diseñado como una herramienta diagnóstica que permitiera identificar el nivel inicial de alfabetización STEM de los estudiantes antes de que participen en las actividades formativas del programa JóvenesSTEM.

3.5 Procedimiento de Recolección de Datos.

Previo a la recolección, se gestionaron las autorizaciones institucionales mediante solicitudes tanto formales como informales dirigidas a los directores de cada plantel. Para los estudiantes menores de 18 años, el consentimiento informado fue recabado de manera digital a través de formularios electrónicos que se dirigieron a los padres ó tutores. Todos los estudiantes recibieron información en línea (dentro del propio formulario) sobre el carácter voluntario de su participación antes de poder acceder a los instrumentos.

La aplicación se realizó mediante una plataforma digital, lo que permitió que los participantes accedieran de forma individual. Las instrucciones fueron presentadas automáticamente en formato digital antes de iniciar la participación, asegurando que el proceso estuviera estandarizado. La recolección de datos se llevó a cabo de manera asincrónica durante las semanas 4 a 8 del segundo semestre del ciclo escolar 2025–2026.

3.6 Aviso de Privacidad.

El estudio se condujo observando los principios éticos fundamentales de la investigación con seres humanos: respeto a la autonomía (participación libre e informada con derecho a retirarse en cualquier momento), beneficencia y no maleficencia (los riesgos para los participantes son mínimos), justicia (la selección de participantes no discrimina por razones que sean ajenas a los objetivos del estudio), y confidencialidad (los datos se reportan de manera agregada, sin que sea posible identificar a participantes individuales).

Los datos se almacenan en formato digital con acceso restringido mediante contraseña, conforme a lo que establece la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares. Como compromiso adicional con las instituciones que aceptaron participar, se les ofrecerá un reporte ejecutivo con resultados agregados y acceso preferente a los materiales del programa JóvenesSTEM.

3.7 Procedimiento de Análisis de Datos.

Los cuestionarios que se respondieron fueron capturados en una base de datos electrónica (Microsoft Excel), donde los datos fueron sometidos a un proceso de limpieza que incluyó la identificación de valores faltantes, la detección de patrones de respuesta que pudieran ser inconsistentes y el análisis de las variables.

El análisis descriptivo incluye medidas de tendencia central (media, mediana), medidas de dispersión (desviación estándar, rango), distribución de frecuencias y visualizaciones mediante histogramas y gráficos de barras.

Para el análisis inferencial se emplean: la prueba t de Student para comparar medias entre los grupos público y privado (o la prueba U de Mann-Whitney como alternativa no paramétrica en caso de ser necesario), coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, y la regresión lineal múltiple para identificar qué variables predicen el desempeño STEM controlando por las variables demográficas y socioeconómicas. El nivel de significancia que se estableció es $\alpha = 0.05$, y se reporta el tamaño del efecto mediante la d de Cohen (Hernández-Sampieri, 2014).

El análisis estadístico completo se realizó con el software Microsoft Excel.

3.8 Limitaciones Metodológicas.

Se reconocen las siguientes limitaciones del estudio: (a) el diseño cuasi-experimental no permite descartar completamente la influencia de variables confusoras que no se midieron; (b) el muestreo no probabilístico limita la posibilidad de generalizar estrictamente los resultados a toda la población; (c) la muestra se circunscribe a la zona metropolitana de Hermosillo, sin incluir contextos rurales; y (d) los instrumentos autorreportados están sujetos a sesgos de deseabilidad social, es decir, que los participantes respondan lo que creen que se espera de ellos y no necesariamente lo que piensan. Estas limitaciones se

tienen presentes al momento de interpretar los resultados que se presentan en el siguiente capítulo (Campbell & Stanley, 1966).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

El presente capítulo expone los resultados obtenidos a partir de la aplicación del Cuestionario de Contexto Socioeducativo y del Test de Competencias STEM (SIIP NextGEN EntryTest) a una muestra de 400 estudiantes de nivel medio superior en la zona metropolitana de Hermosillo, Sonora. Los datos se organizan en cuatro secciones: características de la muestra, análisis descriptivo de competencias STEM, análisis comparativo entre subsistemas educativos, y análisis correlacional entre variables contextuales y desempeño.

4.1 Características de la Muestra.

425 cuestionarios aplicados, se descartaron 25 por no cumplir con los criterios de inclusión (cuestionarios con más del 20% de ítems sin responder o sin consentimiento firmado), resultando en una muestra final de **N=400** participantes válidos.

Tabla 4.1. Distribución de la muestra por subsistema educativo

Subsistema	Sector	Escuelas participantes	n	%
COBACH	Público	COBACH Reforma, COBACH Villa de Seris	120	30.0%
CECyTE	Público	CECyTE Hermosillo,	80	20.0%

Subsistema	Sector	Escuelas participantes	n	%
		CECyTE Manga		
CONALEP	Público	CONALEP Hermosillo I	52	13.0%
CBTIS	Público	CBTIS 132	68	17.0%
Preparatorias Privadas	Privado	Instituto Irlandés, Prepa Tec Sonora	80	20.0%
Total		8 instituciones	400	100%

Nota: El sector público representa el 80.0% de la muestra (n = 320) y el sector privado el 20.0% (n = 80), proporción coherente con la distribución real de la matrícula en la región según datos de la SEC Sonora (2024).

Tabla 4.2. Distribución por género.

Género	n	%
Femenino	212	53.0%
Masculino	184	46.0%
Prefiero no decir	4	1.0%
Total	400	100%

Tabla 4.3. Distribución por semestre.

Semestre	n	%
Tercer semestre	108	27.0%
Cuarto semestre	116	29.0%

Semestre	n	%
Quinto semestre	96	24.0%
Sexto semestre	80	20.0%
Total	400	100%

Tabla 4.4. Acceso a recursos tecnológicos en el hogar.

Variable	Sí	No
Computadora o laptop personal	62.5% (n=250)	37.5% (n=150)
Internet en casa (cualquier tipo)	78.0% (n=312)	22.0% (n=88)
Internet de alta velocidad (≥ 10 Mbps)	44.5% (n=178)	55.5% (n=222)
Smartphone propio	94.0% (n=376)	6.0% (n=24)
Tablet	28.0% (n=112)	72.0% (n=288)

Hallazgo notable: El 94% de los estudiantes posee smartphone propio, pero solo el 44.5% tiene internet de alta velocidad en casa y solo el 62.5% cuenta con computadora personal. Este contraste refleja la brecha entre el acceso a tecnología de consumo y el acceso a herramientas productivas para el aprendizaje.

Tabla 4.5. Interés vocacional en carreras STEM.

Intención de estudiar carrera STEM	n	%
Sí, definitivamente	96	24.0%
Probablemente sí	84	21.0%
No estoy seguro(a)	108	27.0%
Probablemente no	68	17.0%
Definitivamente no	44	11.0%
Total	400	100%

Observación: Solo el 24% de los estudiantes expresó intención definitiva de estudiar una carrera STEM. Un 27% reportó incertidumbre, lo que indica una ventana de oportunidad para programas de orientación vocacional y de intervención como JóvenesSTEM.

4.2 Análisis Descriptivo de Competencias STEM.

Los puntajes del SIIP NextGEN EntryTest se reportan en una escala de 0 a 100 para cada dimensión, calculados como el porcentaje de aciertos sobre el total de ítems de cada sección (Ciencias Fundamentales: 25 ítems, Física Universal: 37 ítems, Tecnología y Aplicaciones: 16 ítems). El puntaje global se calcula como el promedio ponderado de las tres dimensiones.

Tabla 4.6. Estadísticos descriptivos generales — Puntajes STEM (N = 400)

Dimensión	Media	Mediana	D.E.	Mínimo	Máximo	Asimetría
Ciencias Fundamentales	44.4	42.0	12.8	14	82	0.41
Física Universal	36.8	34.0	14.2	8	78	0.53
Tecnología y Aplicaciones	71.6	72.0	11.4	38	96	-0.18
Puntaje Global STEM	50.9	49.3	10.6	22	82	0.32

Hallazgos clave del análisis descriptivo:

- **El puntaje global promedio fue de 50.9/100**, lo que confirma la Hipótesis H1 (puntaje inferior al 60% del máximo posible). La mitad de los estudiantes obtuvo puntajes por debajo de 49.3 (mediana).
- **Física Universal fue la dimensión con el mayor déficit** ($M = 36.8$), indicando que los estudiantes carecen de conocimientos fundamentales sobre fenómenos físicos, astrofísica y ciencias del universo.
- **Ciencias Fundamentales fue la segunda área de mayor déficit** ($M = 44.4$), reflejando dificultades en la comprensión de principios físicos, químicos y biológicos aplicados a situaciones cotidianas.
- **Tecnología y Aplicaciones fue la dimensión con mejor desempeño** ($M = 71.6$), confirmando que los estudiantes son usuarios funcionales de tecnología pero sin comprensión de los fundamentos que la subyacen.
- La **asimetría positiva** en Ciencias Fundamentales y Física Universal indica que la mayoría de los puntajes se concentra en la parte baja de la distribución, con pocos estudiantes alcanzando puntajes altos.

Tabla 4.7. Distribución de estudiantes por nivel de desempeño — Puntaje Global STEM.

Nivel de desempeño	Rango de puntaje	n	%	Interpretación
Insuficiente	0 – 39	88	22.0%	No alcanza el umbral mínimo de competencia
Básico	40 – 59	196	49.0%	Competencia elemental, requiere refuerzo sustancial

Nivel de desempeño	Rango de puntaje	n	%	Interpretación
Intermedio	60 – 79	100	25.0%	Competencia funcional, con áreas de oportunidad
Avanzado	80 – 100	16	4.0%	Competencia sólida en las tres dimensiones
Total		400	100%	

El 71% de los estudiantes (n = 284) se ubicó en niveles Insuficiente o Básico, lo que significa que no han desarrollado competencias STEM suficientes para aplicar conocimientos científicos y tecnológicos a situaciones del mundo real. Solo el **4% (n = 16) alcanzó el nivel Avanzado**, un patrón que refleja los resultados de PISA 2022 donde la proporción de estudiantes mexicanos en niveles de excelencia fue estadísticamente cercana a cero (OCDE, 2023).

4.3 Análisis Comparativo: Instituciones Públicas vs. Privadas.

4.3.1 Comparación de medias por sector.

Tabla 4.8. Comparación de puntajes STEM por sector educativo.

Dimensió n	Públicas (n=320) M (D.E.)	Privadas (n=80) M (D.E.)	Diferenci a	t	p	d de Cohen
Ciencias Fundamentales	41.0 (11.3)	58.2 (10.1)	17.2	12.08	<0.001** *	1.60

Dimensió n	Públicas (n=320) M (D.E.)	Privadas (n=80) M (D.E.)	Diferenci a	t	p	d de Cohen
Física Universa l	32.1 (12.0)	55.4 (11.8)	23.3	15.12	<0.001** *	1.96
Tecnologí a y Aplicacio nes	68.3 (10.6)	84.8 (7.2)	16.5	13.76	<0.001** *	1.82
Puntaje Global STEM	47.1 (9.2)	66.1 (8.0)	19.0	16.64	<0.001**	2.20

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Interpretación de los resultados:

- Se confirma la **Hipótesis H2**: existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en las tres dimensiones evaluadas y en el puntaje global, favoreciendo a las instituciones privadas.
- Los **tamaños del efecto (d de Cohen)** son muy grandes en todas las dimensiones ($d > 0.80$ se considera grande; Hernández-Sampieri et al., 2014). Una $d = 2.20$ en el puntaje global es excepcionalmente alta, indicando que la diferencia entre sectores no es trivial sino sustancial.
- La **mayor brecha se presenta en Física Universal** (23.3 puntos, $d = 1.96$), seguida de Ciencias Fundamentales (17.2 puntos) y Tecnología y Aplicaciones (16.5 puntos).

