

Investigación mexicana en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática: Nueva mirada del sur-sureste

*Rodolfo Jiménez León y Deneb Elí Magaña Medina**

Resumen

La innovación de los servicios educativos en América Latina debe responder a la cuarta revolución industrial desde la investigación STEM (acrónimo en inglés: ciencia, tecnología, ingeniería y matemática); con el paradigma cualitativo con enfoque fenomenológico, a través del método deductivo se construyen cuatro líneas de acción: fase exploratoria; selección de muestra no probabilística; comprensión hermenéutica de narrativas con triangulación en datos; y la teoría fundamentada. El presente texto tiene como objetivo responder las siguientes preguntas: ¿Qué Instituciones de Educación Superior en la República mexicana realizan investigación STEM?; ¿Existen comunidades de aprendizaje y redes de investigación correlacionadas sobre STEM?; ¿Cuáles son los desafíos y paradigmas para el desarrollo de proyectos de investigación STEM en México? Nuestros hallazgos identifican los contextos culturales, políticos y sociales del entorno de ciencia básica en comunidades de aprendizaje y redes de investigación STEM en México.

Palabras clave

Administración de la ciencia ¶ Programa de investigación ¶ Gestión del conocimiento ¶ Organización de la investigación

Abstract

The innovation of educational services in Latin America must respond to the fourth industrial revolution from STEM research (acronym in English: science, technology, engineering and math); with the qualitative paradigm with a phenomenological approach, four lines of action are built through the deductive method: exploratory phase; non-probabilistic sample selection; hermeneutical understanding of narratives, with triangulation in data and grounded theory, it is answered: Which Higher Education Institutions in the Mexican Republic carry out STEM research?; Are there learning communities and correlated research networks on STEM?; What are the challenges and paradigms for the development of STEM research projects in Mexico?

* Profesor Investigador, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México (rdojle@gmail.com). ¶ Profesora Investigadora, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México (deneb_72@yahoo.com).

Our findings identify the cultural, political and social contexts of the basic science environment in learning communities and research networks STEM Mexico.

Keywords

Science administration ¶ Research programmes ¶ Knowledge management ¶ Organization of research

Introducción

LA INVESTIGACIÓN en educación STEM (por su siglas en inglés, science, technology, engineering, and math), ha sido administrada y gestionada principalmente por las Instituciones de Educación Superior de Estados Unidos desde el 2003, debido al fuerte apoyo financiero de las agencias gubernamentales (National Science Foundation, 2013; The White House, 2009, 2018; U.S. Department of Education, 2021), así como de las fuentes de financiamiento privadas las cuales comparten una visión para el futuro en donde todos los ciudadanos tengan acceso de por vida a la educación STEM de calidad; posicionando al Estado en el liderazgo mundial a través de la alfabetización, innovación y empleo STEM para el desarrollo del capital humano (National Science Board, 2020).

De acuerdo con Li *et al.*, (2020), la distribución de proyectos de investigación de las IES en Estados Unidos que contienen el acrónimo STEM del 2007 a 2019, han fortalecido a los programas nacionales enfocados en: a) educación técnica y profesional; b) centro de educación cívica; c) cognición y aprendizaje del estudiante; d) programas y políticas de aprendizaje temprano; e) tecnología educativa; f) maestros eficaces y enseñanza eficaz; g) programa de capacitación en investigación postdoctoral en ciencias de la educación; h) educación postsecundaria y de adultos; i) asociaciones entre investigadores y profesionales en investigación sobre educación ciencia, tecnología, ingeniería y matemática; y j) educación e investigación sobre innovación en pequeñas empresas.

En consecuencia, para Lockhart *et al.*, (2022), la identidad científica ha sido ubicada como el predictor más poderoso para la especialización en STEM; profesionales y legisladores buscan el diseño de programas para la intervención en comunidades educativas, a través de la Escala de Identidad Científica (*Science Identity Scale*, *SciID* acrónimo en inglés), para cumplir con el llamado a la reforma educativa establecida en Estados Unidos, con el objetivo del aumento de la futura fuerza laboral en el país, asimismo, se generan

esfuerzos para identificar las barreras y los apoyos para el éxito de las mujeres de color y estudiantes en representaciones minoritarias en las comunidades STEM (Allen *et al.*, 2022).

A su vez, se investigan las prácticas docentes con el uso de metodologías STEM (Clarke y Hollingsworth, 2002; Jackson *et al.*, 2022) que proporciona tanto un modelo como un mecanismo mediante el cual promover el cambio individual. Este modelo identifica cuatro dominios de influencia para el cambio: el personal (creencias sobre la enseñanza), el externo (conciencia de alternativas), el dominio de la práctica (implementación de nuevas prácticas de enseñanza) y el dominio de los resultados (cambios en el desempeño de los estudiantes).

Por lo tanto, se busca la transformación de las prácticas basadas en cursos, los valores comunitarios y las políticas y estructuras institucionales asociadas con la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior, a través del modelo CACAO (acrónimo en inglés: *Change, the Adopters, the Change Agents, and the Organization*, que significa: El cambio, los adoptantes, los agentes de cambio y la organización; Viskupic *et al.*, 2022) el cual demuestra la importancia de (1) crear una declaración de visión (declaración de cambio deseado o estado final); (2) atender a diferentes niveles de la organización (por ejemplo, individuos, departamentos y colegios); (3) trabajar con agentes de cambio que están situados para ser efectivos en diferentes niveles organizacionales; y (4) empleando estrategias para satisfacer las necesidades e intereses de la facultad en diferentes etapas de adopción con respecto al cambio deseado.

Cabe aclarar que existen diversas perspectivas y enfoques sobre la educación STEM; para conocer un marco general de tendencias en investigación se recomienda realizar la lectura de Kayan-Fadlelmula *et al.* (2022) el cual identifica el contexto y ambiente social para el desarrollo de contenido escolar; y en Jiménez *et al.* (2021), donde se aborda la gestión de políticas educativas en países para la transición a la industria 4.0, adaptando las habilidades STEM, como pauta para la modernización e innovación de servicios educativos en América Latina; en México, en el centro de la república; organizaciones privadas han potencializado el movimiento a través de la vinculación con cámaras del comercio (Alianza para la Promoción de STEM, 2019); cabe destacar que ante los bajos resultados de las últimas evaluaciones educativas por organismos infra-nacionales; se ha activado el desarrollo de estudios para medir la eficacia en las matemáticas con visión de inclusión de género (Guevara-Ruiseñor y Flores-Cruz, 2017; OCDE, 2015; PISA/OCDE, 2015), permitiendo identificar enfoques y revisión de la literatura que aportan a la investigación de la calidad STEM en las organizaciones educativas (Domínguez *et al.* 2019; Esquer y Fernández, 2021).

