Orientaciones para el desarrollo de una
Estrategia Distrital de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación
para Preescolar, Básica y Media

Estudio analítico - descriptivo de casos y programas en el sector educativo, con énfasis en casos exitosos y buenas prácticas internacionales.

Transformación digital, Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial, Apropiación Social de la Ciencia con énfasis en Desarrollo de Vocación Científica.

Contrato de Ciencia y Tecnología
CO1.PCCNTR. 1784169 SED- OCyT

OCyT
OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
BOGOTÁ

Título del proyecto	**Orientaciones para el desarrollo de una estrategia distrital de educación en ciencia, tecnología e innovación para preescolar, básica y media**
Número de contrato	Contrato de Ciencia y Tecnología CO1.PCCNTR. 1784169
Objeto del contrato	Diseñar e implementar acciones de carácter conceptual, pedagógico y metodológico para el desarrollo de una estrategia distrital de fortalecimiento de ambientes de aprendizaje en ciencia, tecnología e innovación según los lineamientos de la Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos de la SED
Fecha acta de inicio	02/09/2020
Fecha de finalización	15/02/2021
Entidad contratante	**Secretaria de Educación del Distrito – Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos (DCTME)**
Directora de la DCTME	Ulia Yemail Cortés – Directora Ciencias Tecnologías y Medios Educativos
Supervisora del contrato	Ulia Yemail Cortés – Directora Ciencias Tecnologías y Medios Educativos
Apoyos a la supervisión DCTME	Patricia Niño como apoyo a la supervisión Jaime Hernández Suárez Henry de la Ossa

Entidad ejecutora	**Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT**
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT	Diego Silva Ardila – Director Ejecutivo Angélica Monroy Pérez – Coordinadora Administrativa y Financiera
Coordinación del proyecto	Mabel Ayure – experta en apropiación de la ciencia y centros de ciencia
Equipo del proyecto	Lina Cano – experta en educación STEM/STEAM Jesús Cardona – experto en transformación digital Milena Barrios – profesional de apoyo Santiago Cajiao – profesional de apoyo Alejandra Jiménez – profesional de apoyo María Paula Ordóñez – profesional de apoyo Marcela Cufiño – profesional de apoyo Ximena Moreno – profesional de apoyo Julián Alvarado – analista de datos Juan Uribe – analista de datos Jaime Vergara – analista estadístico José Tapias - analista estadístico

Fase 1: Estudios Técnicos

OBJETIVO: Realizar estudios analítico-descriptivos sobre referentes normativos y políticos, buenas prácticas y casos exitosos de educación en ciencia, tecnología e innovación, como también levantar líneas de base sobre ambientes de aprendizaje en instituciones educativas ubicadas en Bogotá.

Estudio analítico-descriptivo de casos y programas en el sector educativo, con énfasis en casos exitosos y buenas prácticas. Transformación digital, educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial, Apropiación Social de la Ciencia con énfasis en desarrollo de vocación científica.

Contenido

1. Introducción 6
2. Ruta metodológica 9
3. Primer grupo: Casos de referencia global 12
   3.1 Estados Unidos. 12
   2.2 Australia 26
4. Segundo grupo: Países Asiáticos 40
   3.1 Malasia. 40
   3.2 Singapur 50
   3.3 Vietnam 57
5. Tercer grupo: Países Latinoamericanos 67
   4.1 Perú / Lima Metropolitana territorio STEAM 67
   4.2 Chile/ Valparaíso territorio STEAM 76
   4.3 México 87
   4.4 Uruguay 98
   4.5 Colombia/Medellín territorio STEM + H - SER+STEM 110
6. Conclusiones 132
7. Recomendaciones: 135

Referencias 136

1. Introducción

La iniciativa en educación STEM (Science, Technology, Engineering and Maths) data de los años 90, inicialmente fue acuñada en los Estados Unidos, por The National Science Fundation (NSF) como estrategia para hacer frente a las problemáticas identificadas en los países desarrollados, en torno al descenso significativo de personas que elegían áreas STEM como carrera profesional, la poca participación profesional de mujeres en áreas STEM y la necesidad de homogeneizar habilidades básicas entre los ciudadanos a fin de garantizar profesionales que respondieron a los requerimientos del siglo XXI.

En los Estados Unidos, el movimiento STEM surge, además, como una estrategia para promover la competitividad económica del país luego de reconocer estadísticamente el descenso sustancial de personal en estas áreas. Actualmente se conocen derivaciones del enfoque educativo, las cuales se han dado de acuerdo con el contexto e interés de cada nación o región; estos intereses los reflejan en el acrónimo adoptado por cada región. Estos ejemplos son:

- **STEAM** (la A integra a las artes en la propuesta)
- **STEM + H** (La H integra las humanidades)
- **STREAM** (La R representa "Reading" o "leyendo")
- **STEAMM** (La segunda M hace alusión a medicina)

En este sentido, ya varios de los países estudiados (Estados Unidos, Australia, Singapur y Malasia) avanzan en el desarrollo del enfoque educativo STEM - STEAM en sus currículos "incluso" desde primeros grados (Núñez, Martínez-Borreguero, & Naranjo-Correa, 2019).

El presente documento da cuenta de la revisión y lectura de casos de educación STEM – STEAM y transformación digital. La revisión de literatura contempló 14 casos: Estados Unidos, Australia, Finlandia, Francia, Corea, México D.F., San José de Costa Rica, Lima, Santiago de Chile, Valdivia, Valparaíso, Malasia, Singapur y Vietnam. De estos se seleccionaron diez experiencias divididas en tres grupos donde se pueden identificar tres tipos de contextos:

1) Casos de referencia Global, en dónde se presentan las experiencias de Estados Unidos y Australia, correspondientes a ejemplos con políticas educativas y tecnológicas robustas así como de transformación digital.
2) Tres experiencias de países asiáticos, en los que se identifican y desarrollan experiencias STEM en paralelo a procesos de transformación digital y desarrollo tecnológico: Malasia, Singapur y Vietnam.
3) Cuatro experiencias de Latinoamérica, donde se muestra cómo se ha desarrollado el proceso de implementación del modelo STEAM: Perú, Chile, México, Uruguay y Medellín.

Inicialmente, se presenta el recorrido metodológico que derivó en la construcción de cada caso y su posterior interpretación a la luz de los ejes centrales de la estrategia propuesta para la SED: Transformación digital y Educación en ciencia con enfoque STEAM/Cuarta revolución industrial.

En segundo lugar, se presentan los casos a partir de los grupos descritos anteriormente. Cada uno se desarrolla a partir de categorías que guiaron el rastreo bibliográfico y permitieron visualizar las transformaciones normativas y políticas en cada país:

a. Contextualización del país.

b. Políticas educativas que orientan el Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país.
c. Integración del enfoque al currículo.
d. Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM.
e. Evaluación de la implementación del enfoque en el país.
f. Alianzas.
g. Logros y alcances en la implementación del enfoque.

Finalmente, se presenta un resumen ejecutivo en el cual se presentan las conclusiones del presente estudio a partir de una matriz en la que se comparan los grupos de países desarrollados en el documento en clave a variables como: la estrategia nacional, orientación de vocaciones en áreas STEM, Investigación y evaluación, Focos en los que se concentra lo educativo en relación con STEM, y Gestión de procesos.

2. Ruta metodológica

La metodología seleccionada para el estudio fue la comparación cualitativa de casos, por cuanto permite identificar las semejanzas y diferencias entre los casos de estudio y visualizar los aspectos que pueden ser referente o guía para el diseño de orientaciones técnicas para los planes de trabajo de la Secretaría de Educación Distrital (SED).

Se abordaron de forma comparativa diez casos internacionales, que tienen la capacidad de aportar de acuerdo a las características del contexto colombiano, bien sea por diferencias o similitudes de condiciones socio-económicas o culturales. Los casos están distribuidos a nivel continental, según su importancia o relevancia para el presente estudio. (Palmberger y Gingrich, 2014).

Partiendo de la cantidad de información disponible, el detalle en los casos o las particularidades de cada uno de ellos, se decidió focalizar en diez países y/o regiones a partir de siete categorías. A continuación, se presentan los casos inicialmente identificados y se resaltan aquellos elegidos para desarrollar.

El objetivo final de esta construcción categorial fue la comparación cualitativa (Miles, Huberman y Saldaña, 2013) al recabar datos relevantes que permitieran identificar hitos y aprendizajes que sirvan de guía para el contexto de la Secretaría de Educación Distrital.

Este estudio retoma documentos oficiales publicados en páginas web de entidades de gobierno o universidades (Ministerios de Educación o agencias afines), al igual que artículos de investigación disponibles en bases de datos indexadas en los últimos cinco años. (Vale la pena aclarar que los documentos revisados no

representan la totalidad del universo).

Estados Unidos	**Contextualización del país.**
Australia	**Políticas educativas que orientan el Enfoque Educativo STEM en el país.**
Finlandia	**Integración del enfoque al currículo.**
Francia	**Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM.**
Corea del Sur	**Evaluación de la implementación del enfoque en el país.**
CDMX (México)	**Alianzas.**
San José (Costa Rica)	**Logros y alcances en la implementación del enfoque.**
Lima Metropolitana (Perú)	
Valparaíso (Chile)	
Valdivia (Chile)	
Santiago de Chile (Chile)	
Malasia	
Singapur	
Vietnam	
Uruguay	
Medellín (Colombia)	

Fuente: Elaboración prop

A continuación, se presenta una lista de chequeo de la información presente en las fuentes consultadas para cada uno de los casos y el nivel de desarrollo de las mismas.

	Políticas educativas	Integración curricular	Rol docente	Evaluación	Alianzas
Estados Unidos	3	2	2	1	2
Australia	3	3	3	2	3
CDMX	2	1	2	1	2
Lima Metropolitana	2	1	2	1	2
Valparaíso	2	1	2	1	2
Malasia	3	2	2	1	2
Singapur	3	3	2	1	3
Vietnam	1	2	2	1	2
Uruguay	3	2	2	2	3
Medellín	2	2	2	3	3

Niveles de desarrollo: 1. Enunciación con poco desarrollo, 2. Iniciativas en desarrollo, 3. Información definida desde una política pública. Fuente: Elaboración propia

3. Primer grupo: Casos de referencia global

3.1 Estados Unidos.

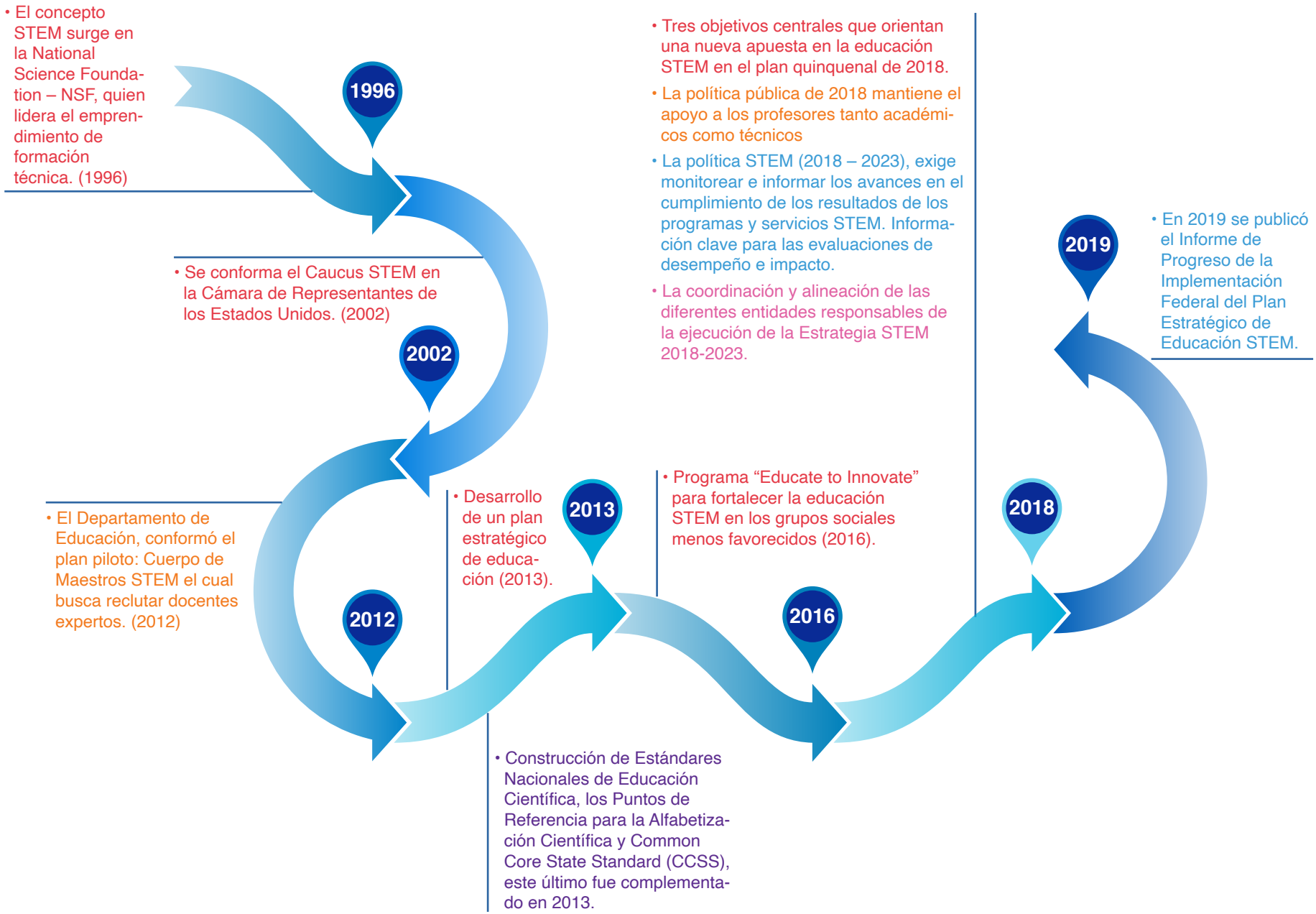
Contextualización del país:

A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,934 (13/190) (2018)
Alfabetización	99% (H: 99% M: 99%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	13,40%
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	2,83%
PIB (Dólares Americanos)	US$21.433.200M (2019)
PIB per cápita (Dólares Americanos)	US$65.474 (2019)
Crecimiento del PIB (% anual)	2,2% (2019)
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	496 (25/79)
Lectura	497 (23/79)
Matemáticas	470 (39/79)
Implementación STEM	Iniciativa de Competitividad Estadounidense (2016)

Estados Unidos es uno de los casos destacados en la implementación de educación STEM, no sólo porque allí se acuñó el término y se empezó a trabajar en él, sino porque ha trabajado decididamente en la formulación de políticas públicas que permitan su expansión en todo el país, para esto ha destinado recursos federales y estatales que le ha posibilitado su expansión a instituciones educativas en todo el territorio.

Estados Unidos



Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- La educación STEM nace en Estados Unidos en los años 90´s desde el National Science Foundation (NSF), quien propone el acrónimo e impulsa las primeras bases para este enfoque.
- Para el año 2006, los resultados de las pruebas PISA encienden las alarmas en Estados Unidos; diversos estudios posteriores muestran que la educación STEM está teniendo muy bajos resultados. Esto motivó incluso a que se organizara un *caucus STEM bipartidista* en el congreso del país.
- Durante la administración Obama, se hizo un importante énfasis en el impulso de la educación STEM, desde la campaña "Educar para Innovar", asegurando más de mil millones de dólares en inversión privada, la cual apuesta a 2011 de preparar 100 nuevos maestros de matemáticas y ciencias para el 2021, y una meta de graduar 25.000 ingenieros por año.
- La administración Trump, lanzó un plan a 5 años que buscaba fortalecer la capacitación en STEM desde sus bases; promover más diversidad y equidad desde la educación STEM e impulsar que los programas adicionales puedan ser válidos como pasantías para que los estudiantes puedan empezar a insertarse en el mundo laboral.
- Dentro de los grandes desafíos que se tienen en Estados Unidos, es poner en práctica los diferentes planes que se han trazado desde la Casa Blanca y que las administraciones en los diferentes niveles (federales y estatales) destinen los recursos necesarios para llevar a cabo estos planes.

Parte del desarrollo de la educación STEM en Estados Unidos, viene de las instituciones de educación privada y estatal, quienes han desarrollado estrategias y metodologías que han sido replicadas en diferentes países del mundo. Uno de los

grandes retos que tiene Estados Unidos, es la masificación de la educación STEM en todas las escuelas y que esto se pueda ver reflejado en los resultados de las diferentes pruebas que aplican a sus estudiantes, como es el caso de las pruebas PISA, en donde los resultados de los Estados Unidos, si bien se mantienen por encima del promedio de los países de la OCDE que participan, tienen una amplia oportunidad de mejora.

Políticas educativas que orientan en enfoque educativo stem/steam en el país:

De la educación STEM se viene hablando desde la década de los 80, cuando se presentaron desarrollos que combinaban la ciencia con el juego y esto significó un primer acercamiento a la aplicación de las matemáticas en la vida cotidiana.

La NSF estuvo trabajando en el financiamiento de la educación, en el año 1991 transformó la dirección que guiaba estos estudios e hizo un énfasis en todas las asignaturas STEM, lo que impulsó el estudio de la ciencia y las matemáticas (ITEA, 2009). Con el cambio de milenio, el interés por la tecnología aumentó en todos los estamentos del Estado, y es así como el Congreso le da el mandato al programa de Educación Tecnológica avanzada para que forme técnicos que se puedan incorporar en empleos de alto rendimiento.

El interés al interior del Congreso por los temas de ciencias y matemáticas, se manifiesta con la conformación de un *Caucus bipartidista* en la Cámara de Representantes, para atender todos los temas asociados al enfoque educativo. Actualmente se conoce como *Caucus STEM* (ITEA, 2009). Este *Caucus* es quien alerta al Gobierno del presidente Bush, sobre los resultados desfavorables que están presentando los estudiantes estadounidenses en las Prueba PISA.

En el año 2016, en el marco de la Tercera Feria de Ciencias de la Casa Blanca, el presidente Barack Obama anunció que mediante el programa "Educate to Innovate" (The White House, 2013) haría un decidido impulso a la educación STEM enfocándose en los grupos sociales menos favorecidos desde el ámbito educativo, así como impulsar la equidad de género en el campo STEM y estandarizar la educación y promover la inclusión tecnológica.

De acuerdo con The National Science and Technology Council (NSTC) (2013), la política pública de STEM en Estados Unidos empieza su despliegue durante el gobierno del presidente Obama con el plan estratégico STEM (Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Strategic Plan) y continua con el documento de política que presenta el gobierno Trump en el año 2018. Lo que se ha destacado de la política pública STEM de los Estados Unidos, es que se le ha dado una continuidad de un gobierno a otro, con lo cual ha permitido un desarrollo lineal en su implementación.

Tanto la política Obama como la política Trump, identifican las mismas metas de la educación STEM estadounidense: a) Construir bases sólidas para la alfabetización de STEM. b) Preparar la fuerza de trabajo STEM para el futuro. c) Aumentar la diversidad, la equidad y la inclusión STEM. Dentro del plan Obama, se identificaron unos objetivos en los cuales enfocar la inversión con el fin de impulsar la implementación de la educación STEM.

Para el año de 2013, el President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), presentó el informe denominado "Engage to excel Report" (PCAST, 2012), en el cual traza una estrategia con miras a fortalecer la educación STEM, durante los dos primeros años de universidad, ya que de acuerdo con los estudios presentados en dicho informe, estos se convierten en los años cruciales de la permanencia de los estudiantes en las carreras STEM.

En este documento, el PCAST propuso cinco recomendaciones para lograr la transformación de la educación STEM y que se enuncian a continuación:

a. Catalizar la adopción generalizada de prácticas pedagógicas validadas empíricamente.
b. Promover y apoyar la sustitución de los cursos de laboratorio por cursos de investigación basados en el descubrimiento.
c. Lanzar un experimento nacional en la educación matemática post-secundaria para abordar la brecha en la preparación en dicha materia.
d. Alentar las asociaciones entre los interesados para diversificar las vías de las carreras de STEM.
e. Crear un Consejo Presidencial sobre Educación STEM con el liderazgo de las comunidades académicas y empresariales para proporcionar un liderazgo estratégico en miras de un cambio transformador y sostenible en la educación universitaria STEM.

El plan quinquenal que presentó el presidente Trump en 2018 (Commitee on STEM Education, 2018), también se traza unos objetivos que significan un avance de lo planteado en el quinquenio anterior, y que se convierten en el eje de la nueva apuesta por la educación STEM. Se debe destacar que, para el cumplimiento de estos objetivos, se debe plantear desde la propia política educativa la articulación con actores públicos y privados que tienen recorrido en la temática de STEM.

Los tres objetivos que se traza el plan quinquenal son:

a. Construir bases sólidas para la alfabetización STEM al garantizar que todos los estadounidenses tengan la oportunidad de dominar los conceptos básicos de STEM y adquirir conocimientos digitales.

b. Aumentar la diversidad, la equidad y la inclusión en STEM y proporcionar a todos los estadounidenses acceso de por vida a una educación STEM de alta calidad, especialmente aquellos históricamente desatendidos y subrepresentados en los campos STEM y el empleo.

c. Preparar a la fuerza laboral de STEM para el futuro, tanto profesionales de STEM con educación universitaria como aquellos que trabajan en oficios especializados, que no requieren un título de cuatro años, creando experiencias de aprendizaje auténticas que alienten y preparen a los estudiantes para seguir carreras STEM.