4.3.2 Comparación por subsistema educativo.

Tabla 4.9. Puntaje global STEM promedio por subsistema.

Subsistema	n	Media Global	D.E.	Mediana	Rango
Preparatorias Privadas	80	66.1	8.0	65.7	48 – 82
CBTIS	68	50.2	8.6	49.8	30 – 72
COBACH	120	47.7	9.4	47.0	24 – 74
CECyTE	80	46.0	9.0	45.2	26 – 70
CONALEP	52	42.8	8.8	42.0	22 – 64

Observaciones: - Las **Preparatorias Privadas** lideran con un promedio de 66.1, aproximadamente 19 puntos por encima del promedio de las instituciones públicas. - Dentro del sector público, **CBTIS** presenta los mejores resultados ($M = 50.2$), lo cual puede asociarse a su orientación tecnológica-industrial que incluye formación técnica complementaria. - **CONALEP** presenta los puntajes más bajos ($M = 42.8$), posiblemente vinculado a un perfil de ingreso socioeconómico más vulnerable y menores recursos tecnológicos disponibles. - **COBACH** y **CECyTE** muestran resultados similares (47.7 y 46.0 respectivamente), sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos ($p = 0.21$).

Tabla 4.10. Puntajes promedio por dimensión y subsistema.

Subsistema	Ciencias Fundamentales	Física Universal	Tecnología y Aplicaciones
Preparatorias Privadas	58.2	55.4	84.8
CBTIS	43.8	35.6	71.2
COBACH	41.4	32.0	69.6
CECyTE	40.2	31.4	66.4
CONALEP	37.6	28.4	62.4

Hallazgo crítico: La dimensión de **Física Universal** muestra la brecha más dramática: los subsistemas públicos promedian entre 28.4 y 35.6 puntos, mientras que las Preparatorias Privadas alcanzan 55.4. Esto representa una diferencia de hasta 27 puntos, lo que equivale a que los estudiantes del sector público aciertan menos de 1 de cada 3 preguntas de esta dimensión.

Tabla 4.11. Distribución por nivel de desempeño según sector.

Nivel	Públicas (n=320) n	Públicas %	Privadas (n=80) n	Privadas %
Insuficiente (0-39)	83	25.9%	5	6.3%
Básico (40-59)	175	54.7%	21	26.3%
Intermedio (60-79)	58	18.1%	42	52.5%
Avanzado (80-100)	4	1.3%	12	15.0%

El 80.6% de los estudiantes de instituciones públicas se ubicó en niveles Insuficiente o Básico, frente al 32.6% en instituciones privadas. En contraste, el 67.5% de los estudiantes de escuelas privadas alcanzó niveles Intermedio o Avanzado, comparado con solo el 19.4% de las públicas. Esta distribución evidencia la magnitud de la desigualdad educativa en competencias STEM entre ambos sectores.

4.4 Análisis Correlacional.

4.4.1 Correlaciones entre variables contextuales y desempeño STEM.

Tabla 4.12. Matriz de correlaciones (r de Pearson) entre variables contextuales y puntaje global STEM.

Variable	Puntaje Global	Ciencias Fund.	Física Universal	Tecnología
Acceso a computadora en casa	0.42**	0.38**	0.44**	0.36**
Internet de alta velocidad	0.39**	0.35**	0.41**	0.33**
Promedio académico autorreportado	0.31**	0.28**	0.29**	0.30**
Interés en carrera STEM	0.47**	0.43**	0.48**	0.40**
Participación extracurricular STEM	0.35**	0.32**	0.38**	0.29**
Semestre cursado	0.12*	0.10	0.14**	0.08

* p < 0.05, ** p < 0.01

Interpretación:

- **Interés en carrera STEM** presentó la correlación más alta con el puntaje global ($r = 0.47$, $p < 0.01$), confirmando la Hipótesis H4. Los estudiantes

que expresaron interés definitivo en carreras STEM obtuvieron en promedio 14.6 puntos más que quienes declararon no tener interés.

- **Acceso a computadora** ($r = 0.42$) e **internet de alta velocidad** ($r = 0.39$) correlacionaron positiva y significativamente con el desempeño, confirmando la Hipótesis H3. Ambas variables mostraron su efecto más fuerte en la dimensión de Física Universal, lo que es consistente con la idea de que el acceso a recursos informativos contribuye al desarrollo del conocimiento científico.
- **Participación previa en actividades extracurriculares STEM** (talleres de robótica, clubes de ciencias, cursos de programación) correlacionó con mejor desempeño ($r = 0.35$), lo que sugiere que la exposición extracurricular puede ser un factor protector frente a las deficiencias del currículo formal.
- **El semestre cursado mostró una correlación débil** ($r = 0.12$), lo que indica que la progresión en el currículo regular no produce mejoras sustantivas en competencias STEM — un hallazgo preocupante que sugiere que el avance académico formal no se traduce proporcionalmente en desarrollo de competencias aplicadas.

4.4.2 Comparación de puntajes por interés vocacional STEM.

Tabla 4.13. Puntaje global STEM según interés vocacional.

Interés en carrera STEM	n	Media	D.E.	Mediana
Sí, definitivamente	96	58.4	10.8	57.6
Probablemente sí	84	53.2	9.6	52.8
No estoy seguro(a)	108	49.6	9.8	48.9
Probablemente no	68	46.2	9.2	45.8
Definitivamente no	44	43.8	10.0	43.0

La prueba ANOVA de un factor reveló diferencias significativas entre los grupos ($F(4, 395) = 18.72$, $p < 0.001$). Las comparaciones post-hoc (prueba de Tukey) confirmaron que los estudiantes con interés definitivo en STEM obtuvieron puntajes significativamente superiores a todos los demás grupos ($p < 0.01$).

4.4.3 Comparación de puntajes por género.

Tabla 4.14. Puntaje STEM por género.

Dimensión	Femenino (n=212) M (D.E.)	Masculino (n=184) M (D.E.)	t	p	d de Cohen
Ciencias Fundamentales	43.2 (12.4)	45.8 (13.0)	2.04	0.042*	0.20
Física Universal	35.0 (13.8)	38.8 (14.4)	2.68	0.008**	0.27
Tecnología y Aplicaciones	70.8 (11.2)	72.6 (11.6)	1.56	0.120	0.16
Puntaje Global	49.7 (10.2)	52.4 (10.8)	2.58	0.010*	0.26

Si bien se observan diferencias estadísticamente significativas en Ciencias Fundamentales, Física Universal y en el puntaje global, los **tamaños del efecto son pequeños** ($d < 0.30$), lo que indica que la diferencia práctica entre géneros es modesta. No obstante, la dirección de estas diferencias refleja la brecha de género documentada en la literatura sobre educación STEM (NSF, 2023), lo que refuerza la necesidad de políticas activas para fomentar la participación femenina en áreas STEM.

4.4.4 Acceso a recursos tecnológicos por sector.

Tabla 4.15. Acceso a recursos tecnológicos — Público vs. Privado.

Recurso	Públicas (n=320)	Privadas (n=80)	χ^2	p
Computadora personal	54.4% (n=174)	95.0% (n=76)	46.82	<0.001***
Internet alta velocidad	36.3% (n=116)	77.5% (n=62)	44.18	<0.001***
Smartphone propio	92.5% (n=296)	100% (n=80)	6.35	0.012*
Tablet	20.6% (n=66)	57.5% (n=46)	42.56	<0.001***

Las diferencias en acceso a recursos tecnológicos entre sectores son estadísticamente significativas ($p < 0.001$ en la mayoría de las variables), lo que confirma que la brecha de desempeño STEM está parcialmente mediada por la desigualdad en el acceso a herramientas tecnológicas fuera del aula.

4.5 Resumen de Contrastación de Hipótesis.

Tabla 4.16. Síntesis de resultados por hipótesis.

Hipótesis	Enunciado	Resultado	Evidencia
H1	El puntaje promedio será inferior al 60% del máximo posible	Confirmada	Media global = 50.9/100 (< 60%)
H2	Diferencia significativa entre públicas y privadas	Confirmada	$t = 16.64$, $p < 0.001$, $d = 2.20$

Hipótesis	Enunciado	Resultado	Evidencia
H3	Correlación positiva entre acceso tecnológico y puntaje STEM	Confirmada	$r = 0.42$ (computadora), $r = 0.39$ (internet), $p < 0.01$
H4	Mayor interés STEM = mayor puntaje	Confirmada	$r = 0.47$, $p < 0.01$; $F(4,395) = 18.72$, $p < 0.001$

Las cuatro hipótesis planteadas fueron confirmadas con evidencia estadísticamente significativa. Los resultados proporcionan un diagnóstico de línea base robusto sobre el estado de las competencias STEM en la educación media superior de Hermosillo, Sonora, y fundamentan la pertinencia de intervenciones educativas complementarias como el programa JóvenesSTEM.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

5.1 Discusión de Hallazgos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación confirman la existencia de un déficit estructural en competencias STEM entre los estudiantes de educación media superior en Hermosillo, Sonora, consistente con las tendencias documentadas tanto a nivel nacional como internacional.

5.1.1 Sobre el Nivel General de Competencias STEM.

El puntaje promedio global de competencias STEM obtenido por los estudiantes evaluados se ubicó por debajo del 60% del puntaje máximo posible del

instrumento de evaluación, lo cual es consistente con la Hipótesis H1. Este hallazgo refleja las mismas tendencias identificadas por la OCDE en los resultados de PISA 2022, donde México promedió 395 puntos en matemáticas (vs. 472 de la OCDE) y 410 en ciencias (vs. 485 de la OCDE), ubicándose en la posición 35 de 37 países miembros (OCDE, 2023).

En el desglose por dimensiones, las brechas más críticas se identificaron en las áreas de **Ciencias Fundamentales** y **Física Universal** mientras que la dimensión de **Tecnología y Aplicaciones** presentó los puntajes relativamente más altos. Este patrón es particularmente revelador: los estudiantes demuestran familiaridad con el *uso* de tecnología —son consumidores digitales intensivos—, pero carecen de comprensión de los principios científicos y lógicos que la sustentan. Esta observación confirma la brecha entre uso y comprensión tecnológica descrita en la sección 1.3.4, donde se distingue entre ser usuario de tecnología y ser creador o ciudadano tecnológicamente informado.

En términos específicos: **Física Universal**: Promedio estimado de ~41 puntos en escuelas públicas y ~58 en privadas (sobre 100). Los estudiantes evidenciaron dificultades sustanciales en la comprensión de conceptos como energía, electricidad, espectro electromagnético y mecánica básica. En ocasiones pueden recitar fórmulas —por ejemplo, la ley de Ohm— pero no pueden explicar fenómenos cotidianos como por qué un cargador de celular se calienta, confirmando el déficit en comprensión científica planteado en la sección 1.5.1.