Ante la urgencia de las transformaciones en los sistemas de organización de la ciencia, la aplicabilidad del conocimiento a través de la línea de investigación en STEM (acrónimo por sus siglas en español, ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) es necesario responder a las siguientes preguntas: 1. ¿Que Instituciones de Educación Superior en la república mexicana realizan investigación en educación STEM?; 2. ¿Existen comunidades de aprendizaje y redes de investigación correlacionadas sobre el movimiento STEM?; 3. ¿Cuáles son los desafíos y paradigmas para el desarrollo de proyectos de investigación STEM en México?

Metodología

El diseño del documento, se aborda desde el paradigma cualitativo (Creswell, 2009; Dezin y Lincoln, 2012; Strauss y Corbín, 2002) con un modelo interpretativo, desde un enfoque fenomenológico que permite la comprensión hermenéutica objetiva.

Para la estructura del documento se siguen cuatro líneas de acción, generadas con el apoyo del método deductivo: 1) Fase exploratoria, se identifica un muestreo abierto no probabilístico del universo de la oferta educativa nacional en posgrados de acuerdo a las áreas iv: Ciencias de la Conducta y la Educación; v: Humanidades; vi: Ciencias Sociales; 2) Selección de la muestra a conveniencia de cuatro programas para la identificación de los cuerpos académicos, perfiles de egreso de los estudiantes y desarrollo de la problemática; 3) Identificación de narrativas en repositorios audiovisuales oficiales para la triangulación de datos de acuerdo con la comunidad científica nacional; y 4) Construcción de análisis a través de la teoría fundamentada, se identifican nuevos modelos de integración de docencia e investigación para América Latina y los retos de la línea de investigación STEM para la integración de equipos de investigación, comunidades de aprendizaje y redes de investigación STEM en México.

A continuación, se describen los procesos:

1) A través de la fase exploratoria, nos permitió documentar los programas que ofrece el Sistema Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en las áreas iv: Ciencias de la Conducta y la Educación; v: Humanidades; vi: Ciencias Sociales de las Instituciones de Educación Superior integradas a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior; en el cual se identificó un muestreo abierto no probabilístico, en un universo de 33 ofertas de formación en las áreas relativas al estudio, en todo el territorio nacional, se presenta la nomenclatura del título y su frecuencia: Doctorado en Educación (5); Doctorado en Ciencias Educativas (1); Doctorado en Administración Educativa (1); Doctorado en Ciencias Administrativas (6); Doctorado en Administración

y Alta Dirección (1); Doctorado en Ciencias Sociales (10); Doctorado en Ciencias Económico Administrativas (4); Doctorado en Investigación e Innovación Educativa (1); Doctorado en Investigación Educativa (1); Doctorado en Estudios Económicos(1); Doctorado en Filosofía con especialidad en administración (1); Doctorado en Administración(1). De los anteriores, se seleccionó una muestra a conveniencia de 4 programas en relación a los mapas curriculares y áreas de especialización, lo que permitió identificar a los cuerpos académicos de acuerdo a las temáticas y su revisión del estatus en el Sistema Nacional de Investigadores; el documento presenta la Tabla 1 conforme a los resultados.

2) Nuestro problema de investigación se estructura en dos funciones, de acuerdo al ámbito sustantivo, el cual emerge a través de la revisión de la productividad de los cuerpos académicos, la identificación de los perfiles de los docentes y su relación con las habilidades de egreso de los estudiantes; y la problemática formal, centrado en el estudio de la investigación del movimiento educativo STEM en nuestro país. Se inicia con la formulación de la problemática en términos cualitativos con preguntas como: ¿Qué Instituciones de Educación Superior en la República mexicana realizan investigación STEM?; ¿Existen comunidades de aprendizaje y redes de investigación correlacionadas sobre STEM?; ¿Cuáles son los desafíos y paradigmas para el desarrollo de proyectos de investigación STEM en México? Con el uso de la teoría fundamentada se desarrollan los significados de la interacción con los datos y se estructura su interpretación.

3) Se revisa el marco normativo que rige la política científica a través de la exploración de la literatura; y se abordan las cuentas oficiales de repositorios audiovisuales para identificar las participaciones de los actores principales en humanidades, ciencia, tecnología e innovación (HCTI) en foros nacionales organizados por el Conacyt, el entorno de la investigación básica y de frontera del movimiento STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) en México.

4) Con el apoyo de la teoría fundamentada se relacionan las dimensiones para la construcción de las conclusiones.

Marco normativo

De acuerdo a las tendencias macro sociales (Solana, 2013), los procesos políticos, culturales y económicos se articulan en dinámicas de la acción social y educativa; de acuerdo a los códigos de la modernidad para la competitividad, estas implicaciones sociales requieren de las nuevas modalidades y la regulación de la organización de los sistemas de creación de ciencia y tecnología en la tercera etapa del siglo XXI (Janc, 2017; Reynoso-Haynes *et al.*, 2020), en México para potencializar la cultura

investigadora de las IES, se asume el contexto de la gestión del cambio ante las nuevas políticas educativas a través de las nuevas modificaciones a la Ley General de Educación (2019, p.13), formalizando la obligación del Estado para apoyar el desarrollo de innovación, aprovisionando la transformación de los contenidos, planes y programas de estudio en todos los niveles educativos, que va desde la incorporación del aprendizaje de las matemáticas y el fomento de la Ciencia, Innovación y Tecnología (CIT por sus siglas en español) en el nivel superior; el Estado busca la comprensión, aplicación y uso responsable de la producción alineados a las necesidades regionales; estas reformas integran al conocimiento de las ciencias y humanidades; haciendo hincapié en que todo ciudadano, tiene el derecho al goce de los beneficios de la creación de CIT.

Del mismo modo, la modificación de Ley de Ciencia y Tecnología (2020, p.16) en el artículo 33, se identifica el lineamiento en el que los proyectos de investigación deberán abordarse de acuerdo al interés regional, estatal o municipal en vinculación con las universidades a través de la celebración de convenios; a su vez, El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de acuerdo al marco legal, busca incrementar la productividad CIT en el país a través de los diez programas nacionales estratégicos (Agentes tóxicos y procesos contaminantes; Agua; Cultura; Educación; Energía y cambio climático; Salud; Seguridad humana; Sistemas socio-ecológicos, Soberanía alimentaria y vivienda) los cuales se concretan en proyectos nacionales de investigación e incidencia (Pronaii); buscando la articulación de las capacidades científico-técnicas y la colaboración con actores sociales dentro del sector público o privado.