Dicho plan estratégico se organiza en cuatro grandes componentes, que permiten tener una visión transversal de la implementación, y que además contribuyen al cumplimiento de los tres objetivos:



Fuente: (Commitee on STEM Education, 2018)

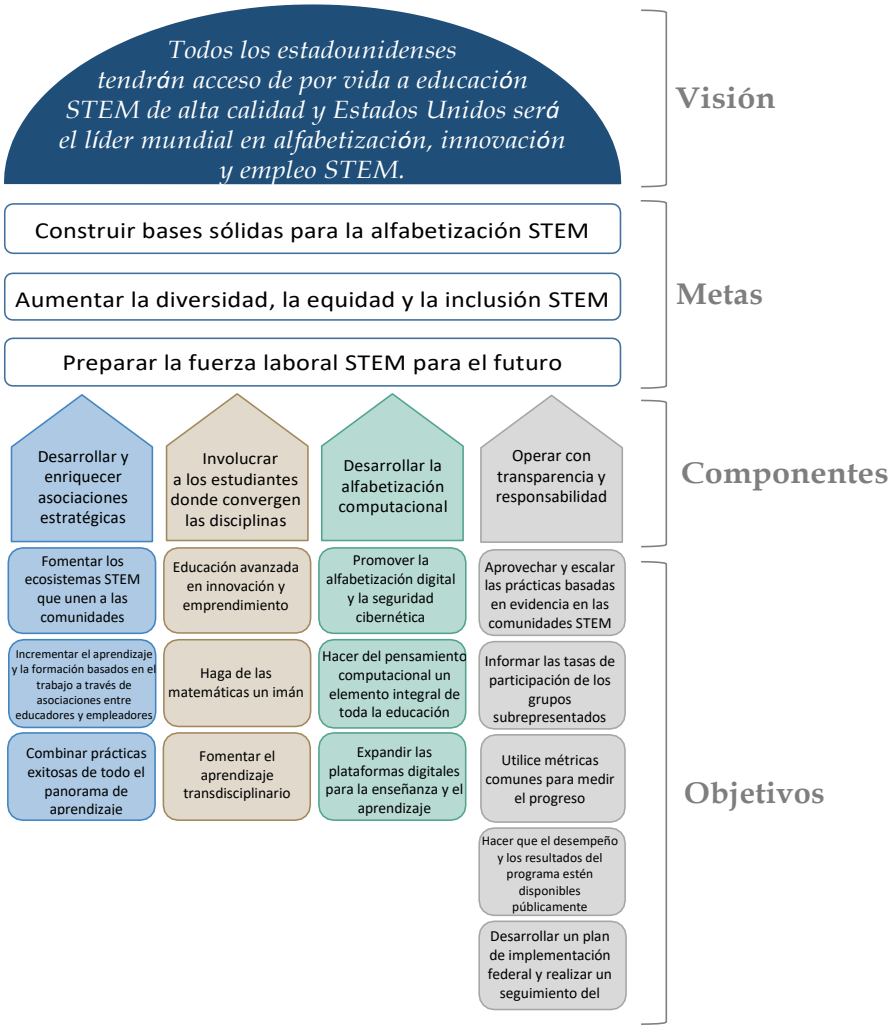
Los tres primeros componentes responden específicamente a lo educativo, desarrollándose cada uno de ellos en diferentes enfoques que permiten cumplir los objetivos (ver gráfica). El cuarto componente está centrado en la transparencia y la responsabilidad que deben cumplir todos los actores involucrados en la implementación de la estrategia, es decir los actores federales y estatales, la industria y la comunidad.

Integración del enfoque al currículo:

A pesar de ser uno de los países con mayor impacto del enfoque STEM en sus colegios, Estados Unidos viene trabajando en la construcción de planes de estudio estándar a nivel nacional, ya que esta tarea la tiene cada gobierno estatal a través de su Departamento Estatal de Educación, quienes definen el reglamento, destinación de fondos y plan de estudios. De ahí que parte de los desarrollos de STEM en los Estados Unidos, se presentan en el nivel estatal y desarrollos en escuelas y universidades.

Se han presentado esfuerzos como los Estándares Nacionales de Educación Científica del National Research Council (NRC) y los Puntos de Referencia para la Alfabetización Científica de la American Association for the Advancement of Science (AAAS), pero para el 2010, se dio un avance importante con la adopción del *Common Core State Standard (CCSS)"* que, para el caso de matemáticas, ha sido adoptado por más de 45 estados. Estos estándares, son desarrollados para que se puedan implementar en todo el ciclo K-12 (Kindergarten-Grado 12), y tienen como punto de partida la resolución de problemas, temas de razonamiento, comprensión conceptual, entre otros.

El siguiente es el esquema general de la Estrategia STEM de los Estados Unidos:



Fuente: Commitee on STEM Education, 2018

En un esfuerzo conjunto de las autoridades estatales, en el año 2013 se desarrollaron los *Next Generation Science Standards (NGSS)*, que buscaron complementar los CCSS desarrollados por el gobierno federal y darle una mirada más desde el territorio, con el aporte de maestros de K-12, personal de ciencias y políticas estatales, profesores de educación superior, científicos, ingenieros, científicos cognitivos y líderes empresariales. Esta iniciativa tiene un banco de estándares que permite consultar a

partir de un portal, los diferentes documentos técnicos que están al alcance de todos los gobiernos estatales.

Adicionalmente, se presenta un apéndice con 13 documentos que resume el trabajo que se ha realizado por parte del grupo de expertos.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

La NSTC (2013), destaca que el gobierno del presidente Barack Obama, estableció en la política educativa, un rol relevante para el Departamento de Educación, el cual formula la necesidad de articular las acciones de los distritos escolares, las universidades, los centros de ciencias y las empresas para fomentar el aprendizaje de las asignaturas STEM. En este escenario, el papel de los profesores es fundamental, por lo que se destinaron recursos encaminados a contratar 100 mil nuevos profesores de asignaturas STEM, así como para implementar un piloto acerca del Cuerpo de Maestros STEM.

Lo anterior, se basa en una investigación publicada por la NSTC, que demuestra que los maestros de alto rendimiento hacen una diferencia relevante en los logros de los estudiantes, y se ve reflejado en sus resultados año tras año. Cada maestro y líder de la educación merece acceso a la preparación, apoyo continuo, reconocimiento, y las oportunidades de colaboración necesarias para el éxito.

Contrario a esto, no todos los profesores reciben el apoyo que necesitan, es el caso de los profesores de ciencias y matemáticas quienes están entre los más difíciles de reclutar y retener en las escuelas. Para aumentar el número de maestros expertos en STEM, las agencias se encargarán de aumentar la coordinación entre la preparación de los profesores de STEM, el desarrollo profesional, el apoyo y el reconocimiento de esfuerzos dentro de los programas existentes y propuestos.

Por su parte, en la política pública del presidente Trump (Commitee on STEM Education, 2018) se mantiene el apoyo a los profesores tanto académicos como técnicos, en entornos de aprendizaje formales como informales, velando por unir aún más a las partes interesadas de todo el panorama del aprendizaje. Las agencias federales pueden ayudar a las instituciones postsecundarias a alinear mejor sus programas con los currículos STEM y CTE de las escuelas secundarias a través de reuniones y talleres, estudios y subvenciones.

Las principales acciones de cara a los profesores son:

- Dar prioridad al apoyo que se brinda para la "mejora de las habilidades" de los educadores STEM y el desarrollo profesional, incluyendo a los maestros y educadores de preparación para la universidad y CTE que trabajan tanto en entornos formales como informales.
- Dar prioridad a la investigación sobre los enfoques más eficaces para combinar prácticas de aprendizaje exitosas en entornos formales e informales y de preparación para la universidad y CTE.
- Convocar a los interesados mediante seminarios web, cursos prácticos y otros mecanismos para compartir enfoques eficaces para combinar prácticas de aprendizaje satisfactorias y elaborar orientaciones para los educadores sobre la ampliación y la reproducción de las prácticas óptimas.
- Los profesores tendrán la oportunidad de abordar un tema específico mediante experiencias prácticas en el Smithsonian Institute, que les permita adquirir habilidades para presentar los conceptos STEM a sus alumnos.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

En la política pública de la administración Obama (National Science and Technology Council, 2013), las evaluaciones se centraron en la ejecución presupuestal de las iniciativas establecidas.

Por su parte, dentro de los pilares de la política STEM de los Estados Unidos para el periodo 2018-2023, es la transparencia y rendición de cuentas, que permitan estar monitoreando e informando los avances en el cumplimiento de resultados, lo que significa que todos los organismos que son responsables por la implementación de los programas y servicios STEM, deban identificar los logros y reportar de manera periódica sus informes.

Esta información es relevante para el momento de adelantar evaluaciones de desempeño y de impacto. La política traza cinco objetivos al respecto (Commitee on STEM Education, 2018):

- **a.** Aprovechar y escalar las prácticas basadas en evidencia en todas las comunidades STEM.
- **b.** Informar las tasas de participación de los grupos subrepresentados.
- **c.** Utilizar métricas comunes para medir el progreso.
- **d.** Poner a disposición del público el desempeño y los resultados del programa.
- **e.** Desarrollar un plan de implementación federal y realizar un seguimiento del progreso.

Para octubre de 2019, la Oficina de la Política de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca, publicó el Informe de Progreso de la Implementación Federal del Plan Estratégico de Educación STEM. Este informe destacó los primeros resultados de la implementación, que significó una identificación de los componentes en dónde

más se estaban enfocando los esfuerzos, el cruce de objetivos con metas y resaltó la creación de cinco subgrupos de tareas. Finalmente, el informe destaca la forma en la que se está ejecutando la Estrategia, a través de un subcomité de CoSTEM creado en el año 2019, denominado Coordinación Federal en STEM – FC-STEM, el cual creó cinco grupos de trabajo que atienden a cada uno de los componentes de la Estrategia y uno transversal que se encarga de trabajar por la inclusión STEM.

Alianzas:

Dentro de los múltiples actores que interactúan en los ecosistemas STEM, se destacan: escuelas de enseñanza preescolar a 12 años, familias, educadores informales, colegios comunitarios y universidades -incluidas las HBCU e instituciones de servicio a los hispanos (HSI)-, empleadores, organizaciones sin fines de lucro, servicios sociales, entidades religiosas, organizaciones de desarrollo económico y de la fuerza de trabajo, y museos, bibliotecas, servicios de expedición de credenciales y otras organizaciones de aprendizaje permanente.

De parte de las entidades federales se encuentran: el Departamento de Agricultura (USDA), los Institutos Nacionales de Salud (NIH) y otros socios científicos, la Corporación Carnegie de Nueva York, la Institución Smithsoniana, y la NSF, ED, las otras agencias del CoSTEM incluyendo la NASA, NOAA, USDA, NIH, DOI.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

Para la educación STEM en Estados Unidos ha sido muy conveniente que se haya dado una continuidad en la política STEM, que inició la administración Obama, y que en la administración Trump se tradujo en el *"Charting a course for success: America's strategy for STEM education"* (Commitee on STEM Education, 2018), el cual desarrolla

toda la estrategia en busca fortalecer los aliados, involucrar a los estudiantes desde sus prácticas en la industria, e impulsar la alfabetización en sistemas.

En cuanto a los logros de la implementación de la Estrategia STEM 2018-2023, se destaca la coordinación y alineación de las diferentes entidades responsables de la ejecución de los diferentes componentes de la Estrategia, logrando una articulación y consolidación de los grupos de trabajo, que están construyendo sus planes de acción.

Uno de los riesgos identificados por parte del Gobierno y que se ha venido trabajando a partir de la entrada en vigor de la Estrategia, es la duplicidad y fragmentación de los programas STEM, lo que buscan es maximizar la eficiencia de los fondos federales de educación, así como alinear todos los esfuerzos que se hacen en las diferentes entidades ejecutoras. Lo anterior como esfuerzo del gobierno no es suficiente si no tiene el respaldo del Congreso quien, a través de la aprobación de los fondos federales para la implementación de la Estrategia, permite darle viabilidad a todo lo propuesto en la hoja de ruta STEM.

En términos de **Transformación digital,** se puede pensar que el éxito de Estados Unidos reside en el aseguramiento de la inversión a pesar del cambio de administración estatal. Además, se destacan los nuevos modelos de gestión como lo son el emprendimiento en formación técnica, el desarrollo del plan estratégico de educación, el programa "Educate to Innovate".

Frente a la **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas*

involucradas en esta dimensión, toda vez que promueven programas de desarrollo científico y tecnológico como lo es la educación STEM; así mismo la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, sugiere una intervención en los programas y servicios para el desarrollo de STEM como lo plantea la política STEM (2018-2020), entre otras. *Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relaciona con esta dimensión puesto que los programas planteados se interesan por la capacitación y búsqueda de docentes expertos en el conocimiento científico – tecnológico.

2.2 Australia

Contextualización del país:

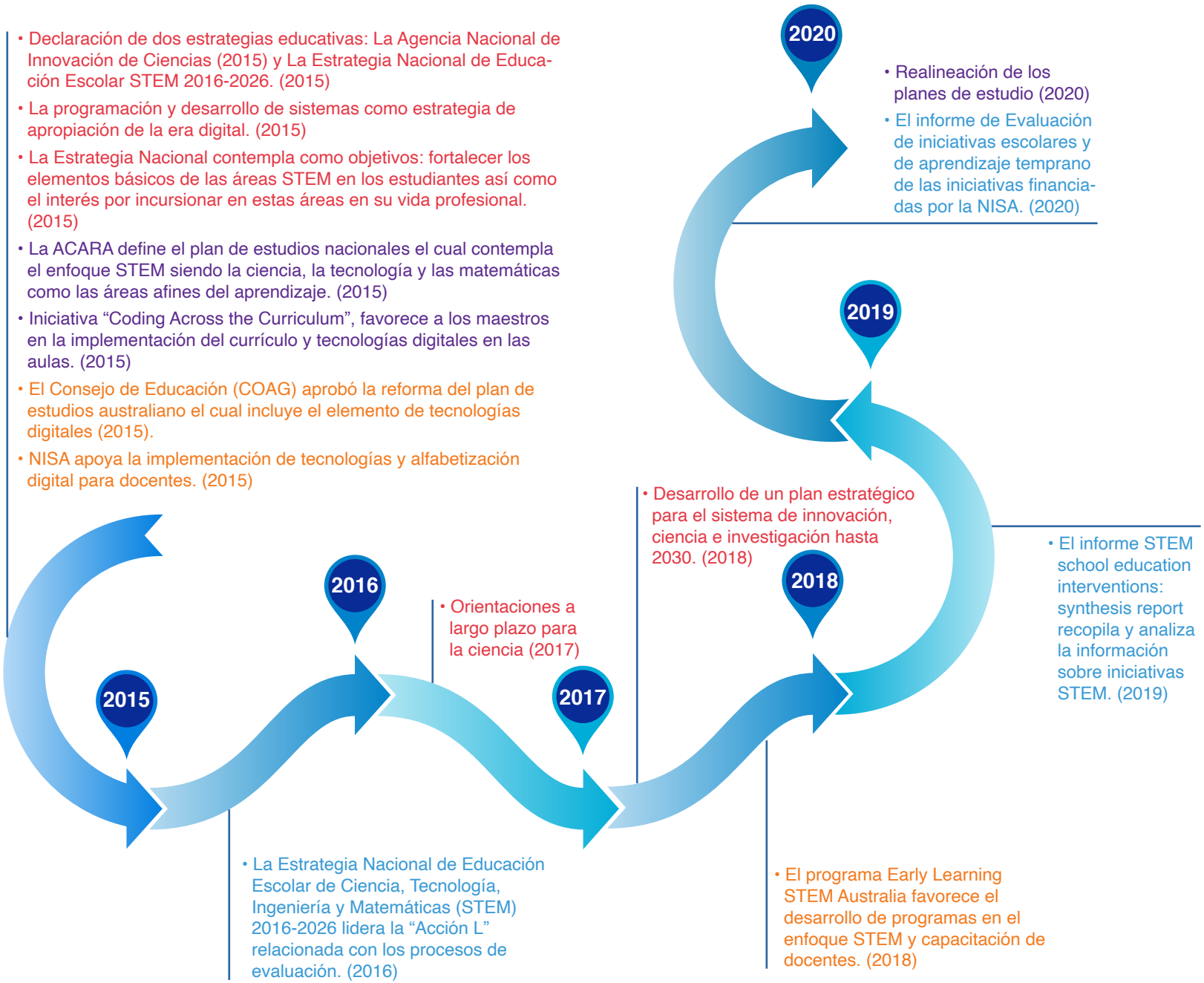
A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación de políticas STEM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,938(2018)
Alfabetización	99% (H: 99% M: 99%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	5,12%
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	1,87%
PIB (Dólares Americanos)	1,420.045M (2018)
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	503(16/79)
Lectura	503(16/79)
Matemáticas	491(26/79)
Implementación STEM	Estrategia Nacional de Educación Escolar STEM 2016-2026

La propuesta educativa para la implementación de la educación STEM se encuentra claramente definida en el currículo educativo australiano, tanto el gobierno federal, estatal y territorial están comprometidos con el desarrollo e impulsión de programas que favorezcan el aprendizaje de todos los estudiantes en todos los grados escolares.

La estructura curricular y la capacitación docente exige al gobierno australiano un reto e inversión no solo a nivel económico sino en la búsqueda de alianzas entre investigadores e industrias que propicien el desarrollo de estrategias que fomenten,

Australia


2015
• Declaración de dos estrategias educativas: La Agencia Nacional de Innovación de Ciencias (2015) y La Estrategia Nacional de Educación Escolar STEM 2016-2026. (2015)
• La programación y desarrollo de sistemas como estrategia de apropiación de la era digital. (2015)
• La Estrategia Nacional contempla como objetivos: fortalecer los elementos básicos de las áreas STEM en los estudiantes así como el interés por incursionar en estas áreas en su vida profesional. (2015)
• La ACARA define el plan de estudios nacionales el cual contempla el enfoque STEM siendo la ciencia, la tecnología y las matemáticas como las áreas afines del aprendizaje. (2015)
• Iniciativa "Coding Across the Curriculum", favorece a los maestros en la implementación del currículo y tecnologías digitales en las aulas. (2015)
• El Consejo de Educación (COAG) aprobó la reforma del plan de estudios australiano el cual incluye el elemento de tecnologías digitales (2015).
• NISA apoya la implementación de tecnologías y alfabetización digital para docentes. (2015)
2016
• La Estrategia Nacional de Educación Escolar de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) 2016-2026 lidera la "Acción L" relacionada con los procesos de evaluación. (2016)
2017
• Orientaciones a largo plazo para la ciencia (2017)
2018
• Desarrollo de un plan estratégico para el sistema de innovación, ciencia e investigación hasta 2030. (2018)
• El programa Early Learning STEM Australia favorece el desarrollo de programas en el enfoque STEM y capacitación de docentes. (2018)
2019
• El informe STEM school education interventions: synthesis report recopila y analiza la información sobre iniciativas STEM. (2019)
2020
• Realineación de los planes de estudio (2020)
• El informe de Evaluación de iniciativas escolares y de aprendizaje temprano de las iniciativas financiadas por la NISA. (2020)

faciliten y entusiasmen a los estudiantes a elegir en su desarrollo profesional programas relacionados con STEM.

Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- El gobierno cuenta principalmente con dos órganos base que lo asesoran en temas de política científica, estos son el Commonwealth Science Council (CSC) e Innovation and Science Australia (ISA), organismos que a partir del involucramiento de diferentes personalidades en el ámbito académico y empresarial buscan promover estrategias que faculten la investigación y la innovación científica como pilares del emprendimiento.
- La Declaración Nacional de Ciencia Australiana publicada en 2017 estableció una orientación a largo plazo para la ciencia. Esta Declaración asegura que en los planes del gobierno es de vital importancia adoptar una visión estratégica ampliando las bases de habilidades y talentos con enfoque STEM requeridas para las necesidades laborales del futuro.
- Entre las iniciativas estratégicas con relación a la ciencia que el gobierno australiano ha definido, se encuentran la Agencia Nacional de Innovación de Ciencias ISA, la cual ofrece apoyo en el ámbito educativo, científico, de investigación y comercialización. También se encuentra la Estrategia Nacional de Educación Escolar STEM 2016-2026, la cual busca que a partir de la asociación de estados y territorios se desarrollen mecanismos para mejorar las habilidades en las áreas de aprendizaje STEM.
- Con el fin de mejorar la equidad de género en la educación, el gobierno australiano en 2019 promovió la estrategia Advancing Women in STEM y el Plan Decadal Women in STEM. Tanto la estrategia como el plan consideran los compromisos del gobierno para mejorar las brechas de género que se presentan.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

Constitucionalmente el gobierno australiano no tiene responsabilidad en temas de educación, sin embargo, aporta en políticas nacionales y en fondos para las escuelas las cuales operan con base a los requisitos legales y regulatorios definidos por los gobiernos, tanto el federal como los estatales.

El informe auspiciado por la Education Council, da a conocer (entre otros), elementos claves que describen el panorama STEM escolar australiano, de lo cual se puede destacar que:

- El rendimiento de los estudiantes en las pruebas PISA mantiene un nivel alto y se ubica sobre el promedio, sin embargo, se evidencia un estancamiento y en casos puntuales un declive en el rendimiento de estas pruebas como es el caso de ciencias y matemáticas.
- En el Estudio de Tendencias en Matemáticas y Ciencias Internacionales (TIMSS) los resultados han permanecido estables por un largo tiempo, es decir, no se evidencian avances.

En conclusión, los resultados de las pruebas internacionales que evalúan áreas contempladas en el enfoque STEM, entre ellas: Ciencias y Matemáticas (pruebas PISA Y TIMSS) demuestran que el desempeño de los estudiantes se ha conservado o se ha deteriorado a lo largo de los años; lo cual comparativamente con los demás países que mejoran sus resultados, Australia se posiciona internacionalmente en una clasificación cada vez más baja a lo largo de los años

Este panorama se puede relacionar con el bajo interés que se ha evidenciado en la matrícula de parte de los estudiantes al decidir tomar materias electivas STEM como

matemáticas y ciencias en grados superiores. Esta información se confirma con la Australia's National Science Statement publicada en 2017, en la cual se reconocen las inversiones en investigación y apoyo en los planes de educación con enfoque STEM en el territorio australiano. Sin embargo, deja en evidencia que la participación de los estudiantes en áreas STEM es la más bajo de los últimos 20 años, lo que indica que el desempeño en estas materias no solo ha disminuido a nivel internacional sino también a nivel local.

Con base en este panorama, el gobierno australiano ha definido una serie de estrategias con las cuales espera transformar y mejorar la capacidad STEM involucrando a todos los australianos, pues considera que se trata de una labor mancomunada la cual se llega a buen término con la colaboración de todos.

El gobierno solicitó en 2018 el desarrollo de un plan estratégico para el sistema de innovación, ciencia e investigación hasta 2030, el cual adjudicó a Industry Innovation and Science Australia (IISA).

La Declaración Científica Nacional de Australia (Australia's National Science Statement, 2017), se estableció una orientación a largo plazo para la ciencia, esta Declaración asegura que para los planes de gobierno es de vital importancia adoptar una visión estratégica ampliando las habilidades y talento con enfoque STEM necesarias para solventar las necesidades laborales del futuro.