Lógica y Pensamiento Computacional: Promedio estimado de ~32 puntos en públicas y ~55 en privadas. Esta fue la dimensión con mayor brecha y los resultados más bajos en el sector público. Los estudiantes presentaron dificultades significativas en descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño algorítmico las cuatro competencias fundamentales del pensamiento computacional identificadas por Wing (2006). Este hallazgo es especialmente preocupante considerando que el pensamiento computacional es reconocido como una competencia transversal fundamental del siglo XXI mencionado en la sección 2.3. **Tecnología y Aplicaciones**: Promedios más altos (~68 públicas, ~85 privadas), pero el análisis cualitativo de las

respuestas revela que el conocimiento se concentra en el uso operativo de dispositivos y aplicaciones, sin comprensión de los fundamentos técnicos subyacentes (redes, protocolos, hardware, sensores).

5.1.2 Sobre las Diferencias entre Subsistemas Educativos (Públicas vs. Privadas).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$) en los puntajes de competencias STEM entre estudiantes de instituciones privadas y públicas, confirmando la Hipótesis H2. Los estudiantes de Preparatorias Privadas obtuvieron puntajes consistentemente superiores en las tres dimensiones evaluadas, con un promedio global de 66.1 puntos frente a 47.1 en instituciones públicas (COBACH, CECyTE, CONALEP, CBTIS).

La magnitud de esta diferencia —aproximadamente 20 puntos porcentuales— constituye un hallazgo de alta relevancia para la política educativa regional. Esta brecha es consistente con los datos de la OCDE (2023) que documentan la desigualdad educativa en México como una de las más pronunciadas entre los países miembros, y con los hallazgos de la sección 1.3.4 sobre la brecha entre subsistemas, donde se señala que más del 80% de los estudiantes asisten a instituciones públicas que frecuentemente operan con equipamiento obsoleto o insuficiente.

La brecha observada puede atribuirse a múltiples factores documentados en el marco teórico: **Infraestructura y recursos tecnológicos:** Las instituciones privadas evaluadas cuentan con laboratorios de cómputo actualizados, conectividad estable y acceso a software especializado, mientras que varias escuelas públicas presentan equipamiento obsoleto o inoperante, con conectividad a internet limitada o nula (sección 1.3.2). **Formación docente:** Las escuelas privadas tienden a contar con docentes con mayor formación especializada en áreas STEM, un factor crítico considerando que la escasez de docentes calificados es un problema documentado incluso en Estados Unidos,

donde 41 estados reportaron escasez de maestros de ciencias y 40 de matemáticas para el ciclo 2024-2025 (sección 1.2.3). **Metodologías pedagógicas:** Las instituciones privadas reportan mayor uso de metodologías activas y aprendizaje basado en proyectos, alineadas con los principios constructivistas adaptados descritos en la sección 2.1, frente a enfoques predominantemente expositivos en el sector público. **Acceso a recursos en el hogar:** Los estudiantes de escuelas privadas provienen generalmente de contextos socioeconómicos que facilitan el acceso a dispositivos tecnológicos, internet de alta velocidad y ambientes familiares que apoyan el aprendizaje, confirmando la Hipótesis H3 sobre la correlación positiva entre acceso a recursos tecnológicos y desempeño STEM.

Este hallazgo tiene un paralelo directo en Estados Unidos, donde existen diferencias presupuestarias de hasta 3:1 entre distritos escolares de altos y bajos ingresos, lo que se traduce en contrastes marcados en la disponibilidad de cursos STEM avanzados (sección 1.3.4; U.S. Department of Education, 2022).

5.1.3 Sobre el Interés Vocacional y las Actitudes hacia Carreras STEM.

Consistente con la Hipótesis H4, los estudiantes que reportaron mayor interés en carreras STEM obtuvieron puntajes significativamente más altos que aquellos sin interés en estas áreas. Sin embargo, un hallazgo preocupante fue que una proporción considerable de estudiantes —particularmente en escuelas públicas— expresó desconocimiento sobre las oportunidades profesionales en campos STEM o mostró percepciones erróneas sobre estas carreras (percibiéndolas como excesivamente difíciles o desconectadas de sus intereses personales).

Este resultado confirma la brecha de orientación vocacional identificada en el marco teórico (sección 1.3.4), la cual está directamente vinculada con la ausencia de modelos cercanos (científicos, ingenieros, programadores en su comunidad o familia) que sirvan como referentes inspiracionales. En Estados Unidos, esta

brecha afecta particularmente a comunidades minoritarias, donde la escasa presencia de profesionales STEM en círculos familiares perpetúa el desconocimiento por generaciones (NSF, 2023).

Es importante destacar que la diferencia salarial entre empleos STEM y no-STEM en Estados Unidos supera el 100% (\$101,650 vs. \$46,680 anuales; Bureau of Labor Statistics, 2024), lo que subraya el costo de oportunidad que enfrentan los jóvenes que no desarrollan competencias STEM y no son orientados vocacionalmente hacia estas áreas.

5.1.4 Sobre la Pertinencia del Programa JóvenesSTEM.

Los resultados del diagnóstico proporcionan evidencia sólida que fundamenta la pertinencia de un programa de intervención educativa como JóvenesSTEM. Las brechas identificadas —en comprensión científica, pensamiento computacional y alfabetización tecnológica— coinciden precisamente con las áreas que el programa busca fortalecer mediante su currículo basado en el BlueBook y su metodología SIIP NextGen.

Los hallazgos sugieren que la combinación metodológica de Aprendizaje Basado en Competencias (ABC), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Aprendizaje Cooperativo —los tres pilares pedagógicos del programa (sección 2.8)— es particularmente apropiada para abordar las deficiencias detectadas: El **ABC** garantiza que los estudiantes desarrollen competencias medibles y certificables, alineadas al estándar EC0049/CONOCER. El **ABP** contextualiza el aprendizaje en problemas reales relevantes para la vida cotidiana de los estudiantes, abordando directamente la desconexión entre conocimiento teórico y aplicación práctica. El **Aprendizaje Cooperativo** desarrolla competencias profesionales transversales (comunicación, trabajo en equipo, gestión de proyectos) identificadas como críticas por el World Economic Forum (2020) para el mercado laboral del siglo XXI.

La filosofía de agilidad del programa (sección 2.8.4) resulta especialmente valiosa considerando las limitaciones de tiempo y recursos documentadas en las instituciones públicas, donde los espacios extracurriculares o los módulos optativos representan la ventana más viable para la implementación.

5.2 Conclusiones Generales.

A partir de los hallazgos obtenidos, las hipótesis planteadas y el marco teórico que fundamenta esta investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

Primera. Los estudiantes de nivel medio superior en Hermosillo, Sonora, presentan **brechas significativas y mesurables en competencias STEM** respecto a los estándares internacionales. El puntaje promedio general inferior al 60% del máximo posible confirma la Hipótesis H1 y se alinea con los resultados de México en PISA 2022, donde solo el 34% de los estudiantes alcanzó el nivel mínimo de competencia en matemáticas (vs. 69% en la OCDE). Las áreas de mayor déficit —comprensión de principios físicos y pensamiento computacional— representan precisamente las competencias que la Cuarta Revolución Industrial demanda con mayor urgencia (Schwab, 2016).

Segunda. Existe una **brecha estadísticamente significativa entre los subsistemas educativos público y privado** ($p<0.001$), con diferencias de aproximadamente 20 puntos porcentuales en el desempeño STEM global, confirmando la Hipótesis H2. Esta brecha no se limita a diferencias cuantitativas, sino que revela inequidades estructurales en infraestructura, formación docente, metodologías pedagógicas y acceso a recursos tecnológicos que condicionan las trayectorias formativas de los jóvenes. El hecho de que más del 80% de los estudiantes de la región asistan a instituciones públicas confiere una dimensión social crítica a este hallazgo, al significar que la mayoría de los estudiantes sonorenses se forma en los subsistemas con menores recursos y resultados STEM.

Tercera. El **acceso a recursos tecnológicos** (computadora, internet de alta velocidad, dispositivos digitales en el hogar) **correlaciona positivamente con los puntajes de competencias STEM**, confirmando la Hipótesis H3. Esta correlación subraya que las brechas educativas no se generan exclusivamente en el aula, sino que están determinadas también por las condiciones socioeconómicas del entorno familiar. La política educativa STEM debe contemplar estrategias de equidad digital que garanticen el acceso universal a herramientas tecnológicas como condición necesaria —aunque no suficiente— para el desarrollo de competencias.

Cuarta. El **interés vocacional en carreras STEM se asocia positivamente con el desempeño**, confirmando la Hipótesis H4. No obstante, una proporción preocupante de estudiantes desconoce las oportunidades profesionales en campos científicos y tecnológicos, o mantiene percepciones erróneas que los disuaden de considerarlas como opción. Esta brecha de orientación vocacional es particularmente grave en un contexto donde la diferencia salarial entre empleos STEM y no-STEM supera el 100% en economías desarrolladas, y donde la demanda de talento STEM supera ampliamente la oferta disponible.

Quinta. Los hallazgos de esta investigación **no son exclusivos del contexto mexicano ni de países en desarrollo**. Como se documentó exhaustivamente en el Capítulo I, Estados Unidos enfrenta una escasez proyectada de 2 millones de trabajadores STEM para 2025, tiene más de 411,500 posiciones docentes vacantes o sin certificación, y solo el ~20% de sus egresados de preparatoria están listos para carreras STEM. Esta convergencia entre contextos con niveles de desarrollo tan dispares confirma que el déficit en educación STEM es un **problema estructural y global** que requiere soluciones innovadoras como los programas de intervención educativa complementaria.

Sexta. El diagnóstico realizado **fundamenta empíricamente la pertinencia del programa de certificación JóvenesSTEM** como modelo de intervención educativa complementaria. Las tres dimensiones evaluadas —ciencias fundamentales, pensamiento computacional y tecnología aplicada— coinciden

con las áreas de contenido del currículo del BlueBook, y las brechas identificadas pueden ser abordadas mediante la combinación metodológica de ABC, ABP y Aprendizaje Cooperativo que sustenta el programa. Su alineación con estándares internacionales (NGSS) y nacionales (EC0049/CONOCER) le confiere validez institucional y portabilidad de las certificaciones obtenidas.

Séptima. La **muestra de 400 estudiantes distribuidos en 12 instituciones educativas** de diversos subsistemas (COBACH, CECyTE, CONALEP, CBTIS e instituciones privadas) proporcionó datos suficientes para cumplir los objetivos de investigación. Si bien el muestreo no probabilístico por conveniencia limita la generalización estricta de los resultados a la población total de ~45,000 estudiantes de nivel medio superior en la zona metropolitana de Hermosillo, el tamaño de la muestra supera ampliamente el mínimo requerido para las técnicas estadísticas empleadas (Hernández-Sampieri et al., 2014) y la diversidad de instituciones incluidas permite una representación razonable de los principales subsistemas educativos de la región. Desde una perspectiva estadística, una muestra de $n=400$ sobre una población de $N=45,000$ permite estimaciones con un margen de error de $\pm 4.9\%$ a un nivel de confianza del 95% (asumiendo varianza máxima $p=0.5$), lo cual se considera aceptable en investigación educativa y social.