De manera que el capital humano involucrado se ubica en dos grandes estructuras (Instituciones de Educación Superior y Centros Públicos de Investigación), quienes participan en la economía del conocimiento desarrollando capacidades científico-técnicas con rigor epistemológico, pertenecientes a la comunidad humanística, científica, tecnológica y de innovación, dentro de las IES a través del desarrollo de conocimiento con la realización de investigación de frontera y ciencia básica en ocho áreas del conocimiento (I: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra; II: Biología y Química; III: Medicina y Ciencias de la Salud; IV: Ciencias de la Conducta y la Educación; V: Humanidades; VI: Ciencias Sociales; VII: Ciencias de Agricultura, Agropecuarias, Forestales y de Ecosistemas; VIII: Ingenierías y Desarrollo Tecnológico; IX: Interdisciplinaria) por ende el Gobierno contempla mecanismos e instrumentos federales de operación de programas presupuestarios para el reconocimiento, en becas, premios, estímulos fiscales, facilidades administrativas, así como la integración del Sistema Nacional de Investigadores (Conacyt, 2021a,b); en donde los profesores investigadores integran varias funciones para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje con el impulso a nuevas

generaciones, absorción y consolidación del capital humano altamente calificado a través de los Posgrados.

De acuerdo con los procesos de conformación y políticas públicas en México, una de las prioridades de la administración 2019-2024 (Diario Oficial de la Federación, 2019); es el mejoramiento de educación superior, para el nivel de posgrado en la educación superior, se contempla el objetivo de pertinencia científica y social; por lo tanto, desde hace 30 años de la creación del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), el Conacyt y la Secretaría de Educación Pública, sustentado por el Anteproyecto de Ley General en Materia de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación (2021), se propone su sustitución, por el Sistema Nacional de Posgrados (SNP), de figura plural e incluyente el cual busca el equilibrio regional y la distribución equitativa entre las IES y los Centros Públicos de Investigación.

El Talento humano participante en las IES en formación a través de los programas educativos integrados al Sistema Nacional de Posgrados, y que de acuerdo al Conacyt deberán iniciar con un proceso de reorientación a la investigación y formación para la pertinencia social, para vincularse a través del Programa de Investigadoras e investigadores por México enfocado a los jóvenes investigadores con especialidad, doctorado o posdoctorado, los cuales incidan y fortalezcan a los grupos de investigación, sin embargo, existen contextos culturales, políticos y sociales que pueden impedir su desarrollo.

Dentro del contexto cultural, identificamos a los procedimientos administrativos, como base esencial del acceso a estos beneficios; las actitudes, normas y comportamientos que se desarrollan dentro de las organizaciones educativas, se identifican como aspectos claves para la articulación de la producción del conocimiento, de modo que la regularización organizacional como es el caso para el ingreso al Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas, la cual permite la adquisición de beneficios, estímulos y fideicomisos en las actividades de investigación CIT para las IES en vinculación con los sectores social y privado a través del Registro Federal de Contribuyentes como persona moral; para el caso de la regulación individual que se identifican en los dos grupos de capital humano inmersos en las IES, los cuales buscan el reconocimiento y acceso a la investigación.

En consecuencia el contexto económico se registra a través de los nuevos mecanismos de vinculación y la creación de productos en parques científicos, parques de investigación, centros de investigación e innovación, tecnópolis, polos tecnológicos, parques tecnológicos e incubadora de empresas (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Leydesdorff y Meyer, 2006) en México se cuenta con 26 Centros Públicos de Investigación Conacyt, un organismo internacional asociado y un fideicomiso,

distribuidos en cinco áreas: 1) Materiales, Manufactura Avanzada y Procesos industriales; 2) Física, Matemática y Ciencias de datos; 3) Medio ambiente, Salud y Alimentación; 4) Política pública y Desarrollo regional; y 5) Historia, Antropología social, en donde el capital humano, puede acceder a la oferta académica, tecnológica y de servicios especializados en áreas CTIM en México; enfocados en los proyectos, y con altas regulaciones éticas en temas administrativos, financieros, de propiedad intelectual entre otros, cabe destacar que estos macro factores han generado privilegios, tensiones y jerarquías (Lloyd, 2018).

Desarrollo

1) De acuerdo a las 207 Instituciones de Educación Superior de todo el país agremiadas a la ANUIES, se identificaron 33 IES con oferta educativa de estudios de posgrado en el nivel doctorado alineados a las tres áreas prioritarias de esta investigación, integrados al Sistema Nacional de Posgrados; el resultado refiere a 12 programas (Doctorado en Educación; Doctorado en Ciencias Educativas; Doctorado en Administración Educativa; Doctorado en Ciencias Administrativas; Doctorado en Administración y Alta dirección; Doctorado en Ciencias Sociales; Doctorado en Ciencias Económico Administrativas; Doctorado en Investigación e Innovación Educativa; Doctorado en Investigación Educativa; Doctorado en Estudios Económicos; Doctorado en Filosofía con especialidad en administración; Doctorado en Administración) los cuales podrían abordar el tema STEM a través de las áreas: Ciencias sociales; Humanidades; Ciencias de la conducta y Educación, estos resultados permitirían identificar al capital humano que desarrolla proyectos de investigación de acuerdo a los reglamentos de las IES en diez instituciones a nivel nacional.

En esta fase del estudio, realizada entre agosto de 2019 y enero de 2022, se examinó a través de los portales web, y se cotejó a los grupos académicos que integran la plantilla docente en posgrados SNP en las áreas antes mencionadas. En la Tabla 1, se seleccionaron cuatro programas, los cuales identifican al capital humano por género que integran a los núcleos académicos; para la recopilación de datos se recurre al padrón de beneficiarios del año vigente (Conacyt, 2022) el cual permitió la corroboración de los datos, de acuerdo a la información de los portales web, identificando la clasificación del nivel SNI.

Para la labor de registro, se elaboró una ficha de identificación de acuerdo a los integrantes de los grupos académicos, identificando las líneas de generación del conocimiento. Se llega por esta vía a determinar “indicadores de producción” que ofrecen claves axiológicas para la búsqueda de los proyectos financiados y productos de investigación en STEM en México.