Así mismo en la Declaración se dan a conocer cinco iniciativas estratégicas relacionadas con las ciencias, entre estas hay dos que se encuentran relacionadas directamente con el tema educativo:

- La IISA, la cual ofrece apoyo en el ámbito educativo, científico, de investigación y comercialización.

- La Estrategia Nacional de Educación Escolar STEM 2016-2026 que a partir de la asociación de estados y territorios planifican mecanismos para mejorar las habilidades en las áreas de aprendizaje STEM.

La estrategia impulsada por el Department of Education publicó en 2015 la National Innovation and Science Agenda (Commonwealth of Australia, Department of the Prime Minister and Cabinet, National Innovation and Science Agenda) la cual destaca la importancia de incursionar en nuevos procesos, modelos y productos considerándolos como mecanismos de innovación de la mano con la exploración científica, pues asegura que mantenerse a la vanguardia garantiza un alto nivel de vida para los australianos.

La Estrategia NISA se centra en cuatro pilares: a) Cultura y capital; b) Colaboración; c) Talento y habilidades; y d). El gobierno como ejemplo.

Para cada uno de los pilares, el informe da a conocer medidas que promoverán oportunidades de crecimiento.

Entre las iniciativas que propone la Agencia se encuentran:

- La construcción de una infraestructura de investigación nacional de talla mundial.
- Promover acuerdos de colaboración entre universidades y empresas.
- Aumentar los vínculos con economías internacionales para mejorar la comercialización, el desempeño comercial y la investigación.
- Invertir en el futuro de la tecnología de la información.

Adicionalmente, la Agencia Nacional menciona que para promover la participación y estudio en áreas STEM, se buscará que todos los estudiantes australianos adopten

la era digital promoviendo la programación y desarrollo de sistemas en las escuelas. Esta iniciativa además de buscar incrementar el interés de los estudiantes por las áreas STEM, posibilita el desarrollo de habilidades necesarias para trabajos del futuro.

Por su parte, la National STEM School Education Strategy 2016-2026 fue aprobada en diciembre de 2015 por todos los Ministros de Educación del gobierno australiano. Esta Estrategia contempla como objetivos: asegurar que a largo plazo los estudiantes cuenten con bases más sólidas en los campos STEM y así mismo asegurar que deseen abordar estos campos académicos de forma desafiante.

Entre las acciones que se vienen adelantando, se contemplan:

- El desarrollo de procesos para favorecer la formación de estudiantes para profesor y docentes en ejercicio.
- La preparación de estudiantes en áreas STEM para que una vez sean egresados cuenten con bases sólidas y puedan desempeñarse o continuar su formación en alguna de ellas.
- La promoción de la alfabetización y la aritmética a fin de impulsar el interés en los estudiantes y mejorar su desempeño en estas áreas.
- Las iniciativas para hacer una revisión al sistema de educación y formación profesional.
- Los esfuerzos por continuar en el proceso de fortalecer las reformas de educación y formación profesional.

Integración del enfoque al currículo

La Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority – ACARA, es la entidad que define el plan de estudios nacionales, así como The National

Assessment Program – Literacy and Numeracy (NAPLAN) y además un programa nacional de recopilación y presentación de datos que dé cuenta del aprendizaje de los estudiantes, información que se publica en el sitio oficial web de ACARA.

La ACARA aborda el enfoque STEM en el plan de estudios, siendo la ciencia, la tecnología y las matemáticas como las áreas afines del aprendizaje.

A mediados de 2020 los ministros de educación estuvieron de acuerdo en hacer una revisión al plan de estudios australiano, dicha tarea la delegaron a ACARA con el objetivo de mejorar el currículo australiano refinando, realineando y ordenando su contenido a lo largo de los planes de estudio.

Por otra parte, se encuentra la iniciativa *Coding Across the Curriculum*, la cual busca favorecer a los maestros en la implementación del currículo australiano y lo relacionado con las tecnologías digitales en las aulas. Para este propósito se definió que el fortalecimiento de nuevas ideas así como el de planes de implementación de estudios digitales se facilitaría desde un centro de tecnologías digitales los cuales se pueden adaptar para diferentes entornos, fueran fáciles de usar y además de alta calidad, con esa intención se crea el Digital Technologies Hub.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

Como se mencionó con anterioridad, la estrategia NISA se ha comprometido a fortalecer el desempeño y la calidad del docente en formación y en ejercicio, considerando iniciativas que contemplen la era digital. Así pues, los proyectos NISA se proponen apoyar la implementación de tecnologías y la alfabetización digital.

En el 2015, The Council of Australian Governments (COAG) aprobó la reforma que se propuso para el plan de estudios australiano el cual incluye el elemento de tecnologías digitales en el cual el gobierno invirtió 3,5 millones para la enseñanza de

la programación. Así mismo, el gobierno ha buscado facilitar los procesos de visado para que talentos y emprendedores extranjeros consideren a Australia como una buena posibilidad para emprender.

Entre las nuevas iniciativas contempladas en NISA para preparar a los australianos con los trabajos del futuro, se encuentran la capacitación y apoyo a docentes en ejercicio en la implementación de las tecnologías digitales como nuevo elemento en el plan de estudios.

En cuanto al desarrollo de programas y recursos para el aprendizaje temprano en el enfoque STEM y capacitación de docentes, la expansión del segundo año del programa Early Learning STEM Australia (ELSA), está siendo asesorada por la Universidad de Canberra, la cual es financiada por la Agencia Nacional, con el fin de crear programas que fortalezcan y posibiliten la expansión de la alfabetización y aritmética STEM en las escuelas Australianas.

Para favorecer la inclusión en el aula de preescolar y facilitar las prácticas desarrolladas por el docente, el programa ELSA cuenta con cuatro aplicaciones digitales para los estudiantes, basadas en juegos, otra para recursos que requiera el docente y finalmente una aplicación de información dedicada a los padres de familia. Este programa está vinculado a: Australian Curriculum: Foundation y al marco de aprendizaje de los primeros años, en inglés Early Years Framework (EYLF).

En 2016 se llevó a cabo un piloto desarrollado por la Universidad de Victoria el cual pretendía analizar la calidad y diversidad de actividades STEM para la primera infancia; la investigación determinó que la cantidad de actividades STEM dirigidas a menores son cuantiosas sin embargo solo algunas le son útiles al docente en su práctica en el aula. Esta investigación se llevó a cabo para informar sobre las aplicaciones de ELSA.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país

La National STEM School Education Strategy 2016-2026 ha indicado 12 acciones de colaboración nacional, de las cuales el gobierno federal es líder en dos de ellas. A continuación, se destaca la acción relacionada con los procesos de evaluación.

Acción L: compartir y sintetizar los resultados de la investigación y la evaluación.

El gobierno australiano lidera la acción colaborativa nacional, lo que implica que es el encargado de identificar prácticas exitosas con enfoque STEM y así poder sintetizar resultados de investigación y evaluación que ayudarán a comprender lo que funciona exitosamente en las intervenciones STEM en contextos australianos.

Con base en ello, el Consejo de Educación en 2019 aprobó un informe denominado: *STEM School Education Interventions: Synthesis Report*, el cual recopila y analiza la información sobre iniciativas STEM. La información proviene del gobierno australiano, de los gobiernos estatales y los territoriales.

El informe tuvo en cuenta características como el tipo de intervención, el grupo de estudio, la escala y la evaluación. Entre los hallazgos obtenidos se define que las iniciativas no tienen evaluaciones completas para su análisis, lo que dificulta darle un valor y oportunidades de mejora. Sin embargo, de las evaluaciones disponibles, el común denominador indica éxito en su aplicación y alcance de los objetivos propuestos. En conclusión, se determina que debido a la falta de información se requiere de más tiempo para establecer qué iniciativas tienen éxito y se recomienda hacer el mismo proceso de recopilación y análisis cada dos o tres años.

A comienzos de 2020 se publica la Evaluación de Iniciativas Escolares y de Aprendizaje Temprano en la NISA, la cual fue adjudicada por el Departamento de Educación a Dandolopartners con el fin de analizar dichas iniciativas financiadas

por la NISA. Los resultados de la evaluación a iniciativas individuales muestran en general que los programas son exitosos logrando los objetivos propuestos, la aceptación es positiva y finalmente que el alcance favorable de los objetivos se debe a que hay mayor apropiación y confianza en el enfoque STEM, así como la participación del público objetivo. Con relación a los resultados obtenidos a la evaluación de las iniciativas en conjunto se concluye que a nivel general son positivas y cumplen con el interés y enfoque del gobierno australiano.

Alianzas:

Además de las alianzas gubernamentales mencionadas como lo son **Commonwealth Science Council** e **Innovation and Science Australia (IISA),** entidades que apoyan al gobierno en temas de ciencia, otras organizaciones como lo son **the Office of the Chief Scientist, Engineers Australia, Telstra, AMSI, BHP Billiton and the Commonwealth Bank**, han consolidado un portal web auspiciado por el Departamento de Educación denominado STARportal, este sitio web recoge a nivel nacional actividades STEM que se pueden desarrollar en línea o de forma presencial. El objetivo de este programa consiste en garantizar a padres, maestros y alumnos un espacio en el que puedan tener acceso a múltiples actividades con enfoque STEM las cuales se pueden filtrar de acuerdo con el área de interés, tipo de actividad, ubicación, entre otras.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

El gobierno federal, los estatales y territoriales están comprometidos con el desarrollo e impulso de programas que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes en todos los grados escolares, de forma que se desarrollen las habilidades requeridas para los empleos que se crearán en la era digital.

El porcentaje de inversión del producto interno bruto en el sistema educativo está por encima del promedio de los países de la OCDE, inversión necesaria pero no suficiente para garantizar mejores resultados; esto lo demuestran los resultados de las pruebas externas y Australia cuenta con múltiples programas de capacitación docente en ejercicio y en formación. Así mismo cuenta con múltiples recursos centralizados en páginas web para padres y estudiantes que deseen incursionar en programas STEM por cuenta propia.

En términos de **Transformación digital,** se destaca el desarrollo de planes estratégicos para un sistema de innovación en la ciencia y la investigación, así como el desarrollo de dos estrategias educativas como lo son La Agencia Nacional de Innovación de Ciencias y La Estrategia Nacional de Educación Escolar STEM 2016-2026. En este sentido, se realizó inversión para un centro de tecnologías digitales y se promovió la programación y el desarrollo de sistemas en las escuelas.

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que promueven orientaciones a largo plazo para la ciencia y la implementación de la programación y el desarrollo de sistemas como estrategia de apropiación de la era digital. Así mismo la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, considera estrategias de divulgación desde la política pública, como la presentación de informes que dan cuenta a procesos recientes. *Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan con esta

dimensión puesto que los programas promulgados se interesan por la capacitación a maestros en tecnologías y alfabetización digital y por favorecer la práctica educativa. Finalmente, entre *las alianzas* mencionadas, se destaca la participación de los ministerios de educación, las comunidades y actores del sistema educativo escolar, así como las empresas a nivel federal, estatal y regional, entre otros.

Comentarios sobre los casos del grupo:

Tanto el gobierno federal de Estados Unidos como el gobierno de Australia tienen poca injerencia en las políticas educativas, sin embargo, han trazado estrategias que permiten apalancar acciones a nivel estatal, esto es la Estrategia Nacional de Educación STEM 2016-2026 para el caso de Australia y la Estrategia Americana para la Educación STEM 2018-2023, para el caso norteamericano, que enmarcan todo el accionar de los gobiernos nacionales y su influencia en la adecuación de los planes de estudio para la inclusión de temáticas STEM.

Para estos gobiernos, el impulso de la educación STEM es la respuesta a una problemática identificada y que se viene agravando con el tiempo, y es la baja participación de jóvenes en materias y carreras del sector STEM, con lo cual, se reduce la oferta profesional para atender la gran demanda laboral que significa la llegada de la *Cuarta Revolución Industrial* y que, como países desarrollados, implica un renglón muy importante en su economía y estrategia geopolítica.

Algo que caracteriza la experiencia de estos dos países, es el desarrollo de institucionalidad alrededor de la ciencia y la tecnología, lo que significa una estructura que pueda soportar la implementación de las estrategias planteadas por el ejecutivo. Para el caso australiano, cuentan con el Commonwealth Science Council (CSC) y con Industry Innovation and Science Australia (IISA), que asesoran al gobierno en esta materia. En el caso de Estados Unidos, este apoyo parte del *caucus STEM* del Congreso, el President's Council of Advisors on Science and Technology, y el National Science and Technology, esa última fue en donde se acuñó el término STEM.

De acuerdo con las estrategias diseñadas, hay dos grandes metas en la que coinciden estos dos gobiernos con relación a la educación STEM, la primera es la alfabetización en STEM por parte de los estudiantes desde la educación inicial, y la segunda, la alianza necesaria entre la escuela y las empresas, como una estrategia doble de motivar a los estudiantes a incursionar en este campo y de responder a las necesidades puntuales que tiene la industria.

Parte del nivel de desarrollo de la educación STEM en los países, está dada por la destinación de recursos a la educación, así como a la investigación y desarrollo. En este sentido, tanto Estados Unidos como Australia destinan importantes porcentajes de su PIB a estos fondos, alcanzando un 4,96% del PIB en educación y 2,74% en investigación y desarrollo en los Estados Unidos, y un 5,27% del PIB en educación y 2,12% del PIB en investigación y desarrollo para el caso australiano. Teniendo en cuenta el tamaño de las economías de Estados Unidos y Australia, la inversión en educación alcanza una cifra per cápita de US$3.114 y US$3.024 respectivamente, muy distante de los US$258 en el caso colombiano. Si lo vemos en el caso de la I+D, las cifras per cápita son más contundentes: US$1.720 para el caso norteamericano, US$1.217 para el caso australiano y $16 para el caso colombiano.

De otro lado, un punto en común y fundamental en el desarrollo de la educación STEM tanto en Estados Unidos como Australia, es la formación y cualificación del cuerpo docente para que adquiera conocimientos y habilidades que les permitan apoyar la inmersión de los estudiantes en el campo STEM. En Estados Unidos esta formación de docentes se inició con el impulso de la administración Obama con la contratación de 100 mil profesores de asignaturas STEM y el inicio de un plan piloto para la formación denominado *STEM Master Teaching Corps*. En el caso australiano, esta tarea está centrada en el programa NISA y en el programa Early Learning que busca alfabetizarlos en nuevas tecnologías.

Por último, al estar el tema STEM enmarcado en una política pública, los sistemas de seguimiento y evaluación están desarrollados desde el mismo diseño de la política. En el caso puntual de Estados Unidos, se adelantó un primer informe del Plan Federal durante la administración Obama y cumple un papel fundamental en el plan 2018-2023, trazándose cinco objetivos que permitan ver el avance, los resultados, escalar las buenas prácticas y unificar el seguimiento. En Australia, la National STEM School Education Strategy 2016-2026, también contempla un proceso de seguimiento y evaluación, del cual se han publicado dos reportes que identifican el tipo de intervención, el grupo de estudio, la escala y la evaluación. En ambos casos, si bien se contempla el proceso de evaluación, aún no se cuentan con suficiente información que permita tener datos concluyentes sobre la inspiración.

4. Segundo grupo: Países Asiáticos

3.1 Malasia.

Contextualización del país:

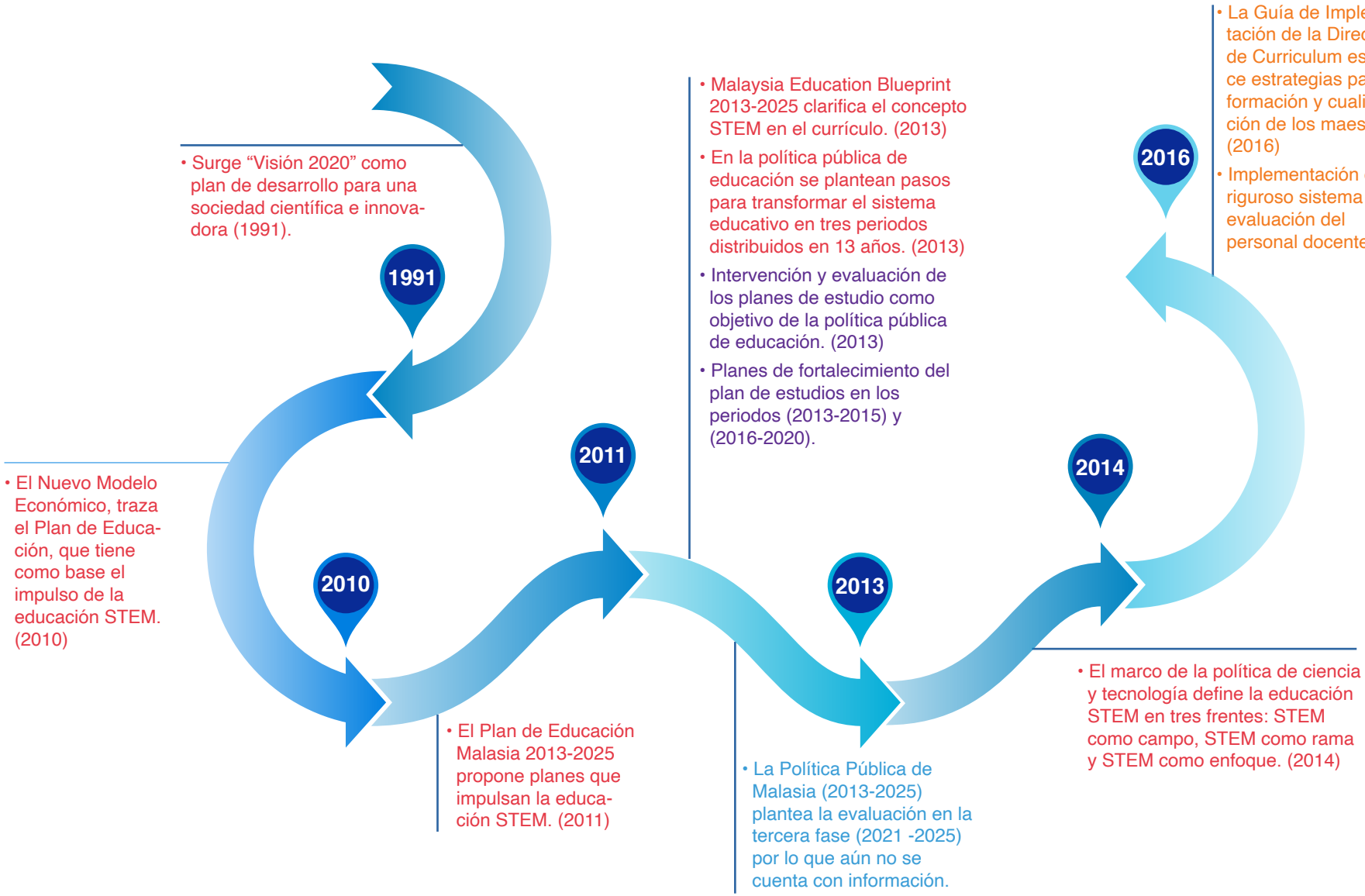
A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,799 (57/190) (2018)
Alfabetización	94,8%(H: 96,1% M: 93,5%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	4,53% (2017)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	1,44% (2016)
Gasto en educación (% del Gasto Público)	19,74% (2018)
PIB (Dólares Americanos)	US$358.579M (2018)
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	415 (56/79)
Lectura	440 (47/79)
Matemáticas	438 (48/79)
Implementación STEM	Plan de Educación de Malasia (2013)

En el año de 1991 el gobierno implementó un plan a largo plazo denominado Visión 2020 **Fuente especificada no válida.**, el cual buscaba generar cambios en el desarrollo del país para los próximos 30 años, teniendo dentro de sus objetivos, una sociedad científica e innovadora.

Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

Malasia


• Surge “Visión 2020” como plan de desarrollo para una sociedad científica e innovadora (1991).
1991
• El Nuevo Modelo Económico, traza el Plan de Educación, que tiene como base el impulso de la educación STEM. (2010)
2010
• El Plan de Educación Malasia 2013-2025 propone planes que impulsan la educación STEM. (2011)
2011
• Malaysia Education Blueprint 2013-2025 clarifica el concepto STEM en el currículo. (2013)
• En la política pública de educación se plantean pasos para transformar el sistema educativo en tres periodos distribuidos en 13 años. (2013)
• Intervención y evaluación de los planes de estudio como objetivo de la política pública de educación. (2013)
• Planes de fortalecimiento del plan de estudios en los periodos (2013-2015) y (2016-2020).
2013
• La Política Pública de Malasia (2013-2025) plantea la evaluación en la tercera fase (2021 -2025) por lo que aún no se cuenta con información.
2014
• El marco de la política de ciencia y tecnología define la educación STEM en tres frentes: STEM como campo, STEM como rama y STEM como enfoque. (2014)
2016
• La Guía de Implementación de la Dirección de Curriculum establece estrategias para la formación y cualificación de los maestros. (2016)
• Implementación de un riguroso sistema de evaluación del personal docente.

- Luego de su independencia en 1967, inició un proceso de construcción de política pública de ciencia y tecnología.
- En 1991 formula una apuesta de largo plazo Visión 2020 que busca crear una sociedad científica e innovadora.
- Con la implementación del Nuevo Modelo Económico en 2010, se traza el Plan de Educación que tiene como base el impulso de la educación STEM.
- Para el año 2014 en el marco de la política de ciencia y tecnología, se reevaluó el papel del STEM en la educación, afirmándose desde tres frentes: STEM como campo, STEM como rama y STEM como enfoque.
- Con el Plan de Educación Malasia 2013-2025, se ha planteado el reto de transformar a las instituciones educativas y sus profesores, para que vayan interiorizando los cambios que requiere el impulso de la educación STEM en el país.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología en Malasia se inició en la década de los 70, con hitos relevantes para el sector (SITEAL, 2019), la implementación de The National S&T Policy, que fue la primera iniciativa en su campo y que buscaba incentivar las capacidades de ciencia y tecnología tanto a nivel gobierno como de las universidades. Posteriormente, se da un desarrollo institucional en el año 1975, se creó The National Council for Scientific Research and Development (MPKSN) y en el año 1976 el Ministry of Science, Technology, and Environment (MOSTE). Estas instituciones buscaron inicialmente el fomento y desarrollo del sector.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

Se formuló en 2011 el Plan Educación de Malasia el cual habla por primera vez de la educación STEM **Fuente especificada no válida.**, posicionándola como una de sus prioridades para apalancar el plan económico lanzado por el gobierno en 2010 ,

al que denominó *"The New Economic Model"* , trazandolo como objetivo generar 1,3 millones de empleos en sectores STEM. **Fuente especificada no válida.**

Para el año 2013, se reevaluó el papel de STEM en el modelo de educación del país, denominado Malaysia Education Blueprint 2013-2025 **Fuente especificada no válida.** con el reto de enfrentar que la matrícula y la calidad de los estudiantes en STEM ha venido en declive desde los años anteriores a la formulación de la Política. De igual forma, clarificó el concepto de STEM en la educación de ciencia y tecnología, alineándolo a los estándares internacionales.