Octava. El estudio establece una **línea base diagnóstica** que sienta las bases para futuras investigaciones longitudinales. El diseño cuasi-experimental planteado —con grupo experimental y grupo control, mediciones pre-test y post-test— permitirá, en fases posteriores, evaluar el impacto real del programa JóvenesSTEM sobre las competencias STEM de los estudiantes participantes, proporcionando evidencia de causalidad que este estudio de corte transversal no puede ofrecer por sí solo.

5.3 Recomendaciones y Propuestas.

Con base en los hallazgos y conclusiones del presente estudio, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a los distintos actores involucrados en el ecosistema educativo STEM de la región:

5.3.1 Recomendaciones para las Instituciones Educativas.

- **Implementar programas de intervención STEM complementarios** como JóvenesSTEM, aprovechando espacios extracurriculares, módulos optativos o periodos de servicio social. La flexibilidad operativa del programa permite su adaptación a diferentes contextos institucionales sin requerir modificaciones curriculares profundas.
- **Fortalecer la formación docente en áreas STEM**, particularmente en pensamiento computacional y metodologías activas de enseñanza. Los docentes requieren no solo dominio disciplinar, sino competencia en estrategias pedagógicas como el Aprendizaje Basado en Problemas y el Aprendizaje Cooperativo.
- **Desarrollar programas de orientación vocacional STEM** que incluyan exposición temprana a modelos profesionales, visitas a centros de investigación e industrias tecnológicas, y talleres demostrativos que permitan a los estudiantes experimentar y ver de primera mano las carreras STEM.
- **Priorizar la inversión en infraestructura tecnológica** en las instituciones públicas, garantizando conectividad, equipamiento actualizado y acceso a herramientas digitales como condición básica para la enseñanza STEM de calidad.

5.3.2 Recomendaciones para la Política Pública Educativa.

- **Alinear los programas de estudio a estándares internacionales** como los NGSS y nacionales como el EC0049/CONOCER, transitando de un enfoque de memorización de contenidos hacia el desarrollo de competencias y pensamiento crítico.
- **Diseñar políticas de equidad digital** que reduzcan la brecha de acceso a recursos tecnológicos entre estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos, reconociendo que esta brecha es un determinante significativo del desempeño STEM.
- **Articular la educación media superior con las necesidades del sector productivo**, particularmente en el contexto del Plan Sonora y la llegada de industrias de alta tecnología (semiconductores, electromovilidad, energía solar) que demandan talento STEM calificado.
- **Establecer mecanismos de evaluación sistemática de competencias STEM** a nivel estatal y nacional generando datos comparables que permitan monitorear el progreso, identificar áreas de oportunidad y fundamentar decisiones de política educativa basadas en evidencia.

5.3.3 Recomendaciones para Investigaciones Futuras.

- **Desarrollar la fase experimental del diseño cuasi-experimental**, por ejemplo implementando el programa JóvenesSTEM en un grupo de instituciones (grupo experimental) y comparando la evolución de competencias STEM frente a instituciones sin intervención (grupo control) mediante mediciones pre-test y post-test.
- **Ampliar la muestra a contextos rurales y semiurbanos** del estado de Sonora, donde las condiciones educativas podrían diferir

significativamente de las observadas en la zona metropolitana de Hermosillo.

- **Incorporar variables cualitativas** mediante entrevistas a profundidad con docentes, directivos y estudiantes que permitan comprender con mayor riqueza los factores contextuales asociados a las brechas STEM identificadas.
- **Realizar estudios longitudinales** que sigan para determinar el impacto de las competencias STEM en las decisiones de educación superior, la inserción laboral y la movilidad socioeconómica de los egresados.
- **Replicar el estudio en otros estados de México** para expandir la comparación a nivel nacional y evaluar transferibilidad de los hallazgos del presente diagnóstico de la región de Hermosillo, Sonora a otros contextos educativos del país.

5.4 Reflexión Final.

La presente investigación documenta un desafío educativo que trasciende fronteras: la preparación de las nuevas generaciones para una economía cada vez más dependiente de competencias científicas y tecnológicas. Los hallazgos confirman que este desafío no es exclusivo de México o de países en desarrollo —Estados Unidos enfrenta sus propias crisis de talento STEM—, sino una condición estructural de los sistemas educativos contemporáneos frente a la velocidad del cambio tecnológico.

En el contexto específico de Sonora, la convergencia de factores como el Plan Sonora, la llegada de industrias de alta tecnología, el surgimiento de programas académicos como Ingeniería en Semiconductores en la UNISON, y la creciente demanda de profesionales STEM, genera una ventana de oportunidad única para cerrar las brechas documentadas en este estudio. La inversión proyectada de 7,000 millones de dólares en el desarrollo industrial del estado será productiva

solo en la medida en que el sistema educativo —complementado con iniciativas como JóvenesSTEM— logre formar el capital humano que estas industrias requieren.

El programa JóvenesSTEM, fundamentado en estándares internacionales (NGSS) y nacionales (EC0049/CONOCER), diseñado con metodologías pedagógicas respaldadas por evidencia empírica (ABC, ABP, Aprendizaje Cooperativo), y orientado a desarrollar las competencias específicas donde se identificaron las mayores brechas, se posiciona como un modelo de intervención viable, replicable y pertinente para abordar el déficit de competencias STEM en la educación media superior.

La educación STEM no es un lujo ni una especialización para unos pocos: es una inversión estratégica en el futuro económico, social y humano de la región. Cada estudiante que desarrolla competencias científicas y tecnológicas no solo mejora sus propias perspectivas de vida, sino que contribuye al fortalecimiento del capital humano que México y el mundo necesitan para enfrentar los retos del siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MISEIC (2018), Admawati, J., Jumadi, & Nursyahidah, F. (2018). Meningkatkan sikap ilmiah siswa melalui Project Based Learning dengan pendekatan STEM. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, MISEIC-18.2018.65. DOI: 10.2991/miseic-18.2018.65
- Akran, S. K., & Asiroglu, S. (2018). Perceptions of teachers about STEM education and its effect on the constructivist approach. *Universal Journal of Educational Research*, 6(10), 2175-2186. DOI: 10.13189/ujer.2018.061016
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Industry 4.0 Skills Research (2021). Skills required for Industry 4.0. *Journal of Learning Development in Higher Education*, 32. DOI: 10.47408/jldhe.vi32.1462
- Maisiri, W., & Van Dyk, L. (2021). Workplace work-integrated learning: supporting industry 4.0 transformation for small manufacturing plants by reskilling staff. *International Journal of Teaching and Education*, DOI: 10.1080/00405726.2020.1866409
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- OCDE. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Academik America. (2024). Competency-Based Learning: A student-centered approach to education. <https://academikamerica.com>
- ASTC - Association of Science-Technology Centers. (2019). The evolution of STEM to STEAM: Challenges and opportunities. <https://astc.org>
- Elm Learning. (2023). Andragogy vs Pedagogy: Understanding Adult Learning Theory. <https://elmlearning.com>
- Horizon Educational. (2021). STEAM Education: Challenges of Deep Integration Between STEM and the Arts. <https://horizoneducational.com>

- Knowles, M. S. (1980). *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy* (2nd ed.). Cambridge Books.
- Knowles, M. S. (1984). *Andragogy in Action: Applying Modern Principles of Adult Learning*. Jossey-Bass.
- Research.com. (2024). Competency-Based Education: Principles, benefits, and implementation strategies. <https://research.com>
- Smith System. (2023). STEM vs STEAM Education: Understanding the Debate. <https://smithsystem.com>
- Yépez, O. A. (2023). *BlueBook: Fundamentos de Ciencia y Tecnología*. Editorial Independiente. Hermosillo, Sonora.
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1-11). Ablex Publishing.
- Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Orion Press.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Suardana, I. K., et al. (2024). Constructivism in educational practice: A systematic review of Piaget's contributions. *Indonesian Journal of Education*, 5(3), 408-425. DOI: 10.59672/ijed.v5i3.4148
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020## Referencias de Estadísticas STEM de Estados Unidos>
- Wizards HQ. (2024). STEM Education Statistics 2024: Workforce gaps and educational challenges. <https://codewizardshq.com/stem-education-statistics/Tech>.
- (2024). STEM Statistics: Education and Workforce Trends. <https://idtech.com/blog/stem-education-statisticsResearch>.
- (2024). U.S. STEM Education Market Outlook 2024-2033. [https://www.kenresearch.com/Science Foundation \(NSF\)](https://www.kenresearch.com/Science Foundation (NSF)).
- (2024). *Science and Engineering Indicators 2024*. National Center for Science and Engineering Statistics.
- <https://nsf.gov/statistics/seind>.
- S. Bureau of Labor Statistics. (2024). STEM Occupations: Employment and Wage Data 2022-2032. <https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/Solutions>.
- (2024). Teacher Shortage Statistics 2024-2025: State-by-State Analysis. <https://winssolutions.org/>

Referencias de Autores de Sonora e Instituciones Regionales.

- Climate Tracker LATAM. (2024). Plan Sonora: La transición energética en el noroeste de México.
<https://climatetrackerlatam.org>
- CODESO - Consejo de Desarrollo Económico de Sonora. (2024). Avances del Plan Sonora: Formación de talento especializado. <https://codeso.mx>

Gobierno del Estado de Sonora (2024). Convocatoria de Ciencia y Tecnología para Estudiantes de Educación Media Superior y Superior. <https://sonora.gob.mx>

DIMEX - Divulgación Mexicana, A.C. (2023). Informe de actividades STEAM 2018-2023. Hermosillo, Sonora.

Hermosillo ¿Cómo Vamos? (2023). *Diagnóstico educativo de Hermosillo*. Observatorio ciudadano.

Meganoticias Sonora. (2024). Centro de Investigación en Semiconductores “Kutsari” en UNISON. <https://meganoticias.mx>

Robles Montaño, M. F., Encinas Meléndrez, L. del C., Grajeda Grajeda, R. P., Barbuzón Pacheco, M. O., López Montes, F., & Andrade Paco, J. (2019). Creación de un Sistema de Gestión Basado en Educación por Competencias Laborales, en la Universidad de Sonora. *Coloquio Internacional de Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Análisis Organizacional*. Universidad de Sonora.

Rossetti López, S. R. (2021). Estudio sobre bienestar laboral. Caso de estudio: Empresa en Hermosillo, Sonora. *Industria*, 1(1). DOI: 10.52906/ind.v1i1.5

Rossetti López, S. R., et al. (2020). Funcionalidad y eficacia del posgrado. La visión del profesorado en la Universidad de Sonora. *Perfiles Educativos*, 42(169). DOI: 10.22201/iisue.20072872e.2020.32.816

Rossetti López, S. R., et al. (2021). Gestión del conocimiento y responsabilidad social empresarial en agronegocios caso: Hermosillo, Sonora. *AgEcon Search*. DOI: 10.22004/ag.econ.312347

Rossetti López, S. R., et al. (2025). Impact of Work Groups on Organizational Performance: A Study in an Energy Distribution Company in Hermosillo, Sonora. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 19(8). DOI: 10.24857/rgsa.v19n8-013

Universidad de Sonora. (2024). Sistema PURE de Productividad Académica. Departamento de Investigación en Física. <https://investigacion.unison.mx>

Universidad de Sonora, Departamento de Administración. (2024). Líneas de investigación: Gestión e Innovación Organizacional. <https://administracion.unison.mx>

Yépez, O. A. (2023). *BlueBook: Fundamentos de Ciencia y Tecnología*. Editorial Independiente. Hermosillo, Sonora.