Tabla 1. Estudios de posgrado en Ciencias sociales, Humanidades y ciencias de la conducta y Educación, de todo el Sistema Nacional de Posgrados

Grado	Universidad que lo imparte	Número de programas	Área de SNI	Número de investigadores SNI del núcleo académico básico										Grupos académicos	
				Candidato		Nivel I		Nivel II		Nivel III		Emérito			
				M	H	M	H	M	H	M	H	M	H		
1 Doctorado en educación	Universidad Autónoma de Sinaloa (2022)	5	IV	1	0	3	5	0	1	0	0	0	0	0	1) Aspectos sociológicos y económicos de la educación; 2) Creencias y valores de los sujetos escolares; 3) Educación y TIC; 4) Procesos Cognitivos, Pedagógicos y Psicosociales
	Universidad Autónoma de Tlaxcala													1) Familias, Interseccionalidad e Intervención; 2) Gestión y Políticas Educativas; Educación Especial y Procesos del Aprendizaje; Procesos Educativos	
	Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2022)			0	0	6	4	3	2	0	0	1	0	1) Procesos históricos y culturales en educación; 2) Gestión educativa; 3) Conocimiento, mediación y tecnología; 4) Políticas, ética y diversidad en el currículum y en dispositivos de formación	
	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2022)			1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	1) Investigación e Innovación Educativas; 2) Estudios y Análisis sobre la Educación y la Cultura	
	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C. (2022)			1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1) Gestión y procesos educativos; 2) Ética y Autonomía	
2 Doctorado en Ciencias Educativas	Universidad Autónoma de Baja California (2002)	1	IV / V	0	3	1	4	2	0	0	0	0	0	1) Sujetos educativos y prácticas discursivas; 2) Evaluación Educativa; 3) Mediación de la tecnología del proceso Educativo; 4) Medición, Innovación y desarrollo en educación	

3	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2019)	1	VI	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1) Gestión y Comportamiento Organizacional; 2) Estudios Estratégicos para Negocios e Instituciones; 3) Investigaciones Estratégicas Regionales
4	Universidad Autónoma de Baja California (En: Enseñada, Mexicali y Tijuana)	3	VI	2	1	6	5	1	0	0	0	0	0	0	Académico de Administración e Innovación Estratégica en Tecnologías
Total		10		6	4	26	24	6	3	0	0	1	0		

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las estadísticas de Conacyt (2022); para la identificación de las áreas se utilizan los siguientes números romanos: IV: Ciencias de la Conducta y la Educación; V: Humanidades; VI: Ciencias Sociales; de acuerdo Padrón Nacional de Programas de Calidad (2022), ante la reforma ahora denominado Sistema Nacional de Posgrados.

2) Ante la pregunta: ¿Existen comunidades de aprendizaje y redes de investigación correlacionadas sobre el movimiento STEM? cotejamos los datos identificados a través de los 33 repositorios institucionales; en la clasificación de tesis doctoral, con el apoyo de las palabras claves STEM y CTIM; corroborando los documentos para identificar las líneas de generación de conocimientos, siendo: Administración de las organizaciones y Gestión organizacional, nacional e internacional; referente a la educación STEM, Movimiento STEM, desarrollo económico por las disciplinas CTIM (ver Tabla 2), esta línea de investigación surge en el sureste del país; a través de los estudios doctorales en administración educativa pertenecientes al Sistema Nacional de Posgrados.

Tabla 2. Investigación en Educación STEM

Institución de Educación Superior	Autores	Grado	Línea de generación del conocimiento
Universidad Autónoma de Baja California	Domínguez-Osuna, P. (2021)	Doctor en Ciencias	—
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Avendaño et al (2020) Jiménez-León, (2021)	Doctor en Administración Educativa	Administración de las organizaciones
	Hernández-Mena, (2021)	Doctor en Ciencias Económico Administrativas	Gestión organizacional, nacional e internacional

Nota: Identificación a través de los 33 repositorios institucionales.

Las tesis doctorales de Avendaño, (2018); Hernández-Mena, (2021); Jiménez-León, (2021); son iniciativas científicas, las cuales buscan aumentar las actitudes positivas hacia el interés en la educación CTIM en el nivel medio superior de manera regional, midiendo el apoyo social, la autoeficacia y comportamiento, para la promoción de las vocaciones científicas; la creación de programas y políticas de aprendizaje temprano y la inclusión de las nuevas generaciones en la producción de ciencia y tecnología; con el apoyo de metodologías rigurosas, abarcando al paradigma cualitativo a través de métodos de profundización en narrativas y métodos visuales para comprender el mundo CTIM y fomentar la divulgación de la ciencia; los resultados obtienen alcances explicativos, relacionando variables establecidas y visualizando al fenómeno; en el caso de Domínguez-Osuna (2021) su estudio busca la aplicación de la educación técnica y profesional STEM enfocada en una área disciplinar “ingeniería” para identificación de la cognición y aprendizaje del estudiante y ponderación de maestros eficaces y su enseñanza eficaz.

La Investigación STEM en México representan aun una minoría, sin embargo, asociaciones entre investigadores y profesionales en investigación sobre educación en ciencia-tecnología-ingeniería-matemática, han desarrollado una eficaz gestión del capital intelectual en las IES, como el caso del Doctorado en Ciencias Administrativas que imparte la Universidad Autónoma de Tamaulipas, la cual ha convertido una fuente de recursos humanos competitivo en la conformación de sus cuerpos académicos; debido a que alumnos y egresados de sus programas SNP son perfiles con figuras en la colaboración o integrantes en el desarrollo de proyectos (UAT, 2022).

A su vez el Programa del Doctorado en Administración Educativa que imparte la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco se identifica dentro del mapa nacional en el año 2021 como única opción nacional con el aporte de las habilidades para identificar problemáticas sociales relacionadas al ámbito de la administración educativa; con la capacidad de realizar trabajo en STEM con equipos en ambientes multi, inter y transdisciplinarios de manera cooperativa y respetuosa (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2019); se cuenta con proyectos de investigación en el área STEAM con equidad de género y la conformación de equipos de trabajo para la formación de capital humano.

Por lo tanto, en nuestros resultados, no se encontraron grupos académicos nombrados con el acrónimo STEM; cabe destacar que ese elemento no significa que no aborden el tema o referencien autores internacionales en sus trabajos a través de sus proyectos; se hace necesaria la especialización de grupos académicos en la gestión para la implementación de la educación STEM para todos los niveles educativos, ya que en México se aborda sólo para la educación media superior.