Este concepto se ha presentado desde tres perspectivas: el campo STEM (disciplinas); las ramas STEM (oportunidad de elección); y el enfoque STEM (estrategias de enseñanzas). Adicionalmente, se plantean cinco aspiraciones del sistema de educación: acceso, calidad, equidad, unidad y eficiencia; y seis atribuciones que todo estudiante debería tener para ser competitivos en el mundo globalizado **Fuente especificada no válida.**: conocimiento, habilidades de pensamiento, habilidades de liderazgo, competencia bilingüe, identidad nacional - ética y espiritualidad.

La política está distribuida en tres fases marcadas por periodos de tiempo:

- Fase 1 (2013-2015) se espera que los estudiantes mejoren sus resultados y puedan aumentar el interés en las áreas STEM.
- Fase 2 (2016-2020) se espera revisar el plan de estudios de las escuelas secundarias frente a la educación STEM y se iniciará la implementación de la educación STEM dentro del plan de estudios de las escuelas de primaria.
- Fase 3 (2021-2025) la apuesta es la construcción de una hoja de ruta sobre la base de las experiencias que se han dado en los años anteriores, con el

objetivo de incluir nuevas iniciativas y programas que actualicen los diferentes planes de estudio.

Aspecto	KSSM
Diseño de Plan de Estudios	Marco curricular basado en 6 pilares: • Comunicación. • Desarrollo físico y estético. • Humanidad. • Habilidades personales. • Ciencia y Tecnología (STEM). • Espiritualidad, actitud y valores.
Énfasis Pedagógico	• Aprendizaje basado en la investigación. • Problemas de aprendizaje basados en soluciones. • Aprendizaje contextual, colaborativo y aprendizaje basado en proyectos. • Enfoques constructivistas. • Enfoque STEM.

Integración del enfoque al currículo:

Se destaca que para el periodo 2013-2015 se espera "fortalecer la calidad de la educación STEM mediante un plan de estudios mejorado, el examen y la capacitación de los maestros y el uso de modelos de aprendizaje combinados" y para el periodo 2016-2020 se quiere "aumentar el interés y la sensibilización del público en materia de STEM mediante campañas y asociaciones" **Fuente especificada no válida.**

Uno de los objetivos de la política pública de educación de Malasia, es el de intervenir el plan de estudio en todos los niveles, con tres objetivos **Fuente especificada no válida.**, el primero, que las escuelas primarias y secundaria se

puedan adaptar a los estándares internacionales, esto buscando ser competitivas; la segunda muy encaminada a fortalecer el proceso de evaluación incluyendo elementos que permitan evaluar las habilidades de pensamiento, y por último un apoyo a los profesores para que puedan implementar el plan de estudios. Para la evaluación del plan de estudios, el Ministerio de Educación con apoyo de la UNESCO y la Universidad de Kebangsaan, lo evaluaron desde tres aspectos: lo que está escrito en los planes de estudio, lo impartido por lo profesores en el aula de clase y el conocimiento, habilidades y valores examinados a través de las diferentes pruebas que se llevan a cabo. **Fuente especificada no válida.**

Adicionalmente, destacan tres elementos esenciales para el plan de estudios tanto de primaria como de secundaria. Este plan de estudios es diseñado, desarrollado y tiene como objetivo brindar a los estudiantes conocimientos, habilidades y valores STEM adecuados a través de actividades proporcionadas por maestros dentro o fuera del aula:

Conocimiento STEM	Es una idea, concepto, principio, teoría y comprensión en el campo de STEM contenido en el plan de estudios de todas las materias STEM. Adquisición progresiva de conocimientos STEM, dinámico y continuo es importante para que los estudiantes siempre obtengan conocimientos y las últimas habilidades en el campo de STEM.
Habilidades STEM	Las habilidades STEM son competencias para explorar, resolver problemas, diseño y producción de productos. Esas habilidades pueden obtenerse a través de actividades, proyectos o asignaciones previstas en el plan de estudios de todas las asignaturas STEM.
Valores y ética STEM	Los valores y la ética de STEM son principios y directrices que deben cumplir los estudiantes de STEM. La aplicación de los valores y la ética STEM es

	importante para producir estudiantes que no solo sean conocedores y competentes. Entre los valores enfatizados están los sistemáticos, objetivo, coherente, racional, resiliente, comprometido, receptivo, valiente intentando, de mente abierta, innovadora, etc. Si bien un ejemplo de ética debería ser cumplido por los estudiantes de STEM, tales como reglas de laboratorio, reglas de taller y pasos medidas de seguridad.

Fuente: **Fuente especificada no válida.**

De acuerdo con la Guía de Implementación de STEM de la Dirección de Curriculum del Ministerio de Educación de Malasia, se estableció un marco conceptual educativo de la educación STEM, partiendo que este se puede implementar de manera informal a través de actividades co-académicas y co-curriculares.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

Uno de los retos de la política pública de educación, está enfocado en promover y capacitar a los profesores en la educación STEM. El desarrollo y motivación de los jóvenes en materia STEM pasa por la formación y cualificación de los maestros. En este marco, de la política **Fuente especificada no válida.** y posteriormente de la Guía de implementación **Fuente especificada no válida.** se establecen estrategias para el apoyo a los maestros:

- Coloquios y conferencias sobre temas STEM que les permiten compartir resultados y crear redes profesionales.
- Desarrollo de material audiovisual en asocio con el MIT y la Universidad Tecnológica de Malasia, que permita brindar alternativas de aprendizaje a los estudiantes.

- Desarrollos de módulos de enseñanza y aprendizaje de STEM basado en proyectos.
- Evaluación de competencias a los profesores, principalmente en las áreas de ciencias y matemáticas.
- Capacitación básica en ciencias y matemáticas para los maestros de primaria y secundaria.

A los profesores se les guía bajo unos parámetros, en donde deben integrar conocimientos y habilidades, para impartir la resolución de problemas en el contexto de la vida diaria, como se muestra en el esquema.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

La política pública de Malasia, establecida en el *Malaysia Education Blueprint 2013-2025*, plantea momentos de evaluación en la fase tres que está entre los años 2021 y 2025. Sin embargo, dentro del trabajo que realizan con los profesores, a través del acompañamiento y cualificación, han establecido una revisión de los parámetros de formación para el año 2020, por lo que de momento, no se tienen resultados oficiales de esta revisión. De igual forma y como consecuencia de un proyecto que se adelanta con Microsoft, se realizó una encuesta que arrojó que más del 70% de los estudiantes no están interesados en la educación STEM porque era muy teórica, de ahí, que el MOE anunció que realizará una serie de cambios a la política a partir del 2020.

Además de la evaluación de la política pública, Malasia ha implementado un riguroso sistema de evaluación del personal docente, el cual se basa en la competencia y el desempeño, en una evaluación en la que intervienen sus directores y sus pares, quienes revisaran la capacidad de los maestros para impartir una instrucción eficaz dentro y fuera del aula de clase.

Alianza:

- **Microsoft y Fundación Asean:** estas dos organizaciones se asociaron al MOE con el objetivo de construir una plataforma que permita impulsar la alfabetización de los jóvenes en temas de STEM.
- **Microsoft Asia-Pacífico:** lanzaron la campaña STEM4ALL con el objetivo reunir a padres, educadores, estudiantes, el sector privado y los responsables de la formulación de políticas para promover una educación STEM equitativa e inclusiva para todos los malasios.
- **STEM Malaysia:** Es una plataforma que reúne proveedores y socios de contenido STEM, para impulsar la educación STEM en los jóvenes con el apoyo del PADU, MOE y EPRD. (stem-malaysia.com)
- **Samsung:** Realizó una alianza con Universiti malaya para impulsar la iniciativa *Solve to Tomorrow,* tiene como objetivo fomentar el pensamiento innovador, la resolución creativa de problemas y el trabajo en equipo y se lleva a cabo en asociación con el Centro STEM de la UM. (www.um.edu.my)

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

Como se ha mostrado a lo largo de este documento, Malasia ha dado importantes pasos para consolidar una transformación educativa entre sus niños y jóvenes, y uno de los primeros logros que se deben resaltar, es la formulación de su política pública de educación con una visión a 12 años, el cual involucró de manera decisiva, el enfoque STEM en los planes de estudio de los diferentes niveles de educación.

Dentro de la política, hay un fuerte componente de capacitación para el cuerpo docente, que es la pieza clave de la implementación del STEM en el sistema educativo, aunque se ha avanzado, son más de 500 mil docentes en todo el sistema,

lo que hace que la tarea sea compleja y tome bastante tiempo. Sin embargo, en el informe de resultados de la política para el año 2018 (MOE, 2018), resaltan los diferentes eventos que en materia STEM han venido desarrollando para docentes y directivos, como la serie de cuatro coloquios sobre educación STEM con el tema "Educación a través de la exploración" y la Conferencia Internacional sobre Educación STEM 2018 que fue organizada conjuntamente por BPPDP y Universiti Teknologi Malaysia (UTM) y tuvo como tema "Hacia el desarrollo de una comunidad STEM sinérgica".

De otro lado, se destaca la creación del Centro Nacional STEM, el cual surgió con base en las recomendaciones del Plan de Acción Estratégico Nacional STEM 2018 - 2025. Este fue desarrollado conjuntamente por el Ministerio de Educación de Malasia (MOE), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MOSTI) y el Ministerio de Educación Superior (KPT), y que tiene como objetivos:

- El desarrollo de la profesionalidad y la mejora de las habilidades, habilidades y confianza de los profesores, líderes y asistentes de laboratorio y técnicos en el campo de STEM.
- Proporcionar recursos de enseñanza y aprendizaje de STEM con experiencia colaborativa entre ministerios, agencias gubernamentales, universidades públicas, instituciones privadas de educación superior e industria.
- Promover e introducir la investigación y el desarrollo de la educación STEM.
- Implementar programas de enriquecimiento y participación en la educación STEM.
- Establecer una red STEM de experiencia y recursos a nivel regional e internacional.

En términos de **Transformación digital,** se destacan planes de desarrollo para una sociedad científica e innovadora (Visión 2020), así como planes de educación que impulsan la educación STEM (Malasia 2013-2025).

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que promueven un marco en la política de la ciencia y la tecnología en la que definen la educación STEM en tres frentes: STEM como campo, STEM como rama y STEM como enfoque. (2014). Así mismo, la *evaluación de la implementación del enfoque en el país* es considerada un elemento clave en el desarrollo del enfoque STEM puesto que está considerado a desarrollarse en la tercera fase de implementación del modelo, la cual está prevista entre 2021 y 2025. L*os docentes y su rol en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan con esta dimensión puesto que existe un documento curricular que da cuenta de las estrategias para la formación docente y la cualificación de los maestros, igualmente se cuenta con un riguroso sistema de evaluación de personal docente.

3.2 Singapur

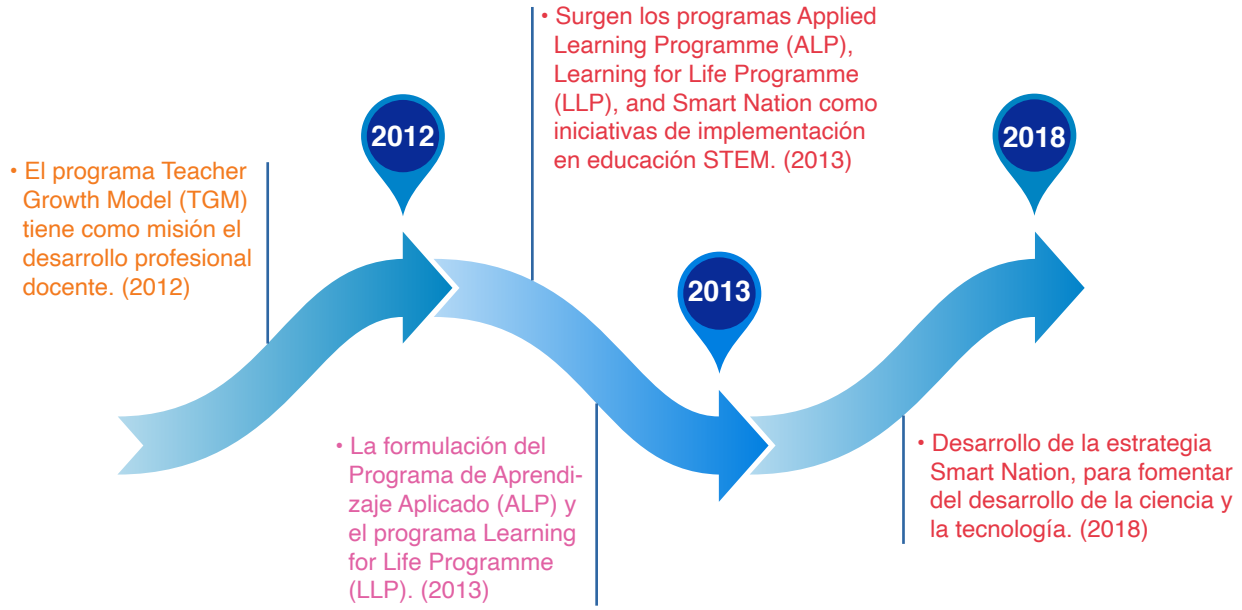
Contextualización del país:

A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,932 (9/190) (2018)
Alfabetización	97,3% (H: 98,8% M: 95,9%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	3,07% (2017)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	1,94% (2017)
Gasto en educación (% del Gasto Público)	28,84% (2018)
PIB (Dólares Americanos)	US$372.044M (2019)
PIB per cápita (Dólares Americanos)	US$65.977 (2019)
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	556 (1/79)
Lectura	535 (1/79)
Matemáticas	564 (1/79)
Implementación STEM	Applied Learning Programme (ALP) Ministerio de Educación (2013)

La República de Singapur, es junto con Mónaco y el Vaticano una de las pocas ciudades-estado del mundo. Debido a su estratégica posición geográfica, esta ciudad-estado cuenta con un crecimiento exponencial en todos sus indicadores económicos y sociales (Hernández H., 2002), teniendo como principal fuente de ingresos además del comercio, la industria asociada a sectores STEM.

Singapur


• El programa Teacher Growth Model (TGM) tiene como misión el desarrollo profesional docente. (2012)
2012
• Surgen los programas Applied Learning Programme (ALP), Learning for Life Programme (LLP), and Smart Nation como iniciativas de implementación en educación STEM. (2013)
2013
• La formulación del Programa de Aprendizaje Aplicado (ALP) y el programa Learning for Life Programme (LLP). (2013)
2018
• Desarrollo de la estrategia Smart Nation, para fomentar del desarrollo de la ciencia y la tecnología. (2018)

Una vez independizados y con la necesidad de tener un país desarrollado, Singapur emprendió una serie de reformas económicas, sociales y educativas, esta última poniendo como eje principal, el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas. Durante más de 30 años se ha venido evaluando la forma de enseñar en el país, adaptando diversas teorías y que se resume en la formulación de tres grandes programas: Applied Learning Programme (ALP), Learning for Life Programme (LLP), y Smart Nation.

Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- Su economía, además del comercio, tuvo un importante desarrollo en el campo de la tecnología, de ahí la necesidad de promover la educación STEM en los diferentes centros educativos.
- El proceso de cambio económico y social les permitió desarrollar importantes reformas basados en diferentes enfoques, desarrollando dos grandes programas que tienen como base la educación STEM: Applied Learning Programme (ALP), Learning for Life Programme (LLP).
- Como apuesta del gobierno, y partiendo del desarrollo de la educación STEM, se está impulsando la estrategia Smart Nation, que busca implementar desarrollos en robótica e inteligencia artificial aplicados a la educación inicial.

El ALP (Teo, 2019) y el LLP (Burhanudin & Rusman, 2018) centran su objetivo en que las experiencias de aprendizaje sean orientadas a la práctica, brindando oportunidades y habilidades que permitan ser aplicadas al contexto del mundo real, o aplicación práctica del conocimiento. Esto significa, una firme relación entre la industria, la comunidad y las instituciones educativas.

Lo anterior, es la base para que el gobierno lanzará en 2014, la iniciativa Smart Nation, que tiene como objetivo mejorar la vida de los ciudadanos y crear

oportunidades a través del desarrollo de la ciencia y la tecnología (Hoe, 2016), co-creando soluciones innovadoras para las personas junto con la industria y la ciudadanía, en este punto se han desarrollado pilotos de robótica e inteligencia artificial, en escenarios de formación de niños, niñas y adolescentes.

El desarrollo del STEM en Singapur, está marcado por un riguroso sistema de formación del cuerpo docente (Bautista, Wong, & Gopinathan, 2015), el cual es elegido únicamente del primer tercio de los estudiantes que se gradúan de secundaria, con cupos limitados de acuerdo con la planeación de sus necesidades y con una estricta formación que implica una de las profesiones más exigentes del país.

Las Iniciativas STEM en este país son fuertemente apoyadas por el Ministerio de Educación, ya que son una manera de materializar y apoyar el Programa de Aprendizaje Aplicado (ALP), que sin duda alguna, nutre al país de futuros profesionales en ciencias, matemáticas, ingenieras y tecnólogos, ya que hay una escasez de mano de obra STEM.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

La educación en Singapur ha tenido enfoques que desarrollaron el sistema (Worsham, Clevenger, & Whealan-George, 2016). El primer enfoque buscaba alcanzar niveles de alfabetización acorde a los estándares globales, posteriormente se enfocaron en la calidad del trabajo y más recientemente, con la última reforma educativa, se han centrado en apoyar la creatividad e innovación, con lo que buscan que los estudiantes fortalezcan la comprensión y no tanto la memorización.

Esto con el fin de promover en los estudiantes un gusto por aprender, explorar, descubrir y perseguir sus intereses propios, así mismo los preparan para un mundo globalizado, donde las competencias lingüísticas hacen la diferencia y denotan las diferentes culturas que se pueden encontrar en un espacio laboral, evidenciando un entorno multicultural y altamente globalizado, es por esto que ofrecen dos idiomas bases: el inglés y un idioma materno, permitiéndoles realizar conexiones con personas diferentes a su origen, dándoles una ventaja competitiva en la industria regional. (MOE Singapore, 2020)

El modelo se basa en el Applied Learning Programme (ALP), el cual fue implementado por el MOE en el año 2013 (Teo, 2019), que permitió iniciar desde temprana edad la educación en STEM, idiomas, humanidades, negocios, espíritu empresarial, estética, etc.

Integración del enfoque al currículo:

La educación STEM aborda desde el preescolar hasta el grado 12 de la secundaria. El MOE, entiende que la formación desde los años iniciales, son fundamentales para el aprendizaje de los niños y niñas y que su inmersión en competencias STEM, ayuda a motivarlos para que tomen la opción en la secundaria.

De acuerdo con datos de la OECD (2010) la mayoría de los estudiantes pasan por 10 años de educación general antes de hacer su educación postsecundaria ya sea en colegios menores (31% de los estudiantes), politécnicos (43%) o ITE (22%). Los estudios que se adelantan en ellos ITE son mucho más especializados, ligados a la alta tecnología, por lo que en gran medida, son impulsados por la industria, mientras que los de los Politécnicos, son impulsados por el MOE. (Idiris, 2013)

Los alumnos más destacados de ambos ciclos acceden a la educación universitaria, sin embargo, esto sólo equivale al 25% de alumnos.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

Los maestros cuentan con el Teacher Growth Model (TGM) el cual permite un continuo aprendizaje para garantizar que adquieran las habilidades necesarias para enseñar a sus estudiantes y, por supuesto, tener unificados los lineamientos y principios pedagógicos.

Respecto a la profesión docente, en Singapur se requiere de un alto nivel académico, ya que el modelo que ha implementado el MOE es una selección de docentes entre los alumnos con mejores resultados académicos en las diferentes cohortes. (Bautista, Wong, & Gopinathan, 2015)

El programa de formación docente establecido por el MOE ha logrado que los maestros cuenten con una formación integral, fortaleciendo sus debilidades, de tal manera que cuenten con habilidades en los diferentes campos tales como la aritmética, artes o habilidades del siglo XXI.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

Si bien la educación STEM en Singapur se ha implementado particularmente en escuelas especializadas, con la creación del Applied Learning Programme (ALP) en el año 2013, y su implementación en todas las escuelas en el año 2017, la educación STEM fue generalizada en todas las escuelas de Singapur, haciendo así que hasta el momento no haya una evaluación de la política pública asociada a STEM desarrollada en el país.

Alianzas:

A continuación, se dan a conocer aliados clave que han participado y han sido claves en el desarrollo del enfoque STEAM en Singapur: STEM Inc.; Carnegie Mellon University (CMU) and The CREATE Lab.; Nord Anglia Education Group; Technical University of Munich Asia (TUM) y German European School Singapore (GESS); Australian Council of Learned Academies; EDT Partners; y Discovery Without Borders.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

Singapur es un referente en educación a nivel mundial, los resultados de las pruebas PISA del año 2018 y en TIMSS lo confirman al ocupar el primer lugar. Este logro en parte se debe a la innovación educativa, como lo fue la formulación del Programa de Aprendizaje Aplicado (ALP por sus siglas en inglés) que revolucionó el sistema educativo en el país y sobre el cual centra los esfuerzos en la educación STEM.

Cada una de las escuelas es autónoma en construir su plan de estudios con base en el ALP y se ha venido trabajando desde 2013 para que esto llegue a todas las escuelas. De acuerdo con el MOE, para el año 2023 la totalidad de las instituciones educativas del país, tendrán implementado el ALP en sus planes de estudio.