Referencias Estadísticas y Gubernamentales

CONOCER - Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales. (2018). *Estándar de Competencia EC0049: Diseño de cursos de capacitación para ser impartidos mediante internet*. Diario Oficial de la Federación.

Expansión. (2024). Egresados STEM en México: Crecimiento del 3.7% en el sistema público de educación superior.

Georgetown University, CSIS. (2023). STEM Graduates and Economic Growth: Mexico Case Study.

MDPI Economics. (2024). Tasa de retorno de la educación superior en México: Análisis longitudinal 2010-2024.

Radio Sonora. (2025). Crecimiento industrial en Sonora: 2.8% en abril, segundo mejor a nivel nacional.
<https://radiosonora.com.mx>

Scielo México. (2024). Capital humano y crecimiento económico en México: Análisis de panel estatal.
Economía Informa.

Secretaría de Educación Pública. (2023). *Estadísticas del Sistema Educativo Nacional 2022-2023*.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2024). Lineamientos para la elaboración de análisis costo-beneficio de programas de inversión.

LISTA DE TABLAS.

Tabla	Título
4.1	Distribución de la muestra por subsistema educativo
4.2	Distribución por género
4.3	Distribución por semestre
4.4	Acceso a recursos tecnológicos en el hogar
4.5	Interés vocacional en carreras STEM
4.6	Estadísticos descriptivos generales — Puntajes STEM (N=400)
4.7	Distribución de estudiantes por nivel de desempeño — Puntaje Global STEM
4.8	Comparación de puntajes STEM por sector educativo
4.9	Puntaje global STEM promedio por subsistema
4.10	Puntajes promedio por dimensión y subsistema

Tabla	Título
4.11	Distribución por nivel de desempeño según sector
4.12	Matriz de correlaciones entre variables contextuales y puntaje global STEM
4.13	Puntaje global STEM según interés vocacional
4.14	Puntaje STEM por género
4.15	Acceso a recursos tecnológicos — Público vs. Privado
4.16	Síntesis de resultados por hipótesis

LISTA DE FIGURAS.

Figura	Título	Fuente de datos
4.1	Distribución de la muestra por subsistema educativo (gráfico de pastel)	Tabla 4.1
4.2	Distribución de estudiantes por nivel de desempeño STEM (gráfico de barras)	Tabla 4.7
4.3	Comparación de puntajes STEM promedio por sector: Públicas vs. Privadas (gráfico de barras agrupadas)	Tabla 4.8
4.4	Puntaje global STEM promedio por subsistema educativo (gráfico de barras horizontal)	Tabla 4.9
4.5	Puntajes por dimensión y subsistema (gráfico de barras agrupadas)	Tabla 4.10
4.6	Distribución por nivel de desempeño según	Tabla 4.11

Figura	Título	Fuente de datos
	sector (gráfico de barras apiladas al 100%)	
4.7	Puntaje global STEM según interés vocacional (gráfico de barras)	Tabla 4.13
4.8	Acceso a recursos tecnológicos por sector (gráfico de barras comparativas)	Tabla 4.15

LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.

Abreviatura	Significado
ABC	Aprendizaje Basado en Competencias
ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
BLS	Bureau of Labor Statistics (EUA)
CBTIS	Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios
CECyTE	Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado
COBACH	Colegio de Bachilleres
CODESO	Consejo de Desarrollo Económico de Sonora
CONALEP	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
CONOCER	Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales
D.E.	Desviación Estándar
EUA	Estados Unidos de América
GC	Grupo Control
GE	Grupo Experimental
IA	Inteligencia Artificial
IoT	Internet of Things
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
M	Media aritmética

Abreviatura	Significado
n	Tamaño de submuestra
N	Tamaño total de la muestra
NGSS	Next Generation Science Standards
NRC	National Research Council
NSF	National Science Foundation
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
p	Valor de probabilidad (significancia estadística)
PISA	Programme for International Student Assessment
r	Coeficiente de correlación de Pearson
RENAC	Registro Nacional de Estándares de Competencia
ROI	Return on Investment (Retorno sobre la Inversión)
SEC	Secretaría de Educación y Cultura
SEP	Secretaría de Educación Pública
SIIIP	STEM Intervention for Innovation Program
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics
t	Estadístico t de Student
TCS	Test de Competencias STEM
UES	Universidad Estatal de Sonora
UNISON	Universidad de Sonora
UTH	Universidad Tecnológica de Hermosillo
WEF	World Economic Forum
WIL	Work-Integrated Learning
ZDP	Zona de Desarrollo Próximo
α	Nivel de significancia estadística
x ²	Elemento elevado al cuadrado.

ANEXOS

Anexo A. Instrumentos de Medición.

A.1 Test de Competencias STEM — SIIP NextGEN EntryTest

Instrucciones generales: Lee cada pregunta y selecciona la respuesta que consideres correcta. Tiempo máximo: 60 minutos.

Nota: El presente instrumento corresponde al test original SIIP NextGEN EntryTest diseñado para el programa JóvenesSTEM. Se organiza en tres secciones alineadas a las dimensiones de competencia evaluadas en el Capítulo IV.

SECCIÓN A: CIENCIAS FUNDAMENTALES (Física, Química y Biología).

A1. A nivel de estructura atómica, ¿Cuál es la principal diferencia entre un elemento y otro? - a) La temperatura donde fue creado. - b) Carbono - c) El número ó cantidad de protones, neutrones y electrones.

A2. En física, ¿Qué significa 1G? - a) Se refiere a la fuerza de atracción gravitatoria en la superficie del Sol. - b) Se refiere a los servicios de telefonía inalámbrica de primer generación. - c) Se refiere a la fuerza de atracción gravitatoria en la superficie de la tierra.

A3. ¿Cuál es el valor más cercano a 1G ó fuerza de gravedad en la tierra? - a) 10.12 m/s² - b) 6.7 m/s² - c) 9.8 m/s²

A4. ¿Qué pasa con la atmósfera a mayor altitud? - a) Se hace más densa por esto los aviones vuelan alto. - b) Se hace menos densa.

A5. ¿Qué factores afectan a la presión atmosférica? - a) Temperatura y altitud. - b) Calor y aceleración. - c) El agua de los mares y la posición de la luna.

A6. ¿Cómo sería un cuerpo humano si la gravedad en la Tierra fuera el doble ó más? - a) Resultaría en una estatura más baja y cuerpos más robustos. - b) Resultaría en una estatura más alta y cuerpos menos robustos.

A7. ¿Qué son las hormonas? - a) Son mensajeras, después de ser secretadas viajan por todo el torrente sanguíneo llevando instrucciones de activación/desactivación de funciones muy variadas. - b) Son excretadas al exterior para atraer al sexo opuesto. - c) Son medicamentos utilizados para regular los niveles de ciertos componentes sanguíneos.

A8. ¿Cuál es el elemento mayor constituyente de nuestra atmósfera? - a) Oxígeno - b) Nitrógeno - c) Carbono

A9. ¿Cuál es el elemento más abundante en el cuerpo humano? Presente en todos los líquidos, tejidos, huesos y proteínas. - a) Oxígeno - b) Carbono - c) Agua

A10. De los millones de compuestos orgánicos que existen ¿Cuáles son los cuatro tipos principales? - a) Carbohidratos, Lípidos (grasas), Proteínas, Ácidos Nucleicos (ADN). - b) Alcoholes, Cetonas, Polímeros, Sintéticos

A11. ¿Qué es el ADN? - a) Significa Ácido Desoxirribonucleico y contiene las instrucciones ó código genético de toda la vida orgánica. - b) Significa Ácido Dimetil-nitrogenado y contiene el código genético humano y de los animales solamente. - c) Significa Adaptive Distance Nivelator, es un dispositivo que nivela la distancia entre dos objetos usando tecnología láser.

A12. Además del elemento más importante para la vida ¿Qué elemento también sería apto para formar vida? - a) Agua - b) Silicio - c) Oxígeno

A13. ¿Cuál es el elemento más importante para la vida? - a) Litio - b) Hidrógeno - c) Carbono

A14. Por su habilidad de formar casi 10 millones de enlaces estables, ¿Cuál es el elemento más importante para la vida? - a) Carbono - b) Oxígeno - c) Nitrógeno

A15. ¿Qué es la fusión termonuclear? - a) Es presionar átomos con presión y calor hasta que se unen y forman uno nuevo. - b) Es dividir átomos con presión y calor hasta que se separan en dos átomos individuales.

A16. ¿Qué es la fusión nuclear? - a) Es el proceso de unión de dos átomos para formar uno nuevo más grande. - b) Es el proceso de separación de dos átomos para formar uno nuevo más pequeño.

A17. ¿Qué es la fisión nuclear? - a) Es el proceso de unión de dos átomos para formar uno nuevo más grande. - b) Es el proceso de separación de dos átomos para formar uno nuevo más pequeño.

A18. ¿Qué proceso nuclear produce más energía? - a) Fusión nuclear. - b) Fisión nuclear.

A19. En la actualidad, ¿Bajo qué proceso funcionan todas las plantas nucleares de generación de energía eléctrica? - a) Fusión nuclear. - b) Fisión nuclear.

A20. ¿Qué parte del átomo concentra más del 99% de su masa? - a) En los electrones que orbitan por su energía cinética. - b) El núcleo del mismo donde están los protones y neutrones.

A21. ¿Qué es el modelo estándar de física de partículas? - a) Describe el funcionamiento de las fuerzas fundamentales. - b) Describe el funcionamiento de la gravedad. - c) Describe el funcionamiento de las partículas al interior de los átomos.

A22. Al caer un rayo en la distancia en una tormenta, ¿Qué sucede con la luz y el sonido? - a) Escuchamos primero el ruido y luego vemos el rayo. - b) Escuchamos y vemos al mismo tiempo. - c) Vemos primero la luz y luego escuchamos el rayo.

A23. ¿Cómo difiere un principio y ley de la ciencia vs una hipótesis y/o teoría científica? - a) Los principios y leyes son las que siempre se respetan en el mundo natural. - b) Una hipótesis es la que siempre se respeta en el mundo natural. - c) Una teoría científica es la que siempre se respeta en el mundo natural.

A24. ¿Qué son los Euarchonta? - a) Son réptiles, ancestros de las aves modernas que vivieron hace unos 65 millones de años. - b) Es una tecnología que regula las redes inalámbricas y su interacción con los humanos. - c) Son mamíferos a los que se les denomina los ancestros verdaderos que vivieron hace unos 65 millones de años.

A25. ¿Para qué nos sirve la Datación Radiométrica de Isótopos? - a) Sirve para identificar si hay contaminación por radiación en una muestra. - b) Sirve para saber desde hace cuántos años existe una muestra.

SECCIÓN B: FÍSICA UNIVERSAL.

B1. ¿Qué es un disco de acreción? - a) Se llamaba así a los discos en que se guardaba la información digital en las empresas de desarrollo tecnológico. - b) Es el aglutinamiento de material alrededor de una estrella derivado de estos discos se forman los planetas en un sistema planetario. - c) Es una tecnología novedosa de almacenamiento de datos, la siguiente generación después de los discos en estado sólido.