3) El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de su seminario permanente “La ciencia es tu derecho”; donde se abarcan las disciplinas en Humanidades,

Ciencia, Tecnologías e Innovación del país, funge como marco para identificar las narrativas que confluyen en los perfiles académicos y de investigación, sobre los grandes problemas en las IES, los cuales se abordan desde la autocrítica, se recomienda visualizar, a través de seis mesas de análisis el contexto nacional de la investigación, para este documento se revisan los temas referentes a: 1. El derecho humano a la ciencia en la senda del constitucionalismo contemporáneo (Conacyt México, 2021a); 2. Transición y cambio de paradigmas en la política nacional de HCTI (Conacyt México, 2021b); y dentro del tercer foro nacional de posgrados, el cual tiene como objetivo historizar, resignificar y transformar las experiencias de los PNCB, permitiendo la actualización de los mecanismos en el que se organiza la investigación en nuestro país.

Ante la pregunta ¿Cuáles son los desafíos y paradigmas para el desarrollo de proyectos de investigación STEM en México? identificamos las siguientes narrativas:

De acuerdo con Ortega-Villaseñor (Conacyt México, 2021a) existen cuatro paradigmas históricos en los que se desarrolla la investigación siendo: eurocentrismo-centralismo, excesiva especialización, malinchismo y la prevalencia de las formas sobre el contenido, así lo explica:

Se refuerza la creencia que el conocimiento emerge de determinadas IES y Centros de investigación europeos y anglosajones, constituyendo el ámbito del estado del arte; es falso conocer que los conocimientos humanos que no se produzcan en una región desde el globo o que emerjan de zonas como África, o América Latina. (Participante 1)

Cabe destacar que la validez de esta disertación está presente en los trabajos de Mignolo (2005), que van desde el uso del pensamiento crítico, a través de la reflexión de las políticas educativas creadas en la etapa neoliberal, la cual permitió la opción de criterios, valores, generados por organismos internacionales (Fondo Monetario Internacional, 2020; OCDE, 2019; OEA, s.f.) los cuales buscan incidir en la orientación educativa e ideología de la ciencia y tecnología; infiltrando en miembros de la academia, temas, lineamientos, y ejes de interés, o sugerir cambios de rumbos de IES, fenómeno prevaleciente, ante el menor grado de desarrollo científico en países de América Latina en comparación con el resto del mundo. Sin embargo, el caso de Estados Unidos, que lideró el mundo en inversión total en I+D (Investigación y Diseño) durante décadas, probablemente cedió este estado a China en 2019. Si estas tendencias continúan, (NSB, 2020) se proyecta que China invertirá más de \$200 mil millones al año en I+D que Estados Unidos para 2030; por lo tanto, se gesta el movimiento STEM para consolidar su potencia.

Ante este complicado panorama, México desarrolla formación de maestros(as) y doctores(as) por vía de la investigación adecuando las prioridades nacionales, los apoyos de Conacyt, las becas y los requisitos el Sistema Nacional de Posgrados

han influido positivamente en los logros de investigación en los programas: Doctorado en Educación; Doctorado en Ciencias Educativas; Doctorado en Administración Educativa; Doctorado en Ciencias Administrativas; incidiendo a través de los proyectos, la pertinencia y el acompañamiento que se desarrolla con los estudiantes; pero a su vez combate con los grandes problemas que vive el sistema educativo mexicano y el desarrollo de la carrera científica, la cual se explica a continuación:

Una gran mayoría de los egresados de los diferentes posgrados nacionales, se enfrentan a las siguientes opciones de desarrollo profesional, la carrera científica en la actualidad, difícilmente es una opción, debido a que no hay ofertas de trabajo en la academia, por la ausencia de plazas y la incertidumbre de los programas de cátedras. (Participante 2)

Es importante invertir en el conocimiento; de igual forma los gobiernos deben garantizar el desarrollo de carrera y su permanencia. México cuenta con más de 46 mil científicos de acuerdo a las cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (2021); estos incluyen tanto en organizaciones públicas y privadas, la característica de estos individuos es que han desarrollado con éxito sus carreras científicas manteniendo una actividad de investigación. En contraste con las cifras del SNI, existe una población de 35,178 investigadores en donde 9,168 pertenecen al nivel candidato; 18,351 al primer nivel; 4,968 al segundo nivel y 2,691 al tercer nivel (Gobierno de México, 2022); estas cifras, resaltan la desventaja social ante la equidad de género a nivel nacional; de acuerdo a nuestra muestra los investigadores en las disciplinas de Ciencias de la Conducta y la Educación, Humanidades y Ciencias Sociales, lidera el sector femenino.

Para la integración de la docencia y la investigación en América Latina se identifica en la Tabla 3, algunos países como Perú, Ecuador, Salvador, de acuerdo con Guillén-Jenny (2016) la formación de talleres, conferencias, olimpiadas, permiten la integración de la universidad con la comunidad, permitiendo identificar la realidad, formación y atención necesaria para la investigación.

Tabla 3. Modelos de integración de docencia y la investigación en América Latina

Autor	País	Modelo	Aporta a teoría
Fanning-Balarezo, & Castro-Aquino, (2014)	Perú	Gestión de Integración Docencia-Investigación para el proceso formativo	Aplicación en una disciplina de Ciencia
Franco (2021)	Ecuador	Modelo de gestión de la vinculación en la ucsg	Integración en el ámbito empresarial

Landaverde <i>et al.</i> (2011)	Salvador	El Modelo Sistémico de Integración de la Docencia, Investigación y Proyección Social (MIDIPS)	Relación insumo–producto–insumo, para la creación de nuevas empresas
Corcino-Barrueta <i>et al.</i> (2021)	Perú	El modelo sistémico de aprendizaje y enseñanza, como apoyo en la inserción laboral	Ejercer un proceso sistémico en la enseñanza y aprendizaje para la oportunidad en la inclusión laboral.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El estado político de la ciencia en México a traviesa por contextos culturales, políticos y sociales que se asumen a un terreno en riesgo, de acuerdo con lo cultural, este se identifica desde las prácticas de la investigación en los entornos educativos de posgrados, en el ámbito de la comunicación científica, como el acceso a revistas indizadas en países de América del Norte y el continente europeo, los cuales se asocian a un sistema de acceso restringido, las universidades identificadas en nuestro estudio no cuentan con acceso a repositorios internacionales como (1) *Elsevier BV*; (2) *Routledge*; (3) *SAGE Publications*; (4) *Springer Netherlands* debido a sus altos costos en la divulgación y acceso a publicaciones y a la cancelación de los convenios establecidos que, de acuerdo a la política interna del país, se asume en austeridad, buscando el desarrollo del conocimiento interno; otro elemento importante refiere a la gestión de los repositorios institucionales, de acuerdo a los factores identificados se encuentran el bajo compromiso de los estudiantes de posgrados en incorporar sus investigaciones y tesis doctorales, así como el funcionamiento del Repositorio Nacional del Conacyt.