En términos de **Transformación digital,** se destacan dos programas que sirven como lineamientos para la implementación de la educación STEM, estos son el Applied Learning Programme (ALP), y el Learning for Life Programme (LLP). En este sentido se promueve Smart Nation, programa que fomenta el desarrollo de la ciencia y la tecnología

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que promueven el desarrollo de la estrategia Smart Nation que tiene como propósito fomentar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el territorio. Así mismo, la información relacionada con la *evaluación de la implementación del enfoque en el país* no está desarrollada, pues se espera que la implementación del programa ALP se consolide a nivel nacional en el 2023. Por su parte, L*os docentes y su rol en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan con esta dimensión puesto que existen instituciones precisas que se encargan de una formación docente definida que cumpla con las necesidades dispuestas por el Ministerio de Educación.

3.3 Vietnam

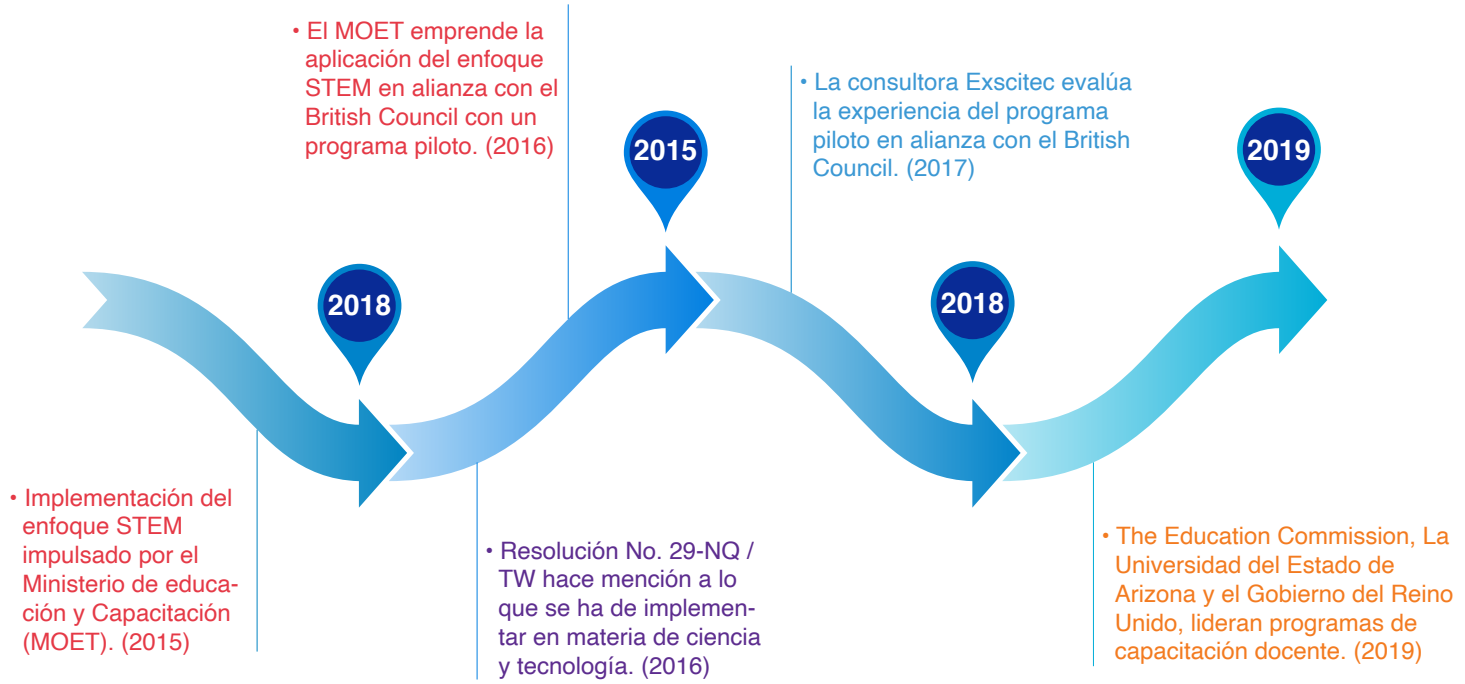
Contextualización del país:

A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,694 (117/190) (2018)
Alfabetización	95% (H: 96,5% M: 93,6%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	4,17% (2018)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,53% (2017)
Gasto en educación (% del Gasto Público)	14,47% (2018)
PIB (Dólares Americanos)	US$241.272M (2019)
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	525 (8/79)
Lectura	487 (30/79)
Matemáticas	495 (21/79)
Implementación STEM	Acuerdo Oficial del Ministerio de Educación y Capacitación (2015)

Con un desarrollo en ciencia y tecnología, el Gobierno de Vietnam inició un trabajo desde el año 2015 para implementar la educación STEM en su país. Durante ese año, el Ministerio de Educación y Capacitación (MOET) expidió el acuerdo oficial, en la cual dio la directriz para la aplicación integrada de las materias de ciencia, tecnología y matemáticas.

Vietnam


• El MOET emprende la aplicación del enfoque STEM en alianza con el British Council con un programa piloto. (2016)
2015
• La consultora Exscitec evalúa la experiencia del programa piloto en alianza con el British Council. (2017)
2019
2018
2018
• Implementación del enfoque STEM impulsado por el Ministerio de educación y Capacitación (MOET). (2015)
• Resolución No. 29-NQ / TW hace mención a lo que se ha de implementar en materia de ciencia y tecnología. (2016)
• The Education Commission, La Universidad del Estado de Arizona y el Gobierno del Reino Unido, lideran programas de capacitación docente. (2019)

Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- La transición del modelo económico más cercano al del libre mercado, impulsó el desarrollo de la industria, asociando a la ciencia y la tecnología.
- En el año 2015, el gobierno central en cabeza del Ministerio de Educación y Capacitación, impartió la directriz para la aplicación integrada de materias de ciencia, tecnología y matemáticas.
- En el año 2016, el British Council inició un programa piloto para implementar el modelo británico de educación STEM en 15 instituciones educativas del país.
- A pesar de la decisión del gobierno y de la implementación de los pilotos, la educación STEM aún no ha podido masificarse, sobre todo en las instituciones públicas.

El MOET en asocio con el British Council, implementó un proyecto piloto titulado "Aplicación del enfoque STEM del Reino Unido en el contexto de Vietnam en 2016-2017" en el año 2016 (British Council, 2018), el cual tenía tres objetivos principales: a) Desarrollar la capacidad de los maestros y líderes escolares con respecto a la aplicación del enfoque de educación STEM; b) Desarrollar y renovar libros de texto y métodos de enseñanza en la línea del enfoque STEM; c) Diseñar actividades extracurriculares orientadas a STEM.

Este piloto se desarrolló en un total de 15 escuelas secundarias privadas y estatales, y fue la primera iniciativa que se desarrolló en el país. En este piloto se abordaron cuatro componentes, asociados a la introducción en la educación STEM: a) Capacitación a profesores; b) Muestra del modelo británico; c) Seguimiento y d) Evaluación final.

Sin embargo, el desarrollo de la educación STEM tiene grandes desafíos en el país, puesto que la implementación de este modelo se ha centrado en actividades

informales, en centros educativos privados y escuelas para súperdotados, pero aún de manera muy tímida, en los centros educativos públicos. Por lo que el reto que tiene Vietnam es masificar la aplicación de la educación STEM y enfrentarse contra un modelo educativo aún bastante rígido.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

La política pública de educación en Vietnam ha avanzado desde la revolución de 1945, pero es con la reforma del Dổi mới que se inicia la transformación educativa (MOET, 2016), al punto que para el año 2010 ya había alcanzado varias de las metas propuestas, como es la universalización del acceso a la educación en todos los niveles y la eliminación del analfabetismo en niños y adultos.

Se plantea los siguientes objetivos:

- Realizar cambios fundamentales y fuertes en la calidad y eficiencia de la educación y la formación, para atender mejor la construcción, defensa nacional y las necesidades de aprendizaje de las personas.
- Para la educación preescolar, ayudar a los niños a desarrollarse física y emocionalmente, entendiendo y formando los primeros elementos de la personalidad, preparándolos bien para ingresar al primer grado. Educación universal completa y educación preescolar para niños de 5 años para 2015.
- Para educación general, enfoque en desarrollo intelectual, físico, formación de calidad, capacidad cívica, detección y fomento de talentos, orientación profesional para estudiantes. Mejorar la calidad de la educación integral, enfocarse en la educación ideal, tradiciones, ética, estilo de vida, idiomas extranjeros, tecnología de la información, capacidades y habilidades prácticas, aplicando el conocimiento en la práctica. Se fomenta el desarrollo

la creatividad, el autoaprendizaje y se formula el aprendizaje permanente. Se contempla completar la construcción del programa de educación general para el período posterior a 2015.

- Para la educación vocacional, se enfoca en la formación de recursos humanos con conocimientos, habilidades y responsabilidad profesional. Formar un sistema de educación vocacional con múltiples modalidades y calificaciones de capacitación vocacional hacia su aplicación y práctica, asegurando satisfacer la demanda de recursos humanos técnicos y tecnológicos del mercado laboral nacional y nacional.

Como parte de la implementación del memorando expedido por el MOET, se desarrolló el piloto indicado anteriormente liderado por el British Council y el MOET, denominado "Aplicación del enfoque STEM del Reino Unido en el contexto de Vietnam en 2016-2017" (British Council, 2018).

Integración del enfoque al currículo:

Si bien en la resolución no se habla específicamente de educación STEM, si se hace mención dentro del apartado de Misión y Solución, lo que se debe implementar en materia de ciencia y tecnología (Comité Central Partido Comunista, 2013):

- Mejorar la calidad y eficacia de la investigación y aplicación de la ciencia y la tecnología, especialmente la ciencia de la educación y la ciencia de la gestión.
- Priorizar la inversión en el desarrollo de ciencia básica, ciencia y laboratorios claves, laboratorios especializados, centros de alta tecnología, instalaciones modernas de producción experimental en una serie de instituciones educativas modernas.

Reconociendo estos desafíos que plantea la Resolución No. 29-NQ / TW, en 2017 el Primer Ministro Nguyen Xuan Phuc, pidió desarrollar un enfoque para aprovechar las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial. En este marco, el MOET, expidió una directiva para implementar nuevos enfoques con el fin de mejorar la Educación STEM en escuelas primarias y secundarias. Esto ha fomentado la inversión en experiencias de aprendizaje que mejorar las habilidades de STEM y del siglo XXI como resolución de problemas, pensamiento creativo y adaptabilidad.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

El proyecto desarrollado con The Education Commission, La Universidad del Estado de Arizona y el Gobierno del Reino Unido, se realizaron jornadas de formación a maestros para usar el prototipo de HTHT, cada profesor fue capacitado para aprender a usar el Sistema ALEKS con un enfoque experimental, donde cada maestro desarrollaba los cursos de matemáticas, logrando identificar el nivel de los profesores en esta materia y reforzando las debilidades de cada uno según el ejercicio que desarrollaran. (The Education Comission, 2020)

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

El único ejercicio de evaluación que se ha realizado ha sido en el año 2017, el primer piloto realizado en alianza con el British Council. Esta evaluación fue realizada por la consultora Exscitec, la cual fue contratada por el MOET y el British Council y se realizó a través de la observación de lecciones y aplicación de un cuestionario para maestros y estudiantes que participaron en el proyecto, arrojando como resultado general un avance en las habilidades matemáticas de los estudiantes, tal como se evidencio en las pruebas PISA 2018.

Alianzas:

- **The Education Commission:** para el año 2020 junto con La Universidad del Estado de Arizona y el Gobierno del Reino Unido realizaron una alianza para apoyar y mejorar las condiciones en educación STEM en Vietnam, a través de un programa diseñado específicamente para los estudiantes de séptimo grado, el cual fortaleciera las habilidades matemáticas a través de la guía del maestro con un aprendizaje activo. Esto se da a partir de un diagnóstico el cual arrojaba que los estudiantes que cursan el grado pierden el interés en esta etapa por el STEM debido a las falencias matemáticas con las que llegan a ese curso.
- **The British Council**: Junto con **el MOET** en el año 2016, implementó un proyecto piloto llamado "Aplicación del enfoque STEM del Reino Unido en el contexto de Vietnam en 2016-2017" (British Council, 2018), en el cual se desarrollaron tres objetivos principales: a) Desarrollar la capacidad de los maestros y líderes escolares con respecto a la aplicación del enfoque de educación STEM; b) Desarrollar libros de texto, renovar libros de texto y métodos de enseñanza en la línea del enfoque STEM; y c) Diseñar actividades extracurriculares orientadas a STEM.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

Los resultados de Vietnam en materia educativa han sido muy destacados, luego de pasar por una guerra de poco más de 20 años, el país ha tenido una recuperación y desarrollo considerable. Prueba de ello son los resultados de las pruebas PISA en donde obtuvieron puntajes muy por encima de países de la OCDE.

Sin embargo, estos resultados positivos contrastan con dos realidades que enfrenta el desarrollo de una política STEM. El 35% de los niños y jóvenes de Vietnam están

desescolarizados, lo que supone un gran reto, además de implementar la educación STEM se debe incentivar el número de niños matriculados. El segundo punto tiene que ver con la naturaleza política del país, pues el régimen comunista de Vietnam tiene un fuerte componente centralista, y uno de los logros por experiencias internacionales en STEM, es la flexibilidad por parte de las diferentes instituciones educativas a la hora de construir su plan de estudio, que termina siendo la base del éxito de la implementación de una política STEM.

En términos de **Transformación digital,** se destacan que el Ministerio de Educación y Capacitación ha impulsado la implementación del enfoque STEM desde 2015, lo que ha promovido que la política pública plantee objetivos orientados en la transformación de la calidad y eficiencia de la educación. En este sentido se despliegan programas piloto de aplicación del enfoque STEM

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que promueven el desarrollo de planes piloto en alianza con el British Council relacionadas con la aplicación del enfoque STEM. Así mismo, la información relacionada con la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, se conoce la que se encuentra desarrollada para el caso del plan piloto mencionado. Por su parte, l*os docentes y su rol en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan con esta dimensión puesto que existen instituciones como The Education Commission, La Universidad del Estado de Arizona y el Gobierno del Reino Unido, quienes lideran los programas de capacitación docente.

Comentarios sobre los casos del grupo:

Los países asiáticos Malasia, Singapur y Vietnam comparten como antecedente un pasado colonialista y un desarrollo de su economía constante a partir de la mitad del siglo XX. Sin embargo, tienen desarrollos de política pública diferente, aunque al final tienden a buscar los mismos objetivos.

Singapur es el país con los indicadores sociales y macroeconómicos más altos que ha tenido como desarrollo de la política pública educativa, apostaron por un énfasis en las ciencias, lo que le ha significado ser reconocido en el mundo entero por su metodología. Malasia por su parte, si bien tuvo un desarrollo económico un poco más tardío ha desarrollado grandes industrias asociada al STEM, con lo que la educación en este campo se ha convertido en un pilar de la estrategia educativa del país. Finalmente, Vietnam ha venido desarrollando un modelo educativo exitoso el cual ha sido evidenciado en pruebas como las PISA adelantadas por la OCDE, y es un país con economía emergente.

En los tres países se identifica una misma necesidad en sus estrategias de educación, asociada a la pérdida de interés por parte de los estudiantes en el estudio de asignaturas, profundizaciones y carreras asociadas al campo STEM y uno de los objetivos de todas las políticas es la de transformar a las escuelas y profesores, para llevar la enseñanza de estas materias a ser aplicables para la vida.

Al igual que lo evidenciado en los países del Grupo 1, también se muestra como objetivo fundamental el cubrir la demanda de profesionales que exige el desarrollo en ciencia y tecnología de las economías, además de una situación problemática que crece y es la escasez de la mano de obra calificada.

Así mismo, la inversión en estos países juega un papel fundamental en el desarrollo de la educación STEM. Para evitar una distorsión en el análisis, dada la disparidad de los indicadores económicos, PIB y población, es relevante hacer la mirada a los datos *per cápita*, así de esta forma, vemos que Singapur tiene una inversión en educación, muy superior a los demás países, alcanzando un valor de US$2.025, frente a US$515 en Malasia y US$105 en Vietnam. Igual pasa con el gasto en Investigación y Desarrollo en donde Singapur lidera con US$1.280, seguido de Malasia con US$164 y finalmente muy distante está Vietnam con US$13.

En cuanto a la formación de los docentes, tanto en Malasia como Singapur han puesto un importante énfasis en la formación y selección docente para apoyar el desarrollo de la educación STEM, a través de la Implementation Guide for Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Teaching and Learning y el Teacher Growth Model respectivamente.

Frente a esto, una característica que se evidencia en estas experiencias es que el mayor énfasis se da en la selección y evaluación de los docentes, lo que les permite acceder a las formaciones en STEM, seleccionando a los mejores para que acompañen esta formación, pero teniendo un riguroso seguimiento y constante evaluación. Para Vietnam la formación docente es uno de los principales retos de la implementación de un modelo de educación STEM, y está apoyándose en experiencias internacionales para implementarlo.

A diferencia de los países del grupo 1, en los países asiáticos no hay una política STEM definida, y las experiencias son específicas por cada país. En Singapur, sus programas Applied Learning Programme (ALP) y Learning for Life Programme (LLP) tienen dentro de su conceptualización todos los elementos asociados a la educación STEM. Por su parte Malasia, ha desarrollado una apuesta educativa denominada Malaysia Education Blueprint 2013-2025 dentro de la cual incorporan

un capítulo de educación STEM, la cual desarrollan en la guía mencionada anteriormente. Vietnam todavía en cuanto a política pública formal, aún está en pilotos que de elementos para trazar políticas de mediano y largo plazo.

5. Tercer grupo: Países Latinoamericanos

4.1 Perú / Lima Metropolitana territorio STEAM

Contextualización del país:

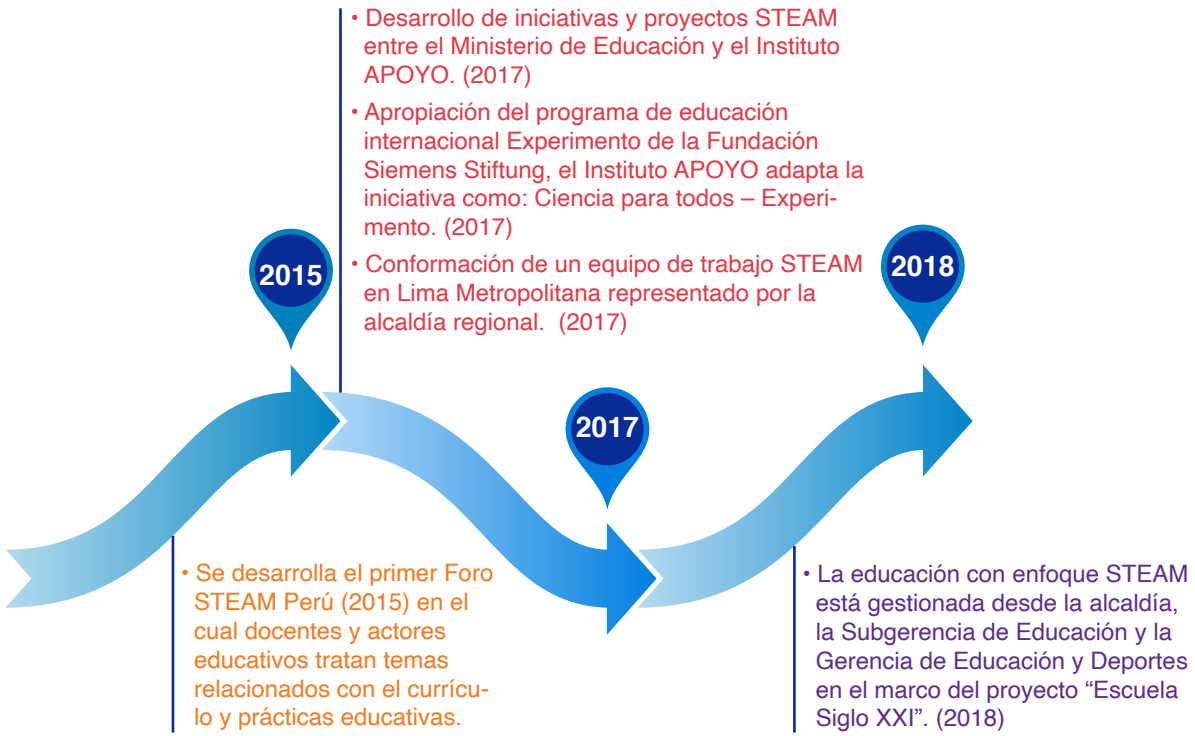
A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,759(2018)
Alfabetización	99% (H: 99,1% M: 99%)
Indicadores macroeconómicos	
Doing Bussiness	68,7 (76/190) (2018)
Gasto público en educación, total (% del PIB)	3,84729(2019)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,12704(2019)
PIB (Dólares Americanos)	2,27E+11
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	404 (64/79)
Lectura	401(64/79)
Matemáticas	400(64/79)
Territorio STEAM	2017(Miraflores (Lima) - Tacna)

STEAM en el territorio.

El Ministerio de Educación Peruano (MINEDUC) es la figura o ente rector más no ejecutor de la política de aseguramiento de la calidad de la educación a nivel nacional. De acuerdo a la Ley de Bases de la Descentralización (2002), los tres niveles de gobierno tienen como meta educativa orientar sus esfuerzos en conseguir que los estudiantes de su dependencia administrativa cuenten con acceso a una educación

Lima Metropolitana / Perú territorio STEAM



de calidad y se desarrollen como ciudadanos. De igual forma, a estos organismos les corresponde establecer y hacer cumplir las políticas educativas nacionales.

A nivel regional, las entidades encargadas de velar por los intereses educativos son las Direcciones Regionales de Educación (DRE). Hay una por cada departamento excepto en Lima que hay dos, una en Lima Metropolitana y la otra que dirige las demás provincias de esta región. Desde el gobierno local se cuentan con organismos de control denominadas Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL).
Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- El Ministerio de Educación Peruano en alianza con el Instituto Apoyo, adelanta iniciativas y proyectos STEAM en el país.
- El instituto Apoyo ha adaptado al currículo Nacional Peruano el programa Experimento cuya iniciativa se conoce con el nombre: Ciencia Para Todos - Experimento.
- La Fundación Siemens Stiftung a través de su programa de educación internacional "Experimento", contribuye con la formación inicial y continua de los docentes que intervienen en promover la calidad educativa a partir de la enseñanza desde el enfoque educativo STEAM. Así mismo este programa diseña, publica y distribuye material tanto didáctico como pedagógico.
- En alianza con instituciones públicas y privadas entre las que participan el Instituto Apoyo, la fundación Siemens Stiftung, el Ministerio de educación del Perú, se lleva a cabo el Foro STEAM Perú, espacio en el cual se promueve la comunicación, colaboración y acción entre los participantes para contribuir a una educación de calidad con base en el enfoque educativo STEAM en todos los ciclos de la educación.
- Actualmente se han declarado dos Territorios STEAM en Perú en las ciudades de Lima y Tacna, con el apoyo y dirección de la Fundación Siemens Stiftung y el Ministerio de Educación del Perú.