B2. ¿Qué planeta tiene 90 veces más la presión atmosférica de la tierra? - a) Júpiter - b) Venus - c) Saturno - d) Marte

B3. ¿Qué es la Teoría General de la Relatividad? - a) Es una teoría que describe como el espacio y el tiempo se curvan en presencia de gravedad. - b) Es una teoría que describe como la gravedad se curva con la velocidad de un objeto. - c) Es una teoría que describe como el tiempo es relativo a la conciencia de las personas.

B4. ¿Qué pasa con el tiempo según la teoría de la relatividad general de Albert Einstein si se viaja a una velocidad cercana a “c” (velocidad de la luz)? - a) El tiempo es más lento para el observador y más rápido para el viajero. - b) Los tiempos son los mismos ya que al desacelerar se revierte la dilatación del tiempo provocada por la aceleración de la velocidad. - c) El tiempo es más lento para el viajero y más rápido para el observador.

B5. ¿Qué es la teoría del Big Bang? - a) Es la teoría de la formación del inicio de la vida en la Tierra. - b) Es la teoría de la formación del inicio de nuestro Sol. - c) Es la teoría de la formación del inicio de nuestro Universo.

B6. ¿Hace cuánto tiempo se estima que sucedió lo que conocemos como Big Bang? - a) Hace 3 mil millones de años. - b) Hace casi 14 mil millones de años. - c) Hace casi 10 mil millones de años.

B7. ¿Hace cuánto tiempo se estima que se formó el Sol y Sistema Solar? - a) Hace 4,600 millones de años. - b) Hace 6,000 millones de años. - c) Hace 10,000 millones de años.

B8. En 1687, afirmó que cualquier objeto con masa posee gravedad y su relación directa a mayor masa mayor gravedad y la describió como una “misteriosa acción a distancia”. - a) Isaac Newton - b) Albert Einstein - c) Max Planck

B9. ¿Hace cuánto tiempo ocurrió la última extinción masiva provocada por un meteorito? Compara versus el total del tiempo desde el Big Bang. - a) Hace sólo un 2% de la historia del Universo. - b) Hace sólo un 5% de la historia del Universo. - c) Hace sólo un 0.2% de la historia del Universo.

B10. ¿Qué es el CBR (Cosmic Background Radiation) ó Radiación de Fondo Cósmico? - a) Es el “ruido” remanente del Big Bang, que podemos escuchar en la radio. - b) Es la tela del espacio-tiempo de fondo en las estrellas. - c) Es la luz en su conjunto que irradian todas las estrellas juntas.

B11. ¿Cuál es uno de los métodos usados por los astrofísicos para medir distancias en el espacio? - a) Se usan pulsaciones de luz láser. - b) Se usan las “Velas Estándar” que son explosiones de Supernova que siempre brillan igual como referencia. - c) Se usan radiotelescopios que miden el brillo y miden la distancia usando la intensidad del mismo.

B12. ¿Cuál es el nombre y distancia de la estrella más cercana al Sol? - a) Sirius, 8 años luz. - b) Vega, 3 años luz. - c) Alpha Centauri, 4 años luz.

B13. La lógica nos dice una explosión tiende a desacelerar conforme pase el tiempo, según un descubrimiento hecho en 1929 por Edwin Hubble, el Universo... - a) Está desacelerando - b) Está acelerando - c) Está inmóvil

B14. ¿Qué es la secuencia principal? - a) Es un proceso basado en el método científico que usan las empresas para crear nueva tecnología. - b) Se les llama así aprox. al 80% de las estrellas en el Universo porque son de un tamaño y brillo similar.

B15. ¿Qué es la secuencia principal? De la que forman parte el 90% de las estrellas del Universo. - a) Se refiere a estrellas que convierten Hidrógeno en Helio. - b) Se refiere a estrellas que convierten Helio en Oxígeno. - c) Se refiere a estrellas que convierten Hidrógeno en Carbono.

B16. ¿Cuál es el único elemento que fue creado por completo 100% durante el Big Bang? - a) Hidrógeno - b) Carbono - c) Oxígeno

B17. ¿Dónde se formaron los elementos, como el Helio, Oxígeno, Carbono, etc.? - a) En el interior de estrellas como el Sol. - b) A altas temperaturas en las capas internas de la Tierra. - c) En el Big Bang y fueron esparcidos por la misma explosión.

B18. ¿Qué se necesita para que una estrella pueda formar elementos más pesados como Carbono, Nitrógeno y Oxígeno? - a) Que sea más grande que el Sol y que tenga hierro en su interior. - b) Que sea más grande que el Sol y con una mayor temperatura.

B19. ¿Qué describe mejor a un objeto que está “en órbita”? - a) Término utilizado para aumentar la velocidad de un objeto mediante la gravedad. - b) Es cuando un objeto tiene cierta velocidad que le permite girar indefinidamente en una caída infinita.

B20. ¿Qué es orbitar? - a) Es entrar en una caída infinita como los satélites naturales y artificiales. - b) Es agitar en forma circular un objeto para obtener una mezcla uniforme. - c) Es como se le llama al resultado de unir dos átomos mediante la fusión.

B21. Si los planetas del Sistema Solar no estuvieran girando alrededor del Sol a su velocidad determinada. ¿Caerían directamente hacia el Sol? - a) Sí, serían atraídos directamente. - b) No, porque cada planeta tiene su masa, su propia gravedad y se mantendrían en equilibrio donde mismo.

B22. ¿Qué es el invierno nuclear? - a) Es el levantamiento de una enorme nube de polvo que no permite la entrada de luz solar provocando la muerte de todas las plantas en la tierra provocada por la explosión de una bomba atómica ó el impacto de un asteroide. - b) Es un temporal que se da cada mil años al invertirse la polaridad del núcleo de la tierra.

B23. Del total de toda la masa del Sistema Solar ¿Qué porcentaje aproximado concentra el Sol? - a) 99% - b) 95% - c) 90%

B24. ¿Cuál es el elemento más simple y abundante en el Universo? - a) Helio - b) Carbón - c) Hidrógeno - d) Silicio

B25. ¿Qué es la antimateria? - a) Es materia oscura de la que está compuesta el 70% de la energía del Universo. - b) Es materia que tiene su carga eléctrica opuesta, como el positrón. - c) Se le llama así a la energía pura antes de convertirse en materia.

B26. ¿Cada cuánto se estima que ocurren Supernovas en nuestra Galaxia? - a) Se estiman dos ó tres cada siglo. - b) Se estima una cada siglo.

B27. ¿Cómo se forma una estrella de neutrones? - a) Es el remanente (núcleo) de una estrella que tenía menos de 10 masas solares. - b) Es el remanente de cuando en un sistema binario dos estrellas chocan entre sí formando una Supernova.

B28. ¿Cómo finalizará su vida nuestro Sol? - a) Como una Supernova. - b) Como un agujero negro. - c) Como una gigante roja para después dejar una enana blanca. - d) Como una estrella de neutrones.

B29. ¿Cómo se llama la galaxia que se dirige hacia nosotros con curso de colisión y en cuánto tiempo ocurrirá? - a) Andrómeda y colisionará con la vía láctea en

2.5 mil millones de años. - b) Galaxia Triángulo y colisionará con la vía láctea en 500 millones de años. - c) Andrómeda y colisionará con la vía láctea en mil millones de años.

B30. ¿Se puede escuchar el sonido dentro de la estación espacial internacional? - a) No, porque no hay gravedad y no puede propagarse el sonido. - b) No, en el espacio no hay sonido. - c) Sí, porque dentro hay una atmósfera artificial y ahí sí hay sonido.

B31. ¿A qué altura sobre el nivel del mar se considera que se está en el espacio? - a) 100 kilómetros - b) 80 kilómetros - c) 90 kilómetros

B32. ¿Cuál es la temperatura promedio del espacio intergaláctico? - a) -270 grados Celsius. - b) 24 grados Celsius. - c) 0 grados Celsius.

B33. ¿Qué técnica nos permite ver la composición química de atmósferas en exoplanetas? - a) Con la observación directa gracias al telescopio James Webb. - b) Usamos el telescopio espacial de rayos X, Chandra. - c) Usamos la técnica de espectroscopia que descompone la luz.

B34. ¿A que se le llamó “pale blue dot” ó “pálido punto azul”? - a) A la primer fotografía de Urano por su distintivo color azul. - b) A la primer fotografía de la luna de Júpiter “Europa” por sus océanos bajo su superficie. - c) Al planeta Tierra visto desde Neptuno cuando la nave Voyager volteó hacia atrás y capturó la fotografía.

B35. Según Neil deGrasse Tyson, si el Universo se formó el 1 de enero y hoy es 31 de diciembre, siguiendo esta analogía, ¿Hace cuánto tiempo sucedió toda la historia humana moderna? - a) Sucedió en el último minuto (60 segundos). - b) Sucedió en los últimos dos segundos. - c) Sucedió en los últimos 10 segundos.

B36. ¿Qué pretende ser la Theory of Everything (ToE) ó Teoría del Todo? - a) Una teoría que fusione la relatividad con la energía y materia oscuras y las fuerzas fundamentales (incluyendo la gravedad) y puedan tener sentido juntas. - b) Una teoría que explique matemáticamente de dónde venimos y hacia dónde vamos en términos de expansionismo del Universo.

B37. ¿Qué es el CERN y FermiLab? - a) Son lugares donde se investigan sobre la fusión nuclear para generar electricidad. - b) Son lugares donde se colisionan partículas para descubrir los secretos del Universo. - c) Son lugares donde se colisionan partículas para generar micro agujeros negros e investigarlos.

SECCIÓN C: TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN STEM.

C1. ¿Qué es STEM? (por sus siglas en inglés) - a) Es Sociedad, Técnica, Economía y Matemáticas. - b) Es Ciencia, Tecnología, Ecología y Medición. - c) Es Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

C2. ¿Qué enunciado es el más correcto para poder crear innovación a nivel país?

- a) Integrar desarrollo de habilidades sociales en las escuelas y del medio ambiente.
- b) Integrar Ciencia y Tecnología en la educación media y media superior para elevar el número de estudiantes en áreas STEM.
- c) Integrar clases de robótica y matemática pura para elevar el coeficiente IQ de los alumnos.

C3. ¿Qué relevancia tiene el modelo educativo STEM en nuestros días? - a) Este enfoque es el único capaz de crear la base de todo avance tecnológico: la innovación.

- b) Este enfoque es el único capaz de acabar con la violencia social.

- c) Este enfoque es el único capaz de eliminar las fronteras y la discriminación.

C4. ¿Qué ventaja tiene la educación STEM en modo divulgativo versus las clases de ciencias STEM regulares? - a) Sube la complejidad pero al final se logra un mejor resultado teniendo alumnos más capaces de enfrentar al mundo.

- b) La información es más fácil de entender y entretenida, además de ser temas selectos que causan mayor retención de la atención y el conocimiento.

C5. ¿Cuáles son los desafíos de nuestra sociedad actual más retadores que la tecnología aplicada en la ciencia pura nos puede ayudar a vencer? - a) Tener procesadores más rápidos y eficientes y acelerar la transición a la electromovilidad.

- b) La sustentabilidad (ser sustentables) y el combate por el cambio climático.

- c) Lograr computadoras cuánticas y lograr una fusión nuclear estable.

C6. ¿Qué enunciado describe mejor la relación entre estos tres conceptos: Ciencia, Tecnología y Código? - a) El código es el lenguaje de nuestra Ciencia y la

Tecnología es el resultado de estas dos.

- b) La tecnología es el lenguaje que habla nuestra ciencia y el código es una disciplina aparte.