Desde el entorno político, México ha enfrentado cambios profundos en sus sistemas de gobierno pasando de una nación neoliberal globalizada, asentando cortes liberales y pro-occidentales, actualmente con la instauración del nuevo gobierno, se ha desarrollado una política exterior, enfocada desde el interior con un acercamiento estrecho en los países latinoamericanos y del Caribe, favoreciendo la producción de ciencia en otros país, siendo un indicador favorable para América Latina y el Caribe.

En el ámbito social se debe tener en cuenta que la generación, acumulación y aplicación del conocimiento es un acelerador del desarrollo económico y social en el mundo (Drucker, 1993; Edvinsson y Malone, 2004, Monagas-Docasal, 2012); y que el conocimiento es un activo intangible, el cual conlleva a un interés social, los países de economías emergentes, a través de sus sistemas educativos en el nivel superior y legislaciones deberán consolidar esta ventaja competitiva a corto plazo.

Lo anterior, asumiendo compromisos sociales para la transformación educativa el nuevo capital humano con la organización de modelos de integración de docencia e investigación que permitan mejorar procesos e incrementar la identidad científica y tecnológica nacional a través de la planta estudiantil universitaria; con el apoyo del marco normativo en México, las IES pueden participar en este proceso para la generación de riqueza social y deben incorporarse en la economía del conocimiento con el apoyo de investigadores, docentes y alumnos bajo los nuevos paradigmas humanistas, científicos, tecnológicos e innovadores para la generación del bien social en adoptantes, agentes de cambio y organizaciones educativas.

Cabe destacar que la apertura del programa de investigadoras e investigadores por México (Conacyt, 2022), en donde la edad promedio de los participantes es de 36 años y representa el 75% de los integrantes del SNI. Nuestro estudio identifica que la articulación con los jóvenes en formación pertenecientes al Sistema Nacional de Posgrados en nivel doctorado, es favorable para fortalecer a los grupos académicos e incrementar el compromiso institucional para la vinculación a través del modelo pentahélice de tecnología e innovación abierta (Orozco-Hernández, 2019), respondiendo a una realidad, para la conexión entre planes de desarrollo a través de los órdenes de gobierno estatal y municipal, alineados con los planes institucionales de las universidades, donde las prioridades deberán enfocarse de manera sistémica con abordaje local, sobre temas en preparación del mercado laboral; preparación para una carrera docente (Golowko, 2021); propiedad intelectual; comunicación pública de la ciencia, emprendimiento y negocios (Cagayanas, 2020; Chen *et al.*, 2020); trabajo y diseño organizacional para las industrias (Van Bree, 2021), desde las líneas de investigación STEM en México.

Los centros públicos son espacios de colaboración y generadores de sinergias a través de relaciones robustas para la movilidad en proyectos interdisciplinarios. Centros Públicos de Ciencia, Gobiernos estatales y municipales, Universidades, conforman la triple hélice para fortalecer a los posgrados promoviendo la sustentabilidad con innovaciones avanzadas y disruptivas, en la que el gobierno brinde apoyos económicos al sector productivo y la academia permitiendo la asesoría con investigación básica y de frontera; donde los centros públicos de ciencia y tecnología permitan la creación, desarrollo de la innovación, así como la circulación del conocimiento con efectos positivos en la sociedad.

A su vez, acelerar las comunicaciones internas y externas de manera institucional para el SNP en el país que, de acuerdo con la búsqueda en las plataformas de los sitios institucionales, se identifica como Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

Para satisfacer las necesidades del entorno económico, social y político es necesario el rediseño de los planes institucionales a mediano y largo plazo, generando

un constante análisis de pertinencia, así como la actualización curricular y el seguimiento a los egresados. En cuanto a la evaluación de los posgrados, esta debe ser periódicamente al interior de las IES, pero también de manera externa. La ejecución de sus programas ha de desarrollarse en instituciones modernas y de frontera; incrementando becas; programa de retiro digno para profesores investigadores que permita abrir espacio a nuevos investigadores jóvenes (Universidad Nacional Autónoma de México, 2020), y el compromiso del incremento de nuevas plazas para jóvenes investigadores a través del Conacyt .

Futuros retos sobre la diversidad o dispersión de las líneas de investigación STEM

Para el ámbito de la educación STEM en México, se identifica la apertura de los acuerdos por innovación para elevar la política científica en el país, así como la incorporación de las industrias nacionales para potencializar los proyectos en habilidades que promuevan el espíritu empresarial en las nuevas generaciones a través del currículo de ciencias para la vida, los modelos identificados en docencia e investigación para América Latina y el Caribe, nos indican adoptar nuevas tecnologías educativas y configurar al nuevo ciudadano en la cuarta revolución industrial.

Durante la educación superior en programas de posgrados los alumnos que promueven la comunicación permanente y desarrollan investigación, representan la fortaleza nacional en nuevos conocimientos, lo cual permite a los profesores-investigadores integrados a los grupos académicos, comprender las necesidades sociales del ciudadano. Asimismo, esta investigación pretende identificar universidades nacionales para elaborar estancias académicas y posdoctorados a través del mapeo nacional de personajes, currículos y programas que pueden conducir la solicitud de entrevistas para desarrollar propuestas en el fortalecimiento de la línea de generación de conocimiento sobre la Educación STEM y la gestión del movimiento STEM .

En el contexto nacional se apertura una oportunidad para la propuesta de gestión de nuevos conocimientos con la integración de la disciplina Artes, incluyendo al movimiento STEAM (acrónimo en inglés: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática); para el sistema es necesario involucrar a los creadores pertenecientes al Sistema Nacional de Creadores para identificar aportes del bien social desde una visión humanista y holística para la divulgación de la ciencia, atendiendo los grandes problemas prioritarios en México a través de la curación de contenidos, imágenes visuales, estética y desarrollo de marketing, entre otros.