- El Portal Educativo de la Organización de los Estados Americanos OEA, lidera la red EducaSTEAM, la cual facilita el acceso a información sobre experiencias en educación STEAM. Esta impulsa el intercambio de prácticas entre individuos, entidades y gobiernos de la región a partir de la colaboración para la construcción del conocimiento. EducaSTEAM es una iniciativa mexicana que en 2017 hace el lanzamiento del programa: Movimiento STEAM AC, por medio del cual busca impulsar la educación STEAM en Latinoamérica.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

De acuerdo con un informe de la OCDE: Avanzando hacia una mejor educación para Perú (2016), refleja que la calidad del sistema educativo es baja, lo cual se debe factores socioeconómicos y culturales, componentes estrechamente vinculados a problemáticas al acceso escolar, a la calidad del profesorado, a la baja inversión económica para el desarrollo educativo, entre otras.

La OCDE (2016) reconoce que el gobierno Peruano es consciente de las brechas y retos que enfrenta en temas educativos y que ha trabajado en la implementación de programas y estrategias que favorezcan a la población, entre ellos rescatan la expansión de cobertura para educación inicial, primaria y secundaria, así como la implementación de incentivos económicos a maestros a través de la adjudicación de políticas que impulsan el concurso de ascenso o acceso a la labor por méritos.

A pesar de que estos cambios se están dando, los resultados no son inmediatos y desafortunadamente también son insuficientes pues al comparar cifras de inversión en educación, calidad educativa y calidad docente, éstas aún se encuentran por debajo del promedio de los países de la OCDE y en algunos casos también es inferior al promedio de países latinoamericanos.

En 2019 se publica el documento Protagonistas del futuro: Emprendedoras STEAM en América Latina, en dicho informe relacionan a través de una infografía la descripción del contexto de Perú que realizó el Instituto Apoyo, en donde se resumen las áreas básicas en las que se deben implementar estrategias o políticas que favorezcan el crecimiento político y social, los cuales parten necesariamente de una estructuración adecuada en el sistema educativo.

Las iniciativas adelantadas en Lima Metropolitana requieren de respaldo y gestión de parte del gobierno regional, el cual es representado por el alcalde y quien se encuentra al frente del grupo de trabajo que orienta los proyectos STEAM. A su vez, se reconoce que la región enfrenta retos de carácter prioritario para ofrecer una calidad óptima en educación, entre estos retos se destacan temas de infraestructura, ampliación de la oferta educativa, pobreza, deserción escolar, entre otras.

Integración del enfoque al currículo:

La Dirección Regional de Educación de Lima Metropolitana (DRE) tiene a cargo la gestión de las instituciones educativas las cuales están subdivididas en siete Unidades de Gestión Educativa Local (UGEL). La educación con enfoque STEAM está gestionada desde la alcaldía, la Subgerencia de Educación y la Gerencia de Educación y Deportes en el marco del proyecto "Escuela Siglo XXI"; en su equipo de trabajo cuentan con gestores de proyectos, coordinadores y promotores de la iniciativa STEAM.

En 2020 el Foro STEAM Perú se desarrolló a través de webinars a causa de la pandemia mundial generada por el Covid – 19, en la plataforma digital del Instituto Apoyo están a disposición de cualquier interesado las conferencias realizadas. En el marco de la conferencia: *Estrategias territoriales para la educación a distancia* fue invitado

el coordinador STEAM de Lima Metropolitana Hugo Rojas, quien dio a conocer, entre otras, el plan de construcción de Lima Metropolitana como territorio STEAM, el cual se encuentra en su segunda fase: implementación.

Otro de los programas que se tuvieron que adaptar a la situación que generó la pandemia, fue el de la Caravana STEAM, proyecto que visitaba una escuela cada martes en el territorio de Lima Metropolitana y llevaba a cabo experimentos y talleres innovadores relacionados con las áreas STEAM. Actualmente todas estas estrategias se adaptaron a la virtualidad, incluso se creó un nuevo escenario el cual se llama La Hora STEAM, espacio en el que se ofrecen talleres y conferencias dirigidas por especialistas para todo quien esté interesado en el tema.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

En 2015 fue el lanzamiento de la iniciativa del Foro STEAM, donde se reúnen anualmente representantes y docentes interesados en mejorar el currículo y sus prácticas educativas a través de la articulación y colaboración de experiencias.

Uno de los insumos claves en la capacitación docente además del programa "Experimento" promovido en Perú por la fundación Siemens Stiftung, son los materiales didácticos conocidos como Recursos Educativos Abiertos (REA), los cuales están disponibles en el portal de medios Siemens Stiftung para la enseñanza STEAM. Estos recursos son proyectos diseñados para los diferentes niveles de enseñanza los cuales pueden ser modificados por el docente de acuerdo a las necesidades y contextos propios del nivel en el que vayan a ser desarrollados.

El Portal Educativo de la Organización de los Estados Americanos OEA, lidera la red EducaSTEAM, la cual facilita el acceso a información sobre experiencias en educación STEAM de los países latinoamericanos pertenecientes a esta red, así

mismo impulsa el intercambio de prácticas entre individuos, entidades y gobiernos de la región a partir de la colaboración para la construcción del conocimiento. EducaSTEAM surge como una iniciativa mexicana que en 2017 hace el lanzamiento del programa: Movimiento STEAM AC, por medio del cual busca impulsar la educación STEAM en Latinoamérica.

Con relación a la problemática asociada a la calidad del docente, la OCDE (2016) indica que la inadecuada formación docente y la remuneración impropia a la labor son factores que inciden directamente a la calidad de la enseñanza y por tanto el aprendizaje de quienes reciben instrucción por parte de los maestros.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

Los procesos de evaluación a las prácticas implementadas en la municipalidad de Lima no han llegado al punto de ser evaluadas y sistematizadas pues, de acuerdo con lo mencionado con anterioridad, el plan de construcción de Lima Metropolitana como territorio STEAM se encuentra en la fase de implementación.

La aplicación del programa "Experimento" se ha llevado a cabo como piloto en algunas escuelas del país, los registros de estas experiencias están consignados en el Folleto Experimento Perú Siemens Stiftung, las prácticas consignadas allí están relacionadas con estudiantes de primaria.

Alianzas:

Las organizaciones que han adelantado los procesos educativos con enfoque STEAM han sido lideradas por organizaciones internacionales en el caso de la fundación Siemens Stiftung y la organización sin ánimo de lucro a nivel local como en el caso del Instituto Apoyo.

Desde lo académico: La Pontificia Universidad Católica del Perú, el Instituto de Educación del Perú Tecsup, la Universidad de Ciencias y Arte de América Latina UCAL, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Los organismos del estado que se han involucrado son: La alcaldía de Medellín, La embajada de Finlandia, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica Conytec y la Dirección Regional de Educación de Lima Metropolitana.

Dentro de las empresas que se destacan son: el British Council, fractalup, silabuz.com, FabLab Perú, Code en mi cole, IchikLab, STEAMLab Tecnología educativa, TBOX, digitalcamp, TechHunter Entertainment, Red Festilab, Domos 3D Perú, La Revolución, Fundación Telefónica, wawaperu, Engitronic make x Perú 2019, SAFITEC especializado en STEAM, voluntarios Clown.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

El Ministerio de Educación Peruano se ha interesado en concretar alianzas con entidades como el Instituto APOYO con quienes adelanta iniciativas y proyectos STEAM. Distritos y municipalidades se han involucrado en el proceso que requiere declarar la región como Territorio STEAM en alianza y dirección de la Fundación Siemens Stiftung.

Lima Metropolitana es uno de los territorios que se ha interesado en desarrollar y llevar a las escuelas la educación STEAM a través de diversos proyectos como la Caravana STEAM, entre otros. Gracias a las redes organizacionales interesadas en la implementación del enfoque STEAM en el ámbito educativo, se han generado

coaliciones a nivel local e internacional, de las que se espera construir estrategias que impulsen la inclusión de esta metodología en la política educativa.

En términos de **Transformación digital,** se destaca el desarrollo de iniciativas y proyectos STEAM entre el Ministerio de Educación, el Instituto Apoyo y la Fundación Siemens Stiftung; organizaciones que han adelantado iniciativas en materia de divulgación y reconocimiento del enfoque STEAM en las regiones del país. En este sentido, se han creado grupos de trabajos regionales dedicados exclusivamente a la educación STEAM.

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que se adopta el programa de educación internacional Experimento de la Fundación Siemens Stiftung, el cual el Instituto Apoyo lo nombra como: Ciencia Para Todos – Experimento. Así mismo, la información relacionada con la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, no se ha desarrollado puesto que el plan de construcción de Lima Metropolitana como territorio STEAM se encuentra en la segunda fase que es la de implementación; la tercera y cuarta es de evaluación y sistematización respectivamente. Por su parte, l*os docentes y su rol en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan con esta dimensión, ya que existen espacios como el Foro STEAM Perú en el cual los docentes y actores educativos tratan temas relacionados con el currículo y prácticas educativas con el apoyo de la fundación Siemens Stiftung y el programa "Experimento" que facilita el acercamiento y capacitación a docentes a quienes se les comparte el

material diseñado como lo son los Recursos Educativos Abiertos (REA). Del mismo modo, el Portal Educativo de la OEA es otro insumo que impulsa el intercambio de prácticas entre países latinoamericanos para la construcción del conocimiento.

4.2 Chile/ Valparaíso territorio STEAM

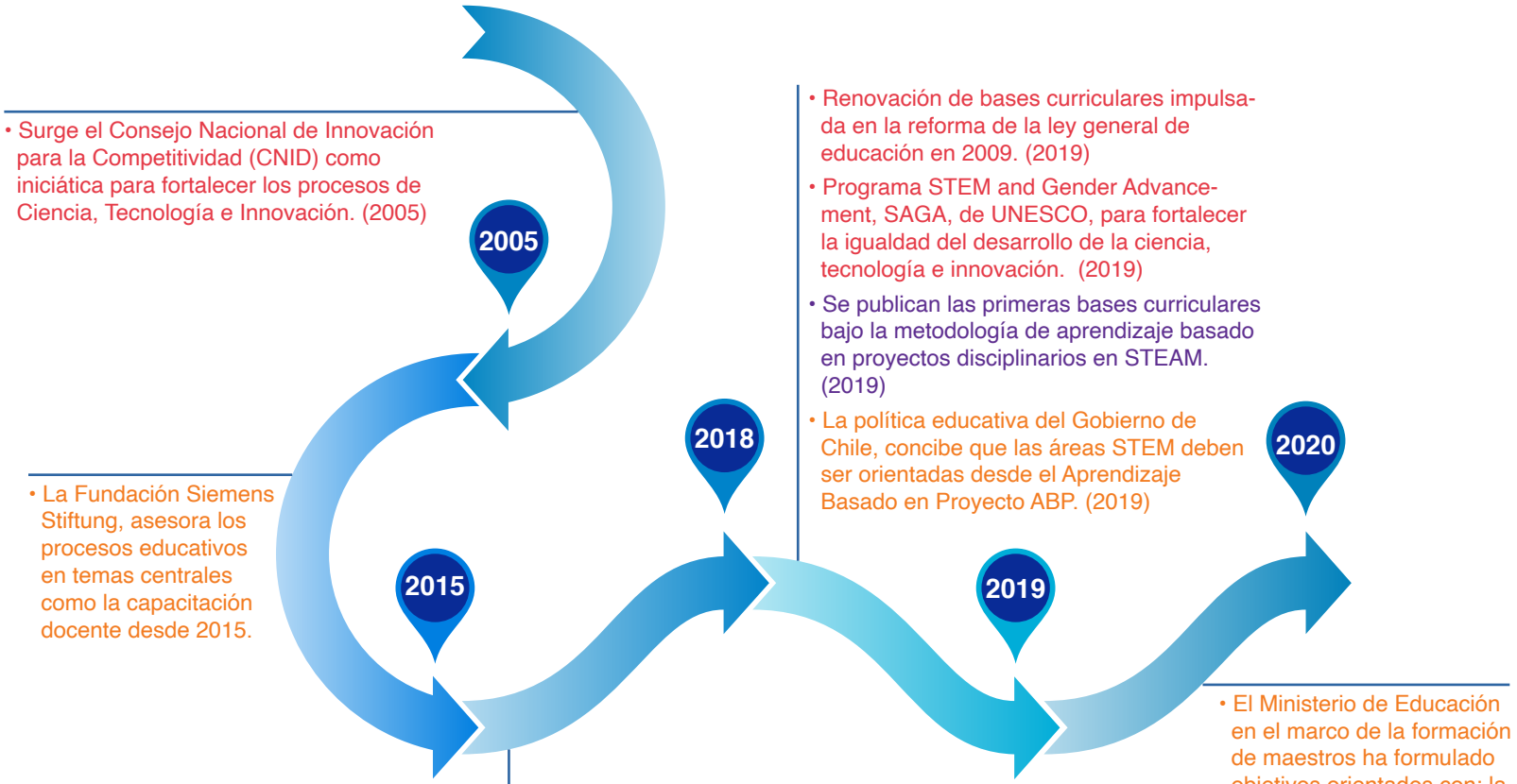
Contextualización del país:

A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEAM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,847(2018)
Alfabetización	99% (H: 99% M: 99%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	5,41945982(2017)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,35518(2017)
PIB (Dólares Americanos)	2,82E+11
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	444(45/79)
Lectura	452 (43/79)
Matemáticas	417(59/79)
Territorio STEAM	2018 (Valparaíso – Macrozona Sur Chile)

La metodología STEM en el territorio chileno, busca impactar de manera positiva en los estudiantes a través del rediseño de currículos que impliquen en su desarrollo esta metodología. Busca además, generar ambientes de trabajo mediados por la tecnología en respuesta a las necesidades del contexto y con el firme propósito de articular esfuerzos en todos los niveles educativos.

Valparaíso / Chile territorio STEAM



Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- Entre las reformas que presentó la Ley General de educación en 2009 se establecieron Objetivos Generales de Aprendizaje favoreciendo la educación integral, así como la elaboración por parte del MINEDUC de bases curriculares flexibles que garanticen 30% de tiempo libre a disposición de cada institución, bancos de planes y programas complementarios, como alternativas adicionales para los establecimientos.
- El documento: Preparando a Chile para La Sociedad del Conocimiento. Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM publicado en octubre de 2017, indica que "no existe ni se vislumbra en la agenda de los temas nacionales, una iniciativa destinada a generar una Política de educación STEAM explícita, enmarcada en una estrategia de desarrollo del país" (p.32).
- Sin embargo, ese mismo año el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) planteó entre las cinco propuestas transformadoras en su agenda para el 2030 llevar a todas las escuelas y liceos públicos la estrategia "Ciencias, Tecnología e Innovación (CTI)" en un término de cinco años a través de espacios de encuentro entre las ciencias y la educación.
- La cooperación bilateral entre los Estados Unidos y Chile en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI) creó en Marzo de 2018 el Consejo Chile-Estados Unidos para la Ciencia, Tecnología e Innovación (STIC) con el fin de adaptar y estructurar los mecanismos para apoyar la cooperación en CTI. De las 30 propuestas elaboradas por los grupos de trabajo en Innovación, Transferencia Tecnológica y Educación, Fuerza Laboral y Cultura Científica se centralizaron 6 propuestas globales entre las que se encuentra el "Fortalecimiento de la educación a través de metodologías interactivas STEAM para la creación de

habilidades en jóvenes del nuevo milenio" así es como surge el programa ecosiSTEAM.

- La Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación pública en octubre de 2019 las bases curriculares para los grados 3° y 4° de la educación media, los cuales consideran la metodología de aprendizaje basado en proyectos, así como proyectos interdisciplinarios STEAM. Se espera hacer paulatinamente la modificación de las bases curriculares considerando la adaptación al enfoque interdisciplinario hasta llegar a 1° básico.

Políticas educativas que orientan el Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país.

El Acuerdo Marco Básico sobre Ciencia y Tecnología de 1992 firmado entre Chile y los Estados Unidos, se comprende como una de las asociaciones más importantes para el territorio chileno, pues no solo apoyó la construcción de conocimiento, sino que impulsó proyectos estratégicos y permitió la transferencia de ideas. Además y como producto de su producción en el 2018, este acuerdo fue reivindicado bajo el **Consejo Chile-Estados Unidos para la Ciencia, Tecnología e Innovación (STIC),** con el primer foro público-privado de su tipo, destinado a fortalecer el ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) entre ambos países.

Otro de los grandes aciertos y esfuerzos por hacer de la Ciencia, Tecnología e Innovación un cuerpo colegiado es el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNID), el cual busca integrar los retos que se han venido engranando en la trayectoria en el campo de la CTI. Esto ha implicado cambios y ajustes en las iniciativas, acuerdos, y articulaciones de diversas organizaciones, que han comprendido los esfuerzos conjuntos como necesarios en pro de adquirir un

sentido de desarrollo global que permita resolver los desafíos que como humanidad compartimos.

En ese sentido, la articulación con el sector privado y oficial ha venido siendo una constante en las asociaciones que buscan hacer frente a aquellas disposiciones de orden ambiental, económico, social y cultural que hoy por hoy se escuchan con más fuerza por parte de quienes apelan a la ética, el cuidado, el bienestar del colectivo social. En este contexto, los conocimientos en CTI se hacen relevantes en pro de buscar no solo escuchar estas voces, sino también en procurar un contexto de diálogo que viabilice decisiones que mejoren la perspectiva del futuro de manera amplia y conciliada junto con aquellos que nos acompañan y hacen parte de las decisiones globales.

Reinventar lo que denominamos desarrollo es justo uno de los propósitos que desde el 2018 se ha trazado Red STEM Valparaíso, otra de las organizaciones con una amplia participación de universidades de carácter público y fundaciones de carácter internacional.

Desde la Red STEM Valparaíso, se busca promover el interés por las áreas que compone el STEM, bajo la necesidad de aportar al futuro y al desarrollo desde una mirada amplia que implique reinventar más allá de factores coyunturales, pues lo claro es que la sustentabilidad de la humanidad depende en gran parte de poder pensar lo que hasta ahora hemos denominado desarrollo y lo que implica en el contexto global.

De acuerdo con los antecedentes presentados, donde se hace imperativa la necesidad de replantear lo que hasta ahora habíamos denominado desarrollo, una de las grandes apuestas de la educación STEM en Chile es la de reestablecer y abordar las

nociones que han servido de condición para poner en déficit el crecimiento ambiental, en especial lo que tiene que ver con los recursos naturales.

Otras de las apuestas del Gobierno de Chile es el "Programa STEM and Gender Advancement, SAGA" de UNESCO, metodología que busca identificar brechas en las políticas vigentes para una participación más igualitaria y equitativa en el desarrollo de la ciencia, conocimiento, tecnología e innovación. Esto, incrementando la visibilidad, participación y respeto por las mujeres en las áreas STEM". (CONICYT, 2019). Este programa es liderado por el Ministerio de la Mujer, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Ciencia y CONICYT.

Integración del enfoque al currículo:

El Ministerio de Educación del Gobierno de Chile ha impulsado la formación del profesorado desde la investigación y análisis de prácticas situadas que han dado como resultado la construcción de un currículo que busca la innovación, el manejo de la tecnología y la investigación. Muestra de este proceso de formación, son los distintos títulos que se han publicado en la Biblioteca Digital Escolar.

Es importante mencionar, que varios de estos títulos hacen mención a la identificación de buenas prácticas por parte de los profesores y profesoras que permiten que los objetivos trazados desde la política educativa se logren.

Estos objetivos se enmarcan en vincular en todas las áreas del conocimiento la tecnología, tanto en la educación secundaria obligatoria como en bachillerato. Además de ello, se disponen talleres que pretenden acercar a los estudiantes al manejo de la electricidad, los circuitos, las redes de comunicación entre otras, todo

ello encaminado a procurar motivación en el aprendizaje de manera situada y basado en la experiencia.

Ahora bien, es importante señalar que los objetivos que se han trazado curricularmente implican la formación de los maestros a través de mostrar las buenas prácticas, que se logran a partir de vincular la tecnología, la innovación y la investigación en el desarrollo de práctica de la enseñanza-aprendizaje.
De este modo, vale la pena citar algunos de los objetivos que se trazan en la formación de los maestros y que repercute de manera directa en los aprendizajes y en la construcción de conocimiento por parte de los actores que participan de la educación:

- Identificar problemas del proceso de enseñanza –aprendizaje y establecer soluciones.
- Presentar al lector el área de tecnología con propuestas docentes innovadoras.
- Analizar críticamente la labor docente mostrando indicadores de calidad y buenas prácticas en el aula.
- Dar pautas para desarrollar proyectos de investigación e innovación en centros educativos. (Cervera, 2010)

De acuerdo con lo anterior, es posible inferir que las características que permean el currículo tienen el propósito de innovar a partir de retomar las buenas prácticas de los maestros, es decir, a partir de reconfigurar la formación de los maestros como un acto compartido que implica retomar la experiencia de otros. En ese sentido, los objetivos buscan aportar soluciones y alternativas de formación que rescaten lo ya exitoso en los diferentes contextos.

La Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación pública en octubre de 2019, las bases curriculares para los grados 3° y 4° de la educación media los cuales consideran la metodología de aprendizaje basado en proyectos, así como proyectos interdisciplinarios STEAM. Se espera hacer paulatinamente la modificación de las bases curriculares considerando la adaptación al enfoque interdisciplinario hasta llegar a 1° básico.

Por su parte, el Programa Nacional de Educación No Formal en Ciencias y Tecnología EXPLORA, creado desde 1995, tiene como misión contribuir con una cultura científica y tecnológica, por este motivo ofrecen talleres y concursos nacionales a jóvenes que se encuentran en edad escolar.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

El rol del docente en el enfoque STEAM está orientado hacia la construcción de conocimiento a partir de incorporar el Aprendizaje Basado en Proyectos ABP en sus prácticas pedagógicas, esto implica, que los proyectos vinculen diferentes áreas del conocimiento y por tanto exista una estrecha comunicación entre colegas que todo el tiempo ponen en tensión el marco de lo que se busca desde el desarrollo del proyecto en cada una de sus áreas, pero bajo la perspectiva global.