- c) La tecnología es el máximo exponente de la ciencia y el código es el medio que los une siendo así el

lenguaje que habla la tecnología.

C7. ¿Cómo está ligada la tecnología con el código (lenguajes de programación)? - a) El código es el lenguaje que habla nuestra tecnología.

- b) El código es una clave que se usa para desbloquear nuestra tecnología.

- c) El código es una ley universal que se usa en la tecnología.

C8. ¿Qué representa el caso de un iPhone último modelo? - a) Es un teléfono celular y nada más.

- b) Es expresión y representación de nuestros avances científicos más nuevos.

C9. ¿Qué significa la última versión de un producto reconocido como un iPhone ó un Galaxy en términos de avance tecnológico? - a) Es un dispositivo que lleva

los conocimientos científicos y de ingeniería humana al límite.

- b) Es una técnica que se usa para que se hagan los anteriores obsoletos más rápido.

- c) Es la forma que usan las empresas para vender más, solo le cambian el nombre.

C10. ¿Para qué se usan los estándares ó protocolos tecnológicos en esta industria?

- a) Así todas las empresas tecnológicas se ponen de acuerdo para que los

- b) Son reglas que ponen los gobiernos para que

todas las empresas las sigan. - c) Son clave para que no existan disputas legales entre las empresas.

C11. ¿Conforme salen y se adoptan nuevas tecnologías sobre la tecnología actual, qué pasa con los estándares tecnológicos que están vigentes? - a) Se adoptan, después todo producto nuevo trae los estándares nuevos, así se fabrican las cosas con lo más nuevo. - b) "Suben" ó cambian a una nueva versión ó generación.

C12. ¿Cuál es el principal reto de una nueva e innovadora tecnología en el mundo de la electrónica? - a) Hacerla en un diseño atractivo visualmente sin importar el costo solo que sea confiable. - b) Hacerla comercialmente viable (abaratar su costo), fácil de usar y práctica para que sea adoptada por las masas. - c) Que sea compatible con las tecnologías actuales.

C13. ¿Qué empresas puedes identificar que hacen que los avances tecnológicos más avanzados estén disponibles prácticamente para todos en el mundo? - a) Coca Cola, Wal Mart, FedEx. - b) Amazon, AliExpress, Ebay. - c) Apple, Tesla, Pfizer.

C14. ¿Cuáles son los tres grupos ó clusters de innovación que demandarán fuerza laboral especializada en los próximos años? - a) 1. Cryptomonedas. 2. Blockchain. 3. Programación y el código. - b) 1. Robótica, IA, Autonomía. 2. Nanotecnología en fusión con Biotecnología. 3. Programación y el código. - c) 1. Economía digital. 2. Ciencia de Cohetes. 3. Ciencias médicas y prótesis robóticas.

C15. ¿Cuáles son algunas de las profesiones del futuro próximo según DaVinci Institute? - a) Optimizador de tráfico de drones, Diseño de Viajes sin conductor, Gastrónomo Molecular. - b) Creación de arte digital por IA, Gestión de contabilidad autónoma, Gestión de energía de paneles solares. - c) Ingeniero de electrónica analógica, Diseño de Interiores asistido por IA, Terapeutas de mascotas.

C16. ¿Qué es Voyager1? - a) Es un transporte espacial que trae de vuelta a los astronautas del espacio. - b) Es un satélite que usa la empresa de Elon Musk SpaceX para ofrecer internet en todo el mundo. - c) Es una nave que se lanzó en la década de 70s hacia los confines del Universo.

Resumen del Instrumento

Sección	Área de enfoque	Ítems
A	Ciencias (Física, Química, Biología)	25
B	Física Universal	37
C	Tecnología, Innovación y Educación STEM	16
Total		78

ANEXO B. MATERIALES DEL PROGRAMA JóvenesSTEM

B.1 Descripción General del Programa.

El programa JóvenesSTEM se fundamenta en el libro BlueBook v1 de Alberto Yépiz, diseñado como un curso de certificación alineado al estándar EC0049 SEP—CONOCER. El programa tiene como objetivo formar jóvenes capaces de integrar conocimientos científicos y tecnológicos para resolver desafíos reales, mediante metodologías pedagógicas activas centradas en el desarrollo de competencias clave para el siglo XXI.

El objetivo de la certificación JóvenesSTEM es fomentar, mediante el conocimiento tecnológico y la divulgación científica, una mayor orientación vocacional hacia las carreras STEM. Este modelo educativo ha demostrado efectividad en países como Corea del Sur, Japón, China, Alemania y Estados Unidos, donde la educación STEM ha sido clave en el desarrollo científico y económico.

El curso se basa en los temas del libro BlueBook v1, compuesto por tres capítulos y 173 páginas efectivas de contenido educativo, diseñado para clases presenciales o virtuales (próximamente). El autor, Alberto Yépiz, es un profesional sonorense con amplia experiencia en tecnología, habiendo colaborado con empresas como Apple, PepsiCo, AVIS y Santillana.

Al finalizar el curso, los estudiantes obtienen el certificado como JóvenesSTEM, que acredita su capacidad para integrar conocimientos científicos, tecnológicos y de programación en proyectos sostenibles, alineados a las demandas del entorno laboral y social actual.

La certificación está alineada con los Estándares de Competencia EC del marco CONOCER (SEP México), así como con los Next Generation Science Standards (NGSS) de Estados Unidos.

Para más información sobre el programa y recursos adicionales,
consultar: yepzhi.com/jovenesstem

B.2 Propósito y Objetivo del Curso.

Propósito: Ofrecer una visión integral de los principios científicos y tecnológicos que sustentan el funcionamiento del universo y las innovaciones modernas, con un enfoque divulgativo que pretende despertar curiosidad. Se busca que los estudiantes adquieran conocimientos en áreas clave como la ciencia básica, tecnologías emergentes y la programación, fomentando el pensamiento crítico y orientando a los jóvenes hacia carreras STEM.

Objetivo general: Formar jóvenes con competencias en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), mediante el desarrollo de habilidades teóricas y prácticas para analizar, diseñar y proponer soluciones innovadoras a problemas reales, alineado al estándar EC0049 de la SEP CONOCER.

B.3 Pilares Metodológicos.

El curso se sustenta en tres pilares metodológicos de enseñanza:

1. Aprendizaje Basado en Competencias (ABC)

- Se establece un perfil de egreso con competencias clave: comprensión de principios científicos, aplicación de conceptos tecnológicos y desarrollo de habilidades básicas en programación.
- Los estudiantes son evaluados en función de su capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en proyectos y experimentos prácticos.

2. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

- Al finalizar cada temática se realizan actividades de planteamiento de problemáticas vinculadas a contextos locales y globales (ej: cambio climático, automatización, conectividad).
- Los estudiantes investigan, analizan información y proponen soluciones fundamentadas, reforzando su capacidad de resolución de problemas.

3. Aprendizaje Cooperativo

- Se organizan equipos donde los estudiantes colaboran en proyectos relacionados con la temática en curso.
- Cada integrante asume un rol específico (investigador, programador, expositor), promoviendo la interdependencia positiva y la responsabilidad individual.

B.4 Modalidades de Implementación.

El programa JóvenesSTEM ofrece dos modalidades de implementación, adaptables a las necesidades de cada institución:

Característica	Modalidad Curricular	Modalidad FastTrack (Intensiva)
Duración total	90+ horas	20 horas
Distribución	2 sesiones semanales de 1 hora	5 sesiones de 4 horas
Periodo	Un ciclo escolar completo	1–2 semanas
Actividades por sesión	15–20 minutos (prácticas colaborativas)	Bloques de 30–40 min exposición + 10–15 min discusión
Evaluación	Proyectos y ejercicios por sección	Ensayos integradores obligatorios por capítulo
Enfoque	Constructivista, ABC + ABP + Cooperativo	Exposición magistral guiada (60–70%), lectura comentada (20%), discusiones (10–20%)

Característica	Modalidad Curricular	Modalidad FastTrack (Intensiva)
Ideal para	Integración curricular formal	Talleres intensivos, periodos vacacionales, jornadas especiales
Costo del material	Gratis (digital)	Gratis (digital)

B.5 Índice del Material Didáctico — BlueBook v1.

El curso se estructura en tres capítulos que abordan áreas clave del conocimiento científico-tecnológico. Partiendo de que la tecnología constituye la expresión máxima de la ciencia, el Capítulo I establece las bases lógico-científicas para comprenderla. Posteriormente, se analiza nuestra tecnología y estándares actuales, y se culmina con su lenguaje esencial: la programación.

Capítulo I — Ciencia.

Sección	Tema	Páginas
1.1	Historia del Universo y la vida en la Tierra	13–19
1.2	La red espacio-tiempo	20–22
1.3	La forma, dimensiones y otros datos del Cosmos	23–25
1.4	Gravedad — La fuerza G	26–30
1.5	La atmósfera y la presión atmosférica	31–33
1.6	La vida de las estrellas y el origen de los elementos	34–38

Sección	Tema	Páginas
1.7	Los átomos y el modelo estándar de partículas elementales	39–45
1.8	Los estados de un átomo	46–51
1.9	La luz y el espectro electromagnético	52–60
1.10	Materia y energía	61–65
1.11	Pensando como un científico	66–68

Capítulo II — Tecnología

Sección	Tema	Páginas
2.1	Tecnologías Inalámbricas	71
2.1.1	Evolución de la red celular 1G—5G	72–76
2.1.2	WIFI	77–78
2.1.3	Bluetooth	79
2.1.4	La Paradoja de Frecuencia vs. Energía	80–81
2.1.5	Seguridad de las Redes Inalámbricas	82–83
2.2	Tecnología de Pantallas	84–88
2.2.1–2	CRT — Plasma	88
2.2.3	TFT LCD — LED — qDOT & ULED, NanoCell	89
2.2.4	OLED — miniLED y microLED	90–91
2.2.5	Tecnología de Hologramas	92
2.2.6	Estándares de Pantallas Comerciales	93–95
2.3	Óptica	96–98
2.3.1	Sensores de Imagen Digital, CCD y CMOS	99–101

Sección	Tema	Páginas
2.3.2	Láseres	102–104
2.4	Procesadores	105–110
2.5	Memoria y Almacenamiento	111
2.5.1	Memoria RAM tipo DDR	112
2.5.2	Memoria RAM tipo GDDR	113
2.5.3	Tecnología de Almacenamiento	114–115
2.5.4	Bus y Puertos de Conexión	116–118
2.6	Sensores	119–123
2.7	Baterías y Otras Fuentes de Energía	124–133
2.8	Materiales y Nanotecnología	134–136
2.9	Nano-biotecnología y Genética	137–141

Capítulo III — Programación por Código

Sección	Tema	Páginas
3.1	Los fundamentos de la programación	143–146
3.2	¿Qué necesito para programar?	147–148
3.3	Las áreas de la programación	149–150
3.3.1	El desarrollo Web	151–152
3.3.2	Estructura del desarrollo Web	153–154
3.3.3	Desarrollo Front-End	155–161
3.3.4	Desarrollo Back-End	162–170
3.4	Uso de los lenguajes de programación	171–175
3.4.1	Interfaces: UI y UX	176
3.4.2	IDE vs Editor	177–178
3.5	La lógica de programación	179–180

Sección	Tema	Páginas
3.6	Desarrollo de Aplicaciones Móviles	181–182
3.7	Inteligencia Artificial y Machine Learning	183–184

Nota: Al final de cada apartado del BlueBook se incluye una sección llamada “World of Standards” que resume los conceptos clave adquiridos.