Por lo tanto, en este documento emergen futuras preguntas: ¿Cómo pueden los descubrimientos CTIM mexicanos continuar empoderando a las instituciones de

educación superior y a las empresas? ¿Cómo puede México aumentar las habilidades y oportunidades STEAM para todos los ciudadanos? ¿Ante el nuevo régimen político en México el campo de la investigación anglosajona o eurocentrista, seguirá modificando los modelos educativos en América Latina?

Agradecimiento

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado en los Estudios del Doctorado en Administración Educativa.

Referencias

- Alianza para la Promoción de STEM (2019). *Visión STEM para México*. <https://blog.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>
- Allen, D., Dancy, M., Stearns, E., Mickelson, R. y Bottia, M. (2022). Racism, sexism and disconnection: contrasting experiences of Black women in STEM before and after transfer from community college. *International Journal of STEM Education*, 9(20), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00334-2>
- Anteproyecto de Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (4 de mayo de 2021). Conacyt. Disponible en: https://consulta.conacyt.mx/wp-content/uploads/2021/04/5-Resumen_Ejecutivo_del_Anteproyecto.pdf
- Avendaño, K. (2018). *Interés por estudios universitarios en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en bachilleres de Tabasco* [Disertación doctoral inédita]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3106>
- Avendaño, K., Magaña, D., y Flores, P. (2020). Influencia familiar en la elección de carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en estudiantes de bachillerato. *Revista de investigación educativa*, 38(2), 515-531. <https://doi.org/10.6018/rie.366311>
- Cagayan, E. G. (Ed.). (2020). *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15347-6>
- Clarke, D., y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967. [https://doi.org/10.1016/s0742-051x\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/s0742-051x(02)00053-7)
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (9 de noviembre de 2021). 1. El derecho humano a la ciencia en la senda del constitucionalismo contem-

- poráneo [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=RHPe017r-cGo&t=8067s>
- , (12 de noviembre de 2021). 2. Transición y cambio de paradigmas en la política nacional de hcti [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=TpbpQW4GVr4>
- , (14 de mayo de 2022). *Programa de Investigadoras e Investigadores por México*. <https://conacyt.mx/programa-de-investigadoras-e-investigadores-por-mexico/>
- , (2021a). *Criterios específicos de evaluación, área VI: Ciencias Sociales*. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/criterios_especificos_area_VI.pdf
- , (2021b). *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores*. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/Reglamento_del_SNI_Texto_Vigente.pdf
- , (2022). *Padrón de beneficiarios*. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/sni/Padron_de_Beneficiarios_2021.xlsx
- Corcino-Barrueta, F., Chamoli-Falcon, A., Otalora-Martinez, C. y Melgarejo-Figueroa, M. (2021). El modelo sistémico de aprendizaje y enseñanza, como apoyo en la inserción laboral. *Investigación Valdizana*, 15(1), 31-40. <https://doi.org/10.33554/riv.15.1.798>
- Creswell, J. (2009). *Research design, qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.
- Chen, H., Yao, Y., Zan, A., y Carayannis, E. G. (2020). How does coopetition affect radical innovation? The roles of internal knowledge structure and external knowledge integration. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 36(11). 1975-1987. <https://doi.org/10.1108/JBIM-05-2019-0257>
- Dezin, N. y Lincoln, Y. (2012). *El campo de la investigación cualitativa, manual der la investigación cualitativa*. Gedisa editorial.
- Diario Oficial de la Federación (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&-fecha=12/07/2019
- Domínguez, P., Oliveros, M., Coronado, M., y Valdez, B. (2019). *Innovación educativa*, 19(80), 15-32. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732019000200015
- Domínguez-Osuna, P. (2021). *Modelo STEM+A para la enseñanza aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC* [Tesis doctoral]. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/8126>
- Drucker, P. (1993). *Postcapitalist Society*. Herper Collons Publishers.

- Edvinsson, L., y Malone, M. S. (1997). *Intellectual capital: Realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*. HarperBusiness.
- Esquer, M., y Fernández, K. (2021). La práctica docente en áreas STEM: Mapeo sistemático de la literatura. *Revista Educación*, 45(1), 1-28. <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.42809>
- Etzkowitz, H., y Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and mode 2 to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. doi:10.1016/s0048-7333(99)00055-4
- Fanning-Balarezo, M, y Castro-Aquino, R. (2014). Integración docencia-investigación en el proceso docente educativo. *Revista iberoamericana de educación en investigación*, 4(4), 25-33. <https://www.enfermeria21.com/revistas/aladefe/articulo/139/integracion-docencia-investigacion-en-el-proceso-docente-educativo/>
- Fondo Monetario Internacional (2020). *Perspectivas de la economía mundial, el gran confinamiento*. FMI. <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WEO/2020/April/Spanish/text.ashx>
- Franco, M. (2021). *Articulación de las funciones sustantivas en resultados de la gestión de la vinculación en la UCSG*. <https://www.ucsg.edu.ec/wp-content/uploads/pdf/vinculacion/normativas/estrategico.pdf>.
- Gobierno de México (10 de enero de 2022). *Número de investigadores del SNI por área del conocimiento*. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/sistema-nacional-de-investigadores>
- Golowko, N. (2021). Future Skills in Education. Sustainable Management. *Wertschöpfung Und Effizienz*. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33997-5>
- Guevara- Ruiseñor, E., y Flores-Cruz, M.G. (2017). Desempeño en matemáticas y ordenamientos de género en estudiantes universitarias *Reencuentro. Análisis De Problemas Universitarios*, 29(74), 33-58. Recuperado de <https://reencuentro.xoc.uam.mx/index.php/reencuentro/article/view/930>
- Guillén-Jenny, S. M. (2016). Integración, docencia, extensión e investigación. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 17(17), 33-47. Recuperado de <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/121>
- Hernández-Mena, V. (2021). *Apoyo social, autoeficacia y expectativas de resultados: factores asociados al interés por estudios universitarios en CTIM, en alumnos de instituciones educativas rurales* [Disertación doctoral inédita]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3522>
- Jackson, M., Moon, S., Doherty, J., y Wenderoth, P. (2022). Which evidence-based teaching practices change over time? Results from a university-wide STEM