Esta manera de posicionarse frente a la educación, por parte de los maestros, les ha implicado transitar por posturas tradicionales, conductistas dando cuenta de la necesidad de "renunciar a un cierto grado de control sobre la sala de clases y confiar en sus estudiantes. Sin embargo, pese a que pasan a ser "facilitadores" del aprendizaje más que "sabelotodos", esto no significa que los docentes no "enseñan" en un aula de ABP. Muchas de las prácticas tradicionales se mantienen, pero se reformulan en el contexto de un proyecto". (Ministerio de Educación del Gobierno de Chile, 2020)

Cabe señalar que la política educativa del Gobierno de Chile, concibe que las áreas STEM deben ser cultivadas mediante el Aprendizaje Basado en Proyecto ABP, por tanto, el currículo en sí mismo contiene la orientación a trabajar desde esta metodología. "Los estudiantes se enfrentan a entretenidos desafíos o problemas reales que tienen que ser resueltos creativa y colaborativamente. Así se fortalecen las conexiones entre las diferentes áreas de aprendizaje y se enriquecen las habilidades cuando estas áreas se combinan para ser usadas en contextos auténticos, donde deben identificar un problema y buscar creativamente una solución." (Ministerio de Educación del Gobierno de Chile, 2020).

La Fundación Siemens Stiftung a través de su programa de educación internacional "Experimento" promueve la participación de los procesos de enseñanza – aprendizaje en todos los ciclos de la educación del currículo Chileno, desde jardín infantil hasta secundaria. La Fundación fomenta e impulsa la enseñanza de las ciencias basada en la indagación.

Puesto que Chile hace parte de la Red Latinoamericana de países considerados territorio STEAM bajo la dirección de la Fundación Siemens Stiftung, se encuentra asesorada en los procesos educativos en temas centrales como lo son la capacitación de docentes y el acceso a métodos didácticos diseñados para la enseñanza de proyectos educativos para todos los niveles educativos, los cuales están a disposición del docente en portal de medios Siemens Stiftung para la enseñanza STEAM. Estos materiales didácticos son conocidos como Recursos Educativos Abiertos (REA).

Así mismo, se identifica que la formación de maestros desde la experiencia y buenas prácticas cultivadas por agentes de la misma posición simbólica y cultural; lo que representa cierta credibilidad en los procesos de formación, toda vez que son ellos,

los maestros, quienes de manera indirecta están aportando a la formación de sus colegas desde experiencias previamente experimentadas en diferentes contextos.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

En el 2017 el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) planteó entre las cinco propuestas transformadoras en su agenda para el 2030 llevar a todas las escuelas y liceos públicos la estrategia "Ciencias, Tecnología e Innovación (CTI)" en un término de cinco años a través de espacios de encuentro entre las ciencias y la educación.

De acuerdo a la coalición 2017 "no existe ni se vislumbra en la agenda de los temas nacionales, una iniciativa destinada a generar una Política de educación STEAM explícita, enmarcada en una estrategia de desarrollo del país" (p.32).

Los procesos de evaluación a las prácticas implementadas en Valparaíso no han llegado al punto de ser sistematizadas, pues los registros conocidos de implementación en el aula de experiencias STEAM se encuentran en el marco del programa "Experimento" dirigido por la Fundación Siemens Stiftung, donde su alcance está dirigido a un número de escuelas considerable y del cual se conocen resultados positivos en cuanto a la acogida de parte de maestros y estudiantes, más no hay registros que detallen las prácticas pedagógicas a partir del enfoque STEAM.

Por su parte, la publicación de las bases curriculares para los grados 3° y 4° de la educación media son materiales que consideran ABP como metodología, sin embargo, su publicación es muy reciente (2019) y no es obligatoria por lo cual a la fecha no se cuenta con un registro de la implementación del material.

Alianzas:

Unas de las alianzas establecidas son:

- La cooperación bilateral entre los Estados Unidos.
- El Programa SAGA UNESCO.
- La Coalición STEAM propone la creación de programas que permitan a científicos, innovadores y artistas acercarse a las escuelas como embajadores y divulgadores de sus disciplinas. Un referente internacional en este ámbito es el programa "MINT Zukunft Schaffen" (Alcanzar el Futuro STEM) de Alemania, que opera a través de una red de embajadores voluntarios y cuenta con más de 18.000 participantes. Un buen punto de partida en Chile podría ser el programa "1000 científicos 1000 aulas" de Explora.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

Valparaíso, fue seleccionado como territorio STEAM, por considerar que cuenta con aspectos de orden ambiental y social que hacen que sea una región modelo para el desarrollo y avance en materia de las áreas STEAM.

El Ministerio de Educación Gobierno de Chile ha impulsado la formación del profesorado desde la investigación y análisis de prácticas situadas que han dado como resultado la construcción de un currículo que busca la innovación, el manejo de la tecnología y la investigación.

> En términos de **Transformación digital,** se destaca el desarrollo de iniciativas y proyectos de implementación y adopción de tecnologías digitales como los programas: ecosiSTEAM, la RED STEM Valparaíso y el Programa STEM and Gender Advancement, SAGA, de UNESCO.

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que se presenta la renovación de bases curriculares en 2009 y a partir de allí se fortalecen programas de Ciencia, Tecnología e Innovación y también surge el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) como iniciativa para fortalecer los procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación; con relación a la información de la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, ésta no se ha desarrollado puesto que las prácticas implementadas en Valparaíso no han llegado al punto de ser sistematizadas, entre otras, porque las bases curriculares bajo la metodología ABP son del 2019, muy recientes. Sin embargo, las experiencias STEAM en el marco del programa "Experimento", el cual está dirigido a un número considerable de escuelas, se conocen resultados positivos en cuanto a la acogida de parte de maestros y estudiantes. Por su parte, l*os docentes y su rol en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan con esta dimensión puesto que existen organismos que capacitan, dirigen y facilitan el transito al manejo del enfoque STEM, como es el caso del Ministerio de Educación, el cual ha formulado objetivos en torno a la formación de maestros, indicando además desde la política educativa una orientación clave y es que el desarrollo de los proyectos STEAM en el aula deben estar orientados desde la metodología de Aprendizaje Basado en Proyecto ABP; además, la Fundación Siemens Stiftung, asesora los procesos educativos en temas centrales como la capacitación docente.

4.3 México

Contextualización del país:

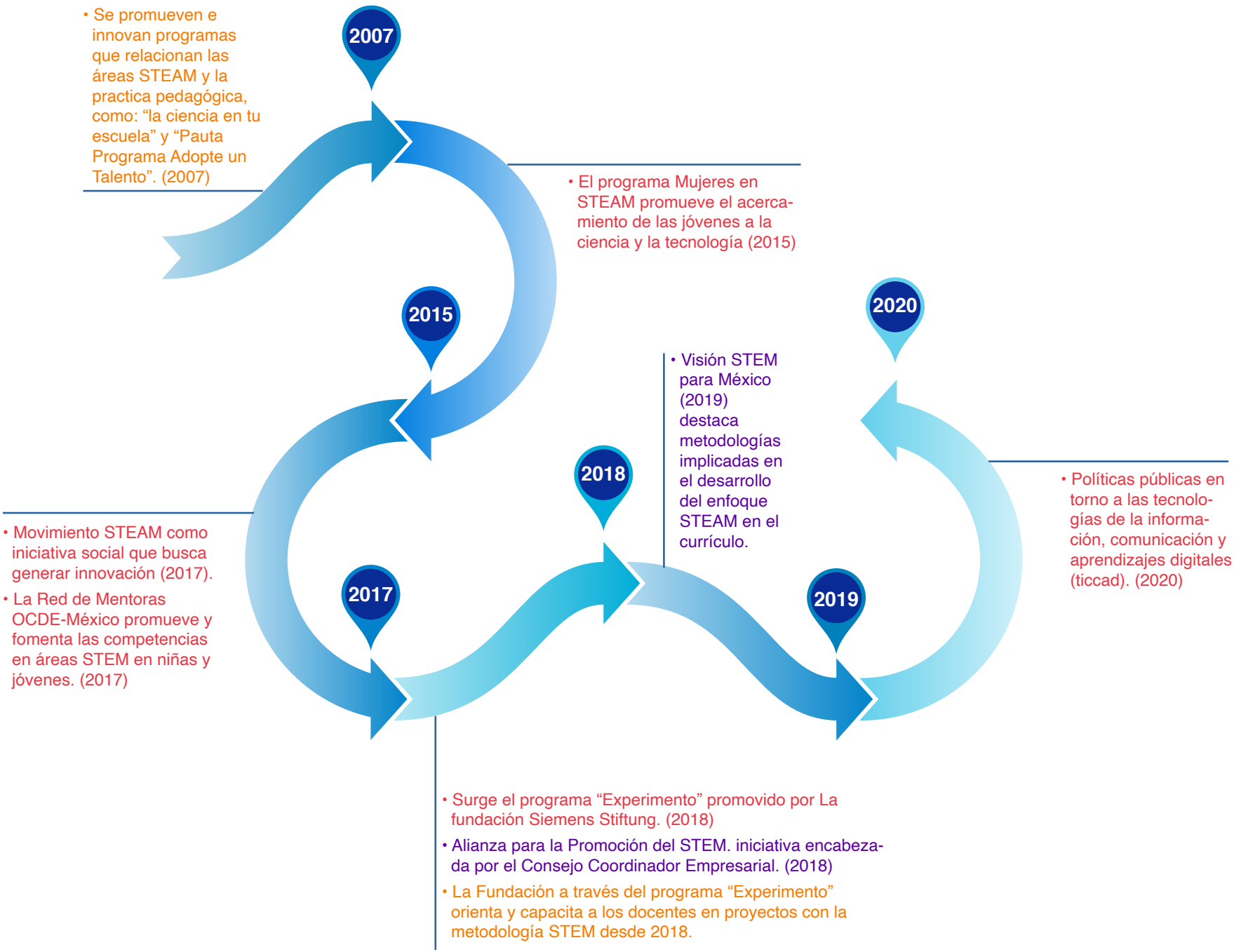
A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEAM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,767(2018)
Alfabetización	99,3% (H: 99,2% M: 99,4%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	4,522819996(2017)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,31223(2018)
PIB (Dólares Americanos)	1,26E+12
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	419(57/79)
Lectura	420(53/79)
Matemáticas	409(61/79)
Territorio STEAM + H	2018(Estado de México)

El Secretario General de la OCDE recomendó que para que México avance hacia la transformación digital y los nuevos modelos económicos se debe pensar en una nueva oleada de reformas y modernizar el sistema educativo para aprovechar las nuevas tendencias tecnológicas como inteligencia artificial, machine learning, blockchain, entre otras.

Según Gabriela Ramos, Directora de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2018), México necesita estrategias vanguardistas

México/ México D.F Territorio STEM +H



en educación que fomenten la adquisición de habilidades y competencias técnicas, […] deben centrarse en aquellos grupos que aún se encuentran en desventaja como el de las mujeres, el de riesgo de pobreza y vulnerabilidad y el de las pequeñas y medianas Empresas. Esto, ante la creciente demanda de talento en el área de la tecnología, la cual requiere cada vez más que niñas y niños estudien carreras en campos relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), afirmó ante el G20.

Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- El Ministerio de educación de México apoya la iniciativa promovida por La Fundación Siemens Stiftung, conjunto a la oganización educativa sin fines de lucro Innovec (Innovación en la Enseñanza de la Ciencia) interesados en mejorar los métodos didácticos y de aprendizaje de la educación STEAM.
- La Secretaria de Educación Pública a través del instrumento de la Agenda Digital Educativa publicado en 2020 da a conocer las políticas públicas en torno a las tecnologías de la información, comunicación y aprendizajes digitales (Ticcad).
- Movimiento STEAM es una iniciativa social que desde 2017 busca generar investigación relevante e indicadores de impacto para propiciar la innovación en pro de la transformación de la región y dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En sus esfuerzos de favorecer un ecosistema STEAM en el país, Movimiento STEAM sirve como interlocutor y concentrador de iniciativas privadas, internacionales, de gobierno, entre otras.
- La ansiedad en el aprendizaje de las matemáticas y los estereotipos de género afectan a las niñas desde temprana edad e impactan su desarrollo matemático en todos los niveles, situación que se refleja en la escasa participación de las mujeres en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. (OCDE, 2017)

- El Portal Educativo de la Organización de los Estados Americanos OEA lidera la red EducaSTEAM, la cual facilita el acceso a información sobre experiencias en educación STEAM. Así mismo, impulsa el intercambio de prácticas entre individuos, entidades y gobiernos de la región a partir de la colaboración para la construcción del conocimiento.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

Es muy importante subrayar que la Agenda Digital Educativa se dirige e incluye entre sus propuestas, sugerencias, recomendaciones y programas a toda la comunidad educativa y social, en general pues los hace corresponsables de la educación, como lo señala el Acuerdo Educativo Nacional.

Ahora bien, parte de los esfuerzos que dieron lugar a dicha Agenda es el programa "Mujeres en STEM, Futuras Líderes", que de acuerdo a los datos de la Agencia Informativa Conacyt (2018) fue en el año 2015 cuando surgió este programa, el cual se crea con la intención de acercar a las jóvenes mexicanas en edades comprendidas entre los 15 y 19 que se encuentran cursando la preparatoria, al mundo de la ciencia y la tecnología y que estudien una carrera relacionada con alguna de estas áreas. "El programa Mujeres en STEM propone atacar tres rubros: generar contenido con pláticas, enseñanza, experiencia, visitas a empresas y charlas con empresarios; mostrar la figura de ese conocimiento, y quitar el temor sobre las matemáticas".

Este Programa de mentoría en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, está presente en 32 estados de México. Este implica entrenamientos, seminarios en línea, interacción con otras estudiantes de varios estados del país y un viaje de estudios internacional. Dentro de los colaboradores de este programa son la Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla, la Secretaría de Educación y Cultura del

Estado de Sonora y la Secretaría de Educación y Deporte del Estado de Chihuahua. En la implementación participan diferentes universidades, entre ellas, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), la Universidad de las Américas en Puebla (UDLAP) y el Massachussets Institute of Technology (MIT).

Otra de las iniciativas en la promoción y fomento de competencias en las áreas STEM es la Red de Mentoras OCDE-México, la cual promueve el Espíritu STEM en las niñas y jóvenes Mexicanas. Esta Red considera relevante motivar y atraer poblaciones vulnerables, pues "los estereotipos de género influyen de gran manera en las decisiones que las jóvenes mexicanas toman sobre su futuro académico y profesional, en particular en el área de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), lo cual afecta el potencial de innovación y desarrollo del país". (OCDE, 2017).

Por lo anterior, se considera necesaria la vinculación e inclusión de la perspectiva de género en las profesiones vinculadas con STEM debido a los futuros cambios en el mercado laboral, los cuales favorecen las carreras ligadas a estas áreas. (OCDE, 2017).

La iniciativa de la OCDE "NiñaSTEM Pueden" atiende la necesidad de introducir estos campos a niñas en grados escolar de secundaria a través de oportunidades educativas fuera del aula y apoyado por mentoras y material gráfico. También, es de particular interés de los países en desarrollo como México enfocarse en proporcionar una mayor exposición a temas STEM, ya que muy pocas niñas tienen la oportunidad de ver de manera directa el trabajo aplicado de científicas, ingenieras, investigadoras lo cual las previene de ver estas profesiones como opciones viables para su futuro.

La Secretaría de Educación Pública, la Academia de Ingeniería y la OCDE acordaron trabajar en conjunto para desarrollar una serie de acciones incluyendo conferencias, contenido digital, talleres y programa de mentorías que permitan desarrollar el interés de las jóvenes mexicanas por las áreas STEM. (OCDE, 2017)

Estas estrategias e iniciativas reflejan la necesidad de continuar afinando y construyendo recursos que potencialicen el desarrollo, lo que se traduce en la inversión de recursos en la formación del capital humano, con la posibilidad de propiciar escenarios que habiliten la discusión sobre problemáticas que abarcan los diferentes contextos en búsqueda de estrategias que subsanen estas problemáticas. La necesidad de que la educación básica y superior promueva el interés de parte de los estudiantes para que escojan profesiones relacionadas con las áreas STEAM es un reto y prácticamente un requerimiento si se espera impulsar la innovación y el desarrollo económico, así como el impulso económico y social local. (OEA, 2015).

Integración del enfoque al currículo:

La estructura curricular de los programas de educación constituye la base sobre la cual se organizan no solo los contenidos, sino también la forma como éstos son dispuestos para el aprendizaje. Este "cómo" de la enseñanza es un factor clave a la hora de analizar los determinantes que conllevan a que los estudiantes se motiven y se sientan atraídos por un área en específico e implica "la motivación de los docentes, una correcta planificación de los contenidos en ciencias o el currículo de los estudios de secundaria y bachiller" (Visión STEM para México, 2019. p.20).

En ese sentido, involucrar las áreas STEM en el aula, envuelve por parte de los maestros, considerar el currículum como una estructura flexible, que debe ser contextualizada, es decir, que repare en los conocimientos previos, que explore los

saberes presentes, indague e involucre los intereses y dudas de los estudiantes, y por supuesto, donde se dé oportunidad para interactuar con materiales, audiovisuales, objetos virtuales de aprendizaje, entre otros.

De acuerdo al informe Visión STEM para México (2019) el World Economic Forum, el cual destaca metodologías que se caracterizan por ser integradoras y facilitan la adquisición de competencias, entre ellas están el aprendizaje por retos y el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

Para dar cuenta de este nivel, se escogieron dos experiencias que dan cuenta del trabajo de investigación y formación que realizan los profesores en diversos contextos y que promueven la inclusión de las áreas STEM en el desarrollo de sus prácticas pedagógicas.

La primera de ellas se titula "La Ciencia en Tu Escuela", siendo una diplomatura que cuenta con dos niveles de formación; una para docentes de escuela primaria y la segunda para docentes de secundaria. Esta propuesta de formación promueve la divulgación de la ciencia, y el acompañamiento en las aulas de parte de prestadores de servicio social que apoyan la labor docente en el aula. El programa muestra a su vez la experimentación como recurso didáctico que favorece los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias; recurso que impacta en la práctica al docente dando a conocer métodos y metodologías que propician un ambiente formador de conocimientos en el aula de clase. Esta diplomatura es gestionada por la academia Mexicana de Ciencias, la cual tiene carácter público y cobertura nacional. Esta experiencia de formación que podemos denominar en cascada, se inició en el año 2002.

La segunda, inició en el año 2007 y se denomina "Pauta Programa Adopte un Talento" dirigida por un grupo interdisciplinario de especialistas el cual tiene como propósito potenciar habilidades y aptitudes en niños y jóvenes interesados en las áreas de las ciencias. Entre las actividades que desarrollan es fundamental llevar a cabo procesos de discusión, indagación, experimentación y entre otras actividades que favorezcan el cuestionamiento y la creatividad para entender el entorno y así una posible materialización de proyectos de investigación. Estas actividades propician la participación e indagación, elementos claves para enfrentar retos.

Como resultado, ambas experiencias muestran de acuerdo a las estadísticas del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) que cerca de 300.000 estudiantes entre primaria y secundaria y 8886 docentes se vieron beneficiados por el programa.

El Ministerio Nacional de México apoya la iniciativa promovida por la Fundación Siemens Stiftung conjunto a la organización educativa sin fines de lucro Innovec (Innovación en la Enseñanza de la Ciencia), interesados en mejorar los métodos didácticos y de aprendizaje de la educación STEAM. En 2018 el Estado de México fue declarado territorio STEAM + H.

La Fundación a través del programa "Experimento" orienta y capacita a los docentes para llevar a cabo proyectos relacionados con la metodología STEAM. Otro de los insumos claves en la capacitación docente son los materiales didácticos conocidos como Recursos Educativos Abiertos (REA), los cuales están disponibles en el portal de medios Siemens Stiftung para la enseñanza STEAM, estos recursos son proyectos diseñados para los diferentes niveles de enseñanza los cuales pueden ser modificados por el docente de acuerdo a las necesidades y contextos propios del nivel en el que vayan a ser desarrollados.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

Visión STEM para México (2019) indica que la implementación de prácticas STEM requiere de una claridad prácticamente absoluta del conocimiento involucrado en cada una de las disciplinas, lo que conlleva a una buena formación docente, así como una constante actualización de las novedades relacionadas con su área(s) de conocimiento, pues no se pueden esperar procesos de enseñanza exitosos si quien los lidera no los comprende a cabalidad.

En consonancia con la importancia que tiene la formación disciplinar docente, se requiere a su vez que este mismo domine el modelo pedagógico propicio para la implementación STEM en el aula, la cual debe considerar procesos claves en cada una de las etapas de aprendizaje y además considerar una evaluación formativa a lo largo del proceso pedagógico, lo que implica considerar el desempeño de los estudiantes bajo criterios o categorías predispuestas las cuales cuenten con oportunidades de mejora para orientar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a su desempeño.

Alianzas:

Unas de las alianzas establecidas son:

- La fundación Siemens Stiftung colabora con la organización educativa sin fines de lucro Innovec (Innovación en la Enseñanza de la Ciencia), una iniciativa apoyada por el Ministerio de Educación de México para la mejora de los métodos didácticos y de aprendizaje en la educación STEM. Innovec se constituyó en 2002 y ya está presente en 11 de los 31 estados del país.
- Movimiento STEAM es una iniciativa social que busca generar investigación relevante e indicadores de impacto para propiciar la innovación en pro de la transformación de la región y dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo

Sostenible. En sus esfuerzos de favorecer un Ecosistema STEAM en el país, Movimiento STEAM sirve como interlocutor y concentrador de iniciativas privadas, internacionales, de gobierno, entre otras.

- El Portal Educativo de la Organización de los Estados Americanos OEA lidera la red EducaSTEAM la cual facilita el acceso a información sobre experiencias en educación STEAM, así mismo impulsa el intercambio de prácticas entre individuos, entidades y gobiernos de la región a partir de la colaboración para la construcción del conocimiento.

- Alianza para la Promoción del STEM, conformada en el año 2018 es una iniciativa encabezada por el Consejo Coordinador Empresarial, el Consejo Ejecutivo de Empresas Globales y American Chamber; CanCham México en alianza con The Software Alliance (BSA) y con la coordinación estratégica de Movimiento STEM, A.C,.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

El Ministerio de Educación Mexicano se ha interesado en concretar alianzas con entidades públicas y privadas como lo son la fundación Siemens Stiftung e Innovec con quienes adelanta iniciativas y proyectos STEAM.

El gobierno en consideración con la necesidad de implementar políticas públicas que fomenten el desarrollo de estrategias que impulsen mejores resultados en áreas STEAM en pruebas externas, ha formulado la Agenda Digital Educativa que orienta la implementación de estas políticas en torno a las tecnologías de la información, comunicación y aprendizajes digitales (ticcad).

Las diferentes iniciativas que se han dirigido para potenciar el involucramiento de niñas, jóvenes y adolescentes en áreas STEAM involucran programas que buscan reducir la segregación de género en el desempeño de estas áreas de conocimiento.

En términos de **Transformación digital,** se destaca el desarrollo de proyectos y políticas de implementación y adopción de tecnologías digitales como los programas: "Experimento" promovido por La fundación Siemens Stiftung y la Política pública en torno a las tecnologías de la información, comunicación y aprendizajes digitales (ticcad). (2020).

En términos de **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que desarrollan procesos con la intención de relacionar la ciencia, la tecnología y la sociedad; entre las iniciativas que apoyan este proceso se encuentran el desarrollo de métodos didácticos para la educación STEM (Innovec), y también programas como Movimiento STEAM, EducaSTEAM, Mujeres en STEM, el programa de mentoría en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas y la Red de mentoras OCDE – México; con relación a la información de la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, ésta no se ha desarrollado puesto que las prácticas implementadas en México no han llegado al punto de ser sistematizadas. Sin embargo, las experiencias STEAM en el marco del programa "Experimento", el cual está dirigido a un número considerable de escuelas, se conocen resultados positivos en cuanto a la acogida de parte de maestros y estudiantes. Por su parte, l*os docentes y su rol en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relacionan

con esta dimensión puesto que existen programas que relacionan las áreas STEAM y la práctica pedagógica, como: “La Ciencia en Tu Escuela” y “Pauta Programa Adopte un Talento”. Además, la Fundación Siemens Stiftung asesora los procesos educativos en temas centrales como la capacitación docen te.

4.4 Uruguay

Contextualización del país:

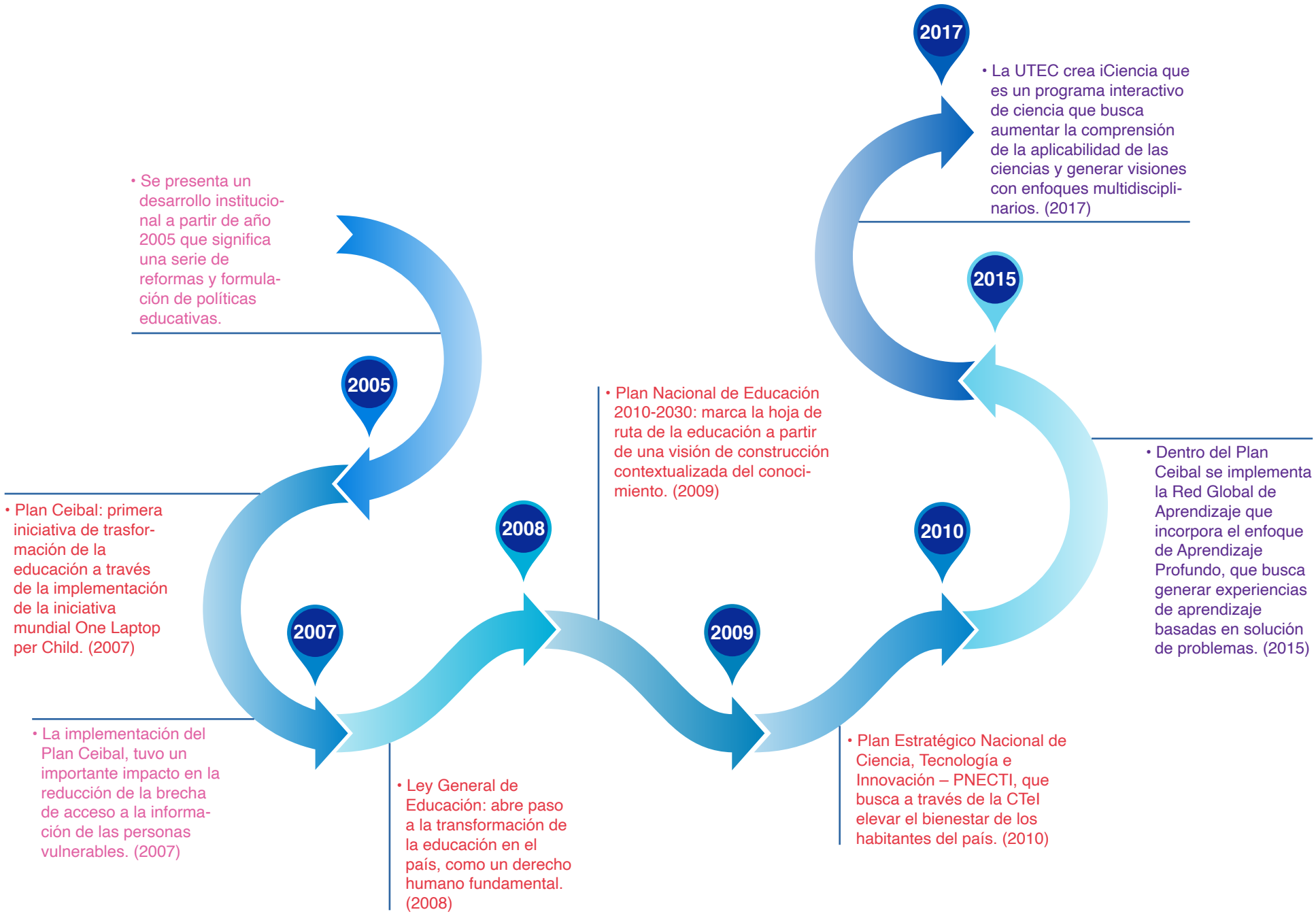
A continuación, se dan a conocer datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación del enfoque STEM en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,808(2019)
Alfabetización	98,37% (H: 99,01% M: 98,7%)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	5,05% (2018)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,48% (2017)
PIB (Dólares Americanos)	16.190M
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	425(57/79)
Lectura	427(53/79)
Matemáticas	417(61/79)

Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- El sistema educativo de Uruguay es uno de los más destacados a nivel de Latinoamérica. Desde muy temprano en el siglo XIX cuando se implementaron los principios de la educación pública de "laicidad, gratuidad y obligatoriedad" en la reforma que haría José Pedro Varela en el año de

Uruguay


2017
• La UTEC crea iCiencia que es un programa interactivo de ciencia que busca aumentar la comprensión de la aplicabilidad de las ciencias y generar visiones con enfoques multidisciplinarios. (2017)
2015
• Dentro del Plan Ceibal se implementa la Red Global de Aprendizaje que incorpora el enfoque de Aprendizaje Profundo, que busca generar experiencias de aprendizaje basadas en solución de problemas. (2015)
2010
• Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – PNECTI, que busca a través de la CTeI elevar el bienestar de los habitantes del país. (2010)
2009
• Plan Nacional de Educación 2010-2030: marca la hoja de ruta de la educación a partir de una visión de construcción contextualizada del conocimiento. (2009)
2008
• Ley General de Educación: abre paso a la transformación de la educación en el país, como un derecho humano fundamental. (2008)
2007
• La implementación del Plan Ceibal, tuvo un importante impacto en la reducción de la brecha de acceso a la información de las personas vulnerables. (2007)
2005
• Plan Ceibal: primera iniciativa de trasformación de la educación a través de la implementación de la iniciativa mundial One Laptop per Child. (2007)
• Se presenta un desarrollo institucional a partir de año 2005 que significa una serie de reformas y formulación de políticas educativas.

1876 (ANEP, 2007), que marcó un hito en pensar en un modelo educativo laico que combinaba las corrientes de la educación popular con las de la educación científica y que suponía una educación obligatoria y gratuita desde preescolar hasta la educación terciaria.

- Este modelo ha mantenido los principios de la gratuidad y obligatoriedad de asistencia hasta los 15 años, alcanzando una cobertura para el año 2018, del 98,6% en educación inicial, el 99, 5% de los niños en nivel media básica, el 82,1% en educación media superior, y ya para la educación terciaria accedía un 23.4% de los jóvenes (SITEAL, 2019).
- El desarrollo de la educación en Uruguay tiene un punto de quiebre desde los primeros años del siglo XXI, luego de superar escenarios de inestabilidad política y económica a raíz de la dictadura de los años 70 y 80 de la imposición del modelo neoliberal de los 90 y el estallido de la crisis económica del 2002, con la llegada de la coalición de partidos de izquierda denominada "Frente Amplio" (Comisión Nacional de Programa de Frente Amplio, 2014). Se da un nuevo impulso al proyecto educativo, iniciando en el año 2007 con el Plan Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea – Plan CEIBAL y luego el desarrollo de políticas públicas de educación como el Plan Nacional de Educación 2010-2030, el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI) 2010, e iniciando la incursión en el campo STEM, con pilotos como el de Formación en Enseñanza de STEM con el Fondo de Ciencia y Tecnología del Reino Unido y el STEM and Gender Advancement – SAGA que es un proyecto global de UNESCO.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM en el país:

Para el año 2007, con la llegada al gobierno del Frente Amplio se dio inicio a una serie de transformaciones del sistema educativo en Uruguay (Comisión Nacional de Programa de Frente Amplio, 2014). En el entendido de recuperar la institucionalidad, con base en el modelo histórico de educación, se adelantaron las reformas requeridas, entendiendo el contexto global de la conectividad y la competitividad. En este sentido, el país participó activamente en el programa mundial "One Laptop per Child" liderado por MediaLab del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), Estados Unidos (Negroponte, Bender, Bratto, & Cavallo, 2006) y lo hizo a través del Plan Ceibal.

- **Plan Ceibal:**

El Plan Ceibal se convierte en la punta de lanza de la transformación de la educación en Uruguay, y se creó como un piloto en el año 2007, con el fin de "minimizar la brecha digital, promover la equidad social y el acceso a las tecnologías digitales, y avanzar gradualmente hacia la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las prácticas de enseñanza y aprendizaje en todo el sistema educativo uruguayo" (Rivera Vargas & Cobo Romaní, 2018). Se inicia a dotar de computadores a cada uno de los niños de las escuelas públicas del país con acceso a internet, lo que además significa que el acceso a la información se equipara entre los niños de familias menos favorecidas y aquellos que tienen mayores oportunidades.

En el desarrollo del Plan Ceibal se trazaron los siguientes objetivos (Rivera Vargas & Cobo Romaní, 2018):

a) Contribuir a mejorar la calidad educativa mediante la integración de la tecnología en las aulas, escuelas y hogares.

b) Promover la igualdad de oportunidades para todos los estudiantes de educación primaria, proporcionando a cada niño y maestro una computadora portátil.
c) Desarrollar una cultura colaborativa en cuatro líneas: a)niño a niño, b) niño a maestro, c) maestro a maestro y d) niño-familia-escuela.
d) Promover la alfabetización digital y crítica dentro de la comunidad pedagógica.

Si bien en el Plan Ceibal no se hace referencia directa a la educación STEM, es a partir de la masificación de los computadores y el acceso a internet, que este plan ha ido apoyando diversas iniciativas que se han integrado en el currículum y que pueden aportar a temas asociados a STEM.

- **Plan Nacional de Educación 2010-2030:**

El Plan Nacional de Educación es una apuesta por la transformación de la educación en Uruguay, dentro de la propuesta que realiza la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), manifiesta la necesidad de tener una "construcción contextualizada del conocimiento" (Martinis, Sales, Betancur, & Forteza, 2010), que entre otros principios tiene el de privilegiar el pensamiento divergente y creativo sobre la repetición de conceptos y relaciones preestablecidas; entender que los problemas y desafíos que se viven en nuestras sociedades, son también problemas científicos y por último ven la necesidad de conectar a la ciudadanía, la educación y el trabajo, como una forma de transversalidad orientadora de políticas del Sistema Educativo como lo contempla la Ley General de Educación (Congreso de la República, 2009).

Aunque en el Plan Nacional de Educación no hay una mención explícita de educación STEM, dado que se formuló en el año 2009 cuando aún no se había masificado el concepto, sus postulados tienen relación con los principios que se evidencias en las experiencias internacionales en donde este enfoque se ha

desarrollado de manera importante, como es la necesidad de una integración de las asignaturas de ciencias y tecnologías, la aplicación de estas a escenarios de problemas diarios y a una necesaria relación con el sector productivo para que haya una salida profesional a los estudiantes.

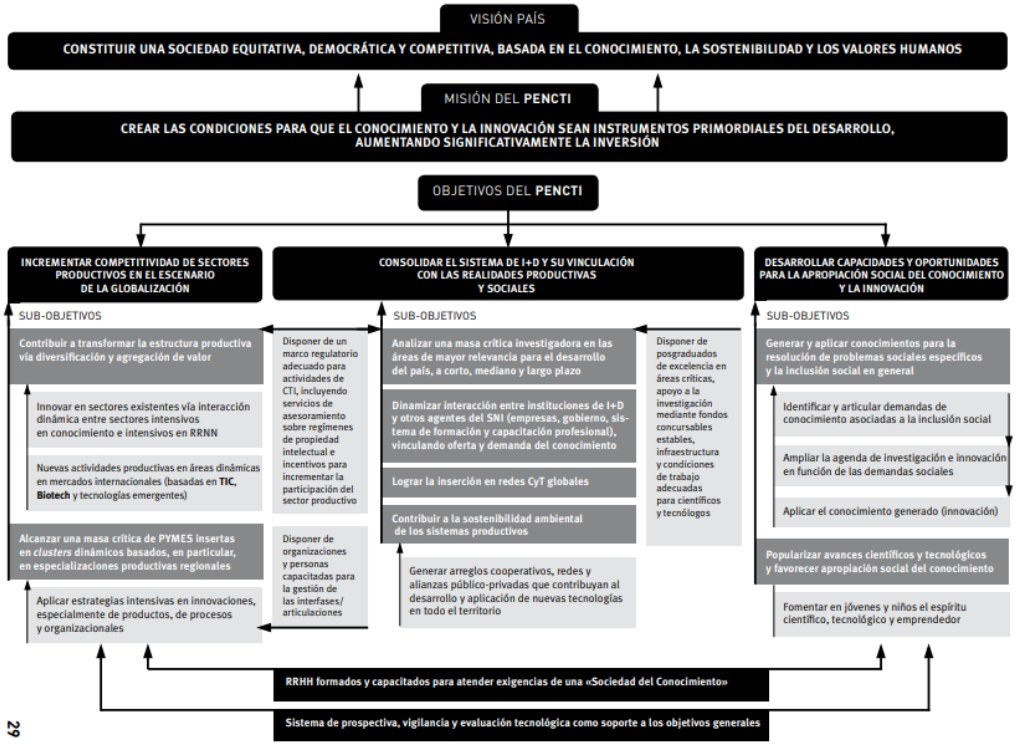
- **Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – PENCTI:**

El desarrollo del PENCTI 2010 parte de la premisa que "El desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) en Uruguay se inscribe en el marco de un paradigma tecno-económico vigente en el mundo, que se profundizará en los próximos años, en el que el conocimiento y la innovación son el motor del desarrollo." (Gabinete Ministerial de la Innovación, 2010). Adicionalmente, uno de los enfoques de esta política va más allá de simplemente cerrar brechas tecnológicas, por el contrario, lo que busca es elevar el nivel del bienestar del país.

El PECTI tiene un esquema integrador que se enmarca en principios rectores dentro de los cuales se destacan: a) Convergencia nacional, para estar alineados con otros desarrollos de política pública en el país; b) un Enfoque sistémico que apunta al fomento del desarrollo de talentos y capacidades, y la articulación academia-empresa-Estado; c) un rol activo por parte de Estado; y d) cambio estructural en el sistema productivo.

- **STEM and Gender Advancement – SAGA:**

En el año 2016 la UNESCO y la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional – ASDI, desarrollaron un piloto con el objetivo de reducir la brecha de género en la educación STEM en los niveles de educación e investigación en Uruguay. Los objetivos del SAGA (Anlló, 2017) son:



Esquema integrador de la política. Fuente: PENCTI, 2010

- Creación de capacidad para la recopilación de datos sobre género en CTI.
- Mejorar la medición y evaluación de la situación de mujeres y niñas en CTI.
- Identificar brechas en la combinación de políticas y mejorar las políticas nacionales de CTI relacionadas con el género.

Este ejercicio dio como resultado, la creación de la Mesa Interinstitucional Mujeres, Ciencia y Tecnología – MIMCIT, la cual está integrada por representantes de organismos, agencias e institucionales del país, con el objetivo de generar conocimiento, recomendaciones y acciones para la construcción de políticas públicas que promuevan la igualdad de género en los ámbitos educativos, laborales, productivos y de investigación, vinculados a ciencia, innovación y tecnología. (MIMCIT, 2020)

Estas iniciativas cobran mayor relevancia por cuanto la brecha de género en la educación STEM en Uruguay es muy alta, como lo indica Moreira (Moreira Cancela, 2020). Los datos de la Universidad de la República, que es la institución oficial que forma al 90% de los profesionales del país, muestra cómo a pesar de que el 62,5% de los estudiantes matriculados eran mujeres, sólo el 21,5% ingresa a la Facultad de Ingeniería.

Esta situación conlleva a que uno de los objetivos de la política relacionada con STEM, está centrada específicamente en la igualdad de género para el acceso, que de acuerdo con la MIMCIT (MIMCIT, 2020) se debe enfocar entre otras en: a) Diseño de políticas y actividades para atraer a niñas, adolescentes y mujeres en las áreas CTIM; b) Fomentar el desarrollo de becas de estudio para mujeres en las áreas CTIM; c) Contribuir al desarrollo de estrategias que incorporen la perspectiva de género en la formación docente y las prácticas en los centros educativos; d) Implementar políticas de cuidados y corresponsabilidad desde una perspectiva de género; e) Promover una mayor visibilización y reconocimiento de las niñas, adolescentes y mujeres en estas áreas.

Integración del enfoque al currículo:

A través del Plan Ceibal se ha implementado la Red Global de Aprendizaje, en el marco de esta red se ha adelantado el enfoque de *Aprendizaje Profundo* (Plan Ceibal, 2017), el cual busca generar experiencias de aprendizaje basadas en solución de problemas, además de impulsar el conocimiento interdisciplinario. Adicionalmente, los profesores de diferentes asignaturas se integran a través del aprendizaje por proyectos. Uno de estos es el programa Pensamiento Computacional que invita a los estudiantes a identificar un problema, comprenderlo y posteriormente, llegar a soluciones innovadoras.

Una de las experiencias de la implementación del enfoque STEM en el currículo, se da en la Universidad Tecnológica de Uruguay – UTEC, que es una institución pública de educación terciaria enfocada en la tecnología y orientada a la investigación e innovación. Entendiendo el déficit que tenían los estudiantes en las asignaturas STEM, desarrollaron el Programa de Ciencias Básico (PCB), que buscaba apoyar a los estudiantes que por sus diferentes trayectorias, edades y preparación previa, tenían resultados bajos en las materias curriculares, ocasionando la deserción de las carreras (Quintella, 2018). Luego del primer año de implementación, deciden fortalecer el programa creando iCiencia: Programa Interactivo de Ciencia que cumple los siguientes objetivos:

- Aumentar la comprensión de la aplicabilidad de las ciencias.
- Generar visiones con enfoques multidisciplinarios.
- Promover los valores de la UTEC, para estimular las habilidades y competencias del siglo XXI bajo una flexible y articulada modalidad basada en el Modelo STEM.

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

En Uruguay, la relación de los docentes con la educación STEM se relaciona con la iniciativa del Plan Ceibal, allí en apoyo de la ANEP, se han desarrollado iniciativas como Maestros Apoyo Ceibal, Maestros Dinamizadores, Docentes Articuladores de Tecnología y Docentes Orientadores en Tecnología, que iniciaron las formaciones a partir del año 2010 en donde alcanzaron la cifra de 14.500 capacitados. (Trucco & Espejo, 2013).

Como parte fundamental de la articulación entre el modelo del Plan Ceibal y las diferentes estructuras de la ANEP, surge precisamente la Red Global de Aprendizajes (Villalba Clavijo, 2018) que involucra a 7 países (Australia, Canadá,

Estados Unidos, Finlandia, Holanda y Nueva Zelanda) además de Uruguay, con lo cual, se genera un enfoque más globalizado. Esta iniciativa de la Red Global se centra en tres pilares: a) Prácticas pedagógicas enfocadas en cómo aprender; b) Asociaciones de Aprendizaje frente a con quién aprender; c) Entornos de Aprendizaje acerca de en dónde aprendemos.

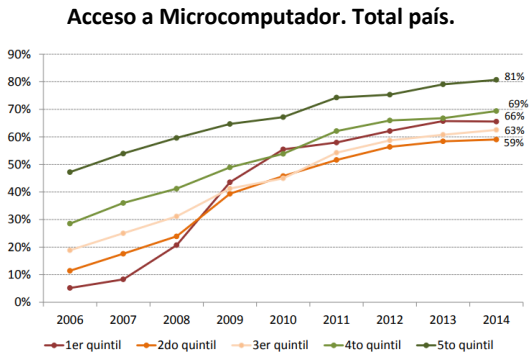
Un análisis realizado por la CEPAL (2013) permitió identificar los factores asociados a la integración docente a las TIC, que inciden en el desarrollo de los profesores evaluados, determinando que hay tres factores que inciden de manera contundente en la inclusión digital. Por un lado, el grupo de edad de los docentes varía de acuerdo al contexto sociocultural de la escuela, siendo los más jóvenes los que llegan a las instituciones en contextos menos favorecidos, y a medida que aumenta la edad, van teniendo movilidad hacia escuelas de contextos más favorables. Lo segundo es que hay una brecha generacional frente al acercamiento a las herramientas digitales, teniendo una relación, de mayor edad a menor cercanía. Esto concluye, que la adopción de maestros más jóvenes de las herramientas