B.6 Modalidad Curricular — Manual de Implementación para Docentes.

B.6.1 Instrucciones Pedagógicas.

Cada actividad del manual curricular está diseñada con la siguiente estructura:

- **Duración:** 15–20 minutos por actividad - **Objetivo específico** alineado a la sección del BlueBook - **Desarrollo paso a paso** con tiempos definidos - **Materiales necesarios** (mínimos: tarjetas, pizarrón, cronómetro) - **Competencias a evaluar** (científica, comunicativa, colaborativa, pensamiento crítico)

B.6.2 Requisitos.

Para profesores: - Capacidad de resolución de dudas técnicas y científicas - Computadora o tablet con acceso estable a Internet - Manejo de metodologías activas como ABP y aprendizaje cooperativo

Para estudiantes: - Nociones básicas en el uso de computadoras y herramientas digitales - Computadora, laptop, tablet o teléfono inteligente con acceso a Internet - Interés por la ciencia, la tecnología y la programación

B.6.3 Ejemplo de Actividad — Clase #1: Introducción al Curso

Tiempo: 20 minutos | **Ref. BlueBook:** p. 10

Objetivo: Concientizar a los estudiantes sobre la relevancia de los temas del curso en los desafíos globales del siglo XXI.

Desarrollo: 1. **Desafíos globales (5 min):** Estudiantes escriben en notas problemas globales y en parejas identifican una tecnología del curso que pueda resolverlo. 2. **Conexión STEM (5 min):** Equipos de 2-3 explican su solución vinculando Ciencia, Tecnología y Programación. 3. **Reflexión crítica (5 min):** “Si desconociéramos estos fundamentos, ¿qué pasaría con nuestra capacidad para resolver estos problemas?” 4. **Compromiso personal (5 min):** Cada estudiante escribe: “Una habilidad STEM que quiero dominar para contribuir a _____”.

B.6.4 Ejemplo de Actividad — Clase #3: Cadena de Eventos Cósmicos.

Tiempo: 15 minutos | **Ref. BlueBook:** p. 18, Sección 1.1

Objetivo: Representar físicamente eventos clave desde la formación del Sol hasta el Homo Sapiens, destacando su interdependencia.

Desarrollo: 1. **Preparación (2 min):** Todos de pie en círculo. Se reparten tarjetas con eventos cósmicos. 2. **Cadena de eventos (10 min):** El docente inicia como “el Big Bang” y pasa un objeto al siguiente evento. Regla: cada paso debe mencionar cómo depende del anterior. 3. **Reflexión (3 min):** “Esta unión representa las conexiones cósmicas que nos permiten existir.”

B.7 Modalidad FastTrack (Intensiva) — Guía de Implementación.

B.7.1 Estructura General.

Sesión	Capítulo	Tema	Duración
Sesión 1	Cap. I: Ciencia	El Universo, la Materia y los Fundamentos	4:10 hrs
Sesión 2	Cap. II: Tecnología	Estándares y Materiales	4:30 hrs
Sesión 3	Cap. III: Programación	El Idioma de la Tecnología	4:00 hrs
Sesión 4	Integración	Ciudades Inteligentes, Ética y Perspectivas	4:00 hrs
Sesión 5	Evaluación	Resultados, Retroalimentación y Ceremonia	3:00 hrs
		Total	~20 hrs

B.7.2 Instrucciones Pedagógicas Generales

- **Estructura del tiempo:** Bloques de 30-40 minutos de exposición seguidos por 10-15 minutos de preguntas y discusiones. Receso de 10-15 min a los 120 min (media sesión).
- **Metodología:** Exposición magistral guiada (60-70%), lectura comentada de extractos del BlueBook (20%), discusiones guiadas y reflexiones (10-20%).
- **Materiales visuales:** Diapositivas con esquemas visuales y bullets de referencia (proporcionadas en formato .pptx). Al menos 25 diapositivas por sesión.

- **Evaluación formativa:** Al finalizar cada bloque, 2 preguntas detonadoras con 10 minutos para discusión. Actividades integradoras obligatorias de tarea.
- **Invitados:** Cuando se invite a especialistas, reservar 25-40 minutos para presentación y 10-15 minutos para preguntas.

B.7.3 Sesión 1 — Capítulo I: Ciencia.

Objetivo: Ofrecer una síntesis integrada de los conceptos fundamentales de la Ciencia (secciones 1.1 a 1.11): estructura del Universo, naturaleza de la materia, luz, gravedad y metodología científica.

Bloque	Contenido	Secciones BlueBook	Tiempo
A	Origen del Universo y cronología cosmológica	1.1	40 min + 10 min preguntas
B	Espacio-tiempo y relatividad	1.2	30 min + 10 min preguntas
C	La materia — átomos, fuerzas y partículas	1.7, 1.8	40 min + 10 min preguntas
	<i>Receso</i>		<i>10 min</i>
D	La luz y el espectro electromagnético	1.9	40 min + 10 min preguntas
E	Materia, energía, gravedad y atmósfera	1.10, 1.3, 1.4, 1.5	30 min + 10 min preguntas

Bloque	Contenido	Secciones BlueBook	Tiempo
	Conclusión y actividad integradora		10 min

Actividad integradora (tarea): Ensayo de 800-1000 palabras: “De la materia al cosmos: cómo los principios físicos permiten la tecnología moderna”. Debe incluir al menos 3 ejemplos reales (GPS, cámaras digitales, paneles solares) y citar al menos una sección del BlueBook.

B.7.4 Sesión 2 — Capítulo II: Tecnología.

Objetivo: Cubrir las tecnologías modernas descritas en el BlueBook: redes inalámbricas, pantallas, óptica, procesadores, memorias, sensores, baterías, materiales y nanotecnología. Que los estudiantes identifiquen el principio científico que sustenta cada tecnología.

Bloque	Contenido	Secciones BlueBook	Tiempo
A	Tecnologías inalámbricas y redes (1G–5G, WiFi, Bluetooth, seguridad)	2.1–2.1.5	40 min + 10 min preguntas
B	Tecnologías de pantallas y estándares (CRT a microLED, hologramas)	2.2–2.2.6	30 min + 10 min preguntas
	Receso		10 min

Bloque	Contenido	Secciones BlueBook	Tiempo
C	Óptica, sensores de imagen y láseres (CCD, CMOS, LIDAR)	2.3–2.3.2	30 min + 10 min preguntas
D	Procesadores, memoria y almacenamiento (DDR, GDDR, SSD, NVMe)	2.4–2.5.4	30 min + 10 min preguntas
E	Sensores, baterías, materiales y nanotecnología	2.6–2.9	30 min + 10 min preguntas
	Conclusión y actividad integradora		10 min

Actividad integradora (tarea): Resumen detallado de 1,000-1,500 palabras sobre una tecnología seleccionada (5G, OLED/microLED, SSD NVMe, batería de estado sólido o LIDAR). Debe incluir principio físico, componentes, ventajas, limitaciones y referencias al BlueBook.

B.7.5 Sesión 3 — Capítulo III: Programación por Código.

Objetivo: Brindar comprensión de la programación como herramienta para la construcción de sistemas: fundamentos, desarrollo web, front-end, back-end, interfaces, IDEs, lógica y panorama de IA/ML. Integrar en su lógica a la programación como el idioma de nuestra tecnología.

Bloque	Contenido	Secciones BlueBook	Tiempo
A	Fundamentos de programación (lenguajes, compiladores, paradigmas, herramientas)	3.1, 3.2	40 min + 10 min preguntas
B	Desarrollo Web y Front-end (HTML, CSS, JS, frameworks, UI/UX)	3.3–3.3.3, 3.4.1	40 min + 10 min preguntas
	<i>Receso</i>		<i>10 min</i>
C	Back-end, servidores y arquitectura (HTTP, APIs, MVC, bases de datos, Git)	3.3.4, 3.4.2	40 min + 10 min preguntas
D	Lógica, algoritmos y AI/Machine Learning (Python, Data Science, ética)	3.5, 3.7	50 min + 10 min preguntas
	Conclusión y actividad integradora		10 min

Actividad integradora (tarea): Ensayo individual (mínimo 2 hojas) reflexionando sobre el papel de la programación en la sociedad digital, analizando una o más áreas vistas en el capítulo y concluyendo sobre cómo la automatización, el software y la IA transforman el empleo y la vida cotidiana.

B.7.6 Sesión 4 — Integración STEM, Ciudades Inteligentes y Perspectivas.

Objetivo: Integrar los conocimientos de los tres capítulos y explorar aplicaciones transversales: ciudades inteligentes, sostenibilidad, impacto en la economía y el empleo.

Bloque	Contenido	Tiempo
A	Ciudades inteligentes e IoT (sensores, 5G, cloud, semáforos inteligentes)	40 min + 10 min preguntas
B	Automatización, robots y drones (actuadores, IA, exoesqueletos)	30 min + 10 min preguntas
C	Nanotecnología y biofusión (fusión hombre-máquina, state-of-the-art)	30 min + 10 min preguntas
	Receso	10 min
D	Ética, políticas y regulación (derechos digitales, privacidad, reciclaje)	30 min + 10 min preguntas
E	Mercado laboral y orientación profesional	20 min + 10 min preguntas

Bloque	Contenido	Tiempo
	(perfiles emergentes, rutas de estudio)	
	Actividad integradora y cierre	20 min

Actividad integradora (tarea final): Mapa conceptual ampliado que conecte todos los conceptos del curso. Debe incluir al menos 20 nodos (conceptos) y 30 conexiones explicadas. Entrega en formato PDF, imagen o dibujo.

B.7.7 Sesión 5 — Evaluación, Retroalimentación y Ceremonia.

Criterios de aprobación: - Rúbrica de evaluación de ensayos: Coherencia y estructura (30%), Rigor técnico y uso de conceptos (30%), Aplicaciones y ejemplos (20%), Redacción y referencias (20%). - Aprobación: 80% o más en la calificación final promedio de las tareas integradoras obligatorias.

Ceremonia de cierre: - Evento de cierre y entrega de certificados JóvenesSTEM.
- Se entrega constancia de aprobación con sello institucional.

B.8 Requisitos y Recursos para Ambas Modalidades.

Para profesores: - Capacidad de resolución de dudas técnicas y científicas - Habilidad para guiar procesos de aprendizaje basado en competencias - Computadora o tablet con acceso estable a Internet - Manejo de metodologías activas como ABP y aprendizaje cooperativo - Adaptabilidad a diferentes niveles de conocimiento de los estudiantes

Para estudiantes: - Nociones básicas en el uso de computadoras, navegación en Internet y herramientas digitales - Computadora, laptop, tablet o teléfono inteligente con acceso a Internet - Interés por la ciencia, la tecnología y la

programación - Capacidad para el trabajo en equipo y la resolución de problemas
- Autonomía y compromiso con el aprendizaje

Costo: El material es totalmente gratuito (disponible en formato digital). El único costo eventual es la impresión de certificados de culminación.

Nota: El manual completo de implementación para docentes (ambas modalidades), con actividades detalladas para cada sección del BlueBook v1, están disponibles como documentos independientes, más información puede consultarse en yepzhi.com/jovenesstem