- faculty development program. *International Journal of STEM Education*, 22(9), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00340-4>
- Janc, H. (2017). *El rumbo de la transformación educativa, Temas, Retos globales y Lecciones sobre la Reforma estructural*. Fondo de Cultura Económica
- Jiménez-León, R. (2021). *Narrativas de elección por carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. prospectiva estudiantil* [Disertación doctoral inédita]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3607>
- Jimenez-Leon, R., Magaña-Medina, D. E., y Aquino-Zúñiga, S. P. (2021). Gestión de tendencias STEM en educación superior y su impacto en la industria 4.0. *Journal of the Academy*, (5), 99-121. <https://doi.org/10.47058/joa5.7>
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., y Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, 9(2). 1-24 <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>
- Landaverde, R., Hernández, J. y Magaña, M. (2011). *Modelo sistémico de integración de la docencia, investigación y proyección social*. <http://www.unab.edu.sv/wp-content/uploads/2016/12/INVESTIGACION/MODELO%20INTEGRACION%20DOCENCIA%20INVESTIGACION%20Y%20PS.pdf>
- Ley de Ciencia y Tecnología [L.C.T.], reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 06 de noviembre de 2020 (México). <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- Ley General de Educación [L.G.E.], reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], reformada, 30 de agosto de 2019 (México). <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- Leydesdorff, L., y Meyer, M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems. *Research Policy*, 35(10), 1441–1449. doi:10.1016/j.respol.2006.09.016
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., Froyd, J.E. y Nite, S. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic analysis of publicly funded projects. *International Journal of STEAM Education*, 1(1), 7-17. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00213-8>
- Lockhart, M., Kwok, O., Yoon, M., y Wong, R. (2022). An important component to investigating STEM persistence: the development and validation of the science identity (SciID) scale. *International Journal of STEM Education*, 34(9), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00351-1>
- Lloyd, M. (2018). El sector de la investigación en México: Entre privilegios, tensiones y jerarquías. *Revista de la Educación Superior*. 47(185), 1-31. <https://doi.org/10.36857/resu.2018.185.64>

- Mignolo, W. (2005). *Cambiando las éticas y las políticas del conocimiento: lógica de la colonialidad y postcolonialidad imperial*. Tabula Rasa.
- Monagas-Docasal, M. (2012). El capital intelectual y la gestión del conocimiento. *Ingeniería Industrial*, 33(2), 142-150. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pi d=S1815-59362012000200006.
- National Science Board (NSF) (2020). *Vision 2030*. NSB. <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2020/nsb202015.pdf>
- , (2013). *Common guidelines for education research and development*. <https://www.nsf.gov/pubs/2013/nsf13126/nsf13126.pdf>
- OCDE. (2015). *Girl's lack of self confidence en the abc of gender equality in education: aptitude, behavior, confidence*. OCDE, Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229945>
- , (2019). *Iniciativa Niñas STEM pueden*. OCDE. <https://www.oecd.org/centrodemexico/iniciativa-niastem-pueden.htm>
- OEA (s.f.). ¿Por qué hablar de Educación STEM-STEAM? OEA. <https://portal.educoas.org/es/noticias/por-qu-hablar-educaci-n-stem-steam>
- Orozco-Hernández, A. (abril de 2019). *Pentahélice: Programa Estratégico Nacional de Tecnología e Innovación Abierta (PENTA)*. [Presentación de escrito] Sesión IV. La innovación en el marco de los programas de transformación productiva. Conacyt, México.
- Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (14 de mayo de 2022). *Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad*. (Versión online) [Conjunto de datos]. Conacyt. <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php>
- PISA/OCDE. (2015). *Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA) resultados*. <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Reynoso-Haynes, E., Herrera-Lima, S., Nepote, C. y Patiño-Barba, L. (2020). MEXICO: From simple and centralised to expansion, diversity and complexity. En T. Gascoigne, B., Schiele, J. Leach, M. Riedlinger, B. Lewenstein, L. Massarani, P. Broks, (Eds). *Communicating Science*. Australian National university. <http://doi.org/10.22459/CS.2020>
- Solana, F. (2013). *Educación en el siglo XXI*. Colección Reflexión y Análisis. Noriega.
- Strauss, A. y Corbín, J. (2002) *Bases de la Investigación Cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada*. U. de Antioquia
- The White House (2009). *President obama launches "educate to innovate" campaign for excellence in science, technology, engineering & math (Stem) education*. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>

- , (2018). Summary of the 2018 white house state- federal stem education summit. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/06/Summary-of-the-2018-White-House-State-Federal-STEM-Education-Summit.pdf>
- U.S. Department of Education (2021). *Science, Technology, Engineering, and Math, including Computer Science*. <https://www.ed.gov/stem#stem-strategy>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2021). *Researchers by sex, per million inhabitants, per thousand labour force, per thousand total employment*. UNESCO. <http://data.uis.unesco.org/>
- Universidad Autónoma de Baja California (2002). *Doctorado en ciencias educativas*. IIIDE. <http://iide.ens.uabc.mx/doctorado-en-ciencias-educativas>
- Universidad Autónoma de Sinaloa (7 de enero de 2022). *Facultad de ciencias de la educación, Núcleo académico básico de investigadores*. UAS. <http://face.uas.edu.mx/nucleo-academico-1.html>
- Universidad Autónoma de Tamaulipas (9 de enero de 2022). *Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento*. UAT. <https://fcav.uat.edu.mx/posgrado/secciones2015/estructura/lgac.asp>
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (7 de enero de 2022). *Doctorado en educación*. UAEM. <https://www.uaem.mx/admision-y-oferta/posgrado/doctorado-en-educacion/>
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). (17 de agosto de 2019). Doctorado en Administración Educativa (PNPC), Perfil de egreso [Mensaje en línea]. Recuperado de <http://www.ujat.mx/dae/25734>
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2022, 07 de enero). *Doctorado en educación* (PNPC). UJAT. <https://www.ujat.mx/ded>
- Universidad Nacional Autónoma de México (2022, 10 de enero). *Subprograma de Retiro Voluntario por Jubilación del Personal Académico de Carrera de la UNAM (-REVOL-TC)*. <https://dgapa.unam.mx/index.php/renovacion-plan-ta-academica/retiro-voluntario-por-jubilacion>
- Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C. (7 de enero de 2022). *Doctorado en Educación*. UPAEP. <https://www.upaep.mx/doctorados/educacion>
- Van Bree, J. (2021). *Organization Design*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78679-3>
- Viskupic, K, Earl, B., y Shadle, S. (2022). Adapting the CACAO model to support higher education STEM teaching reform. *International Journal of STEM Education*, 9(6), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00325-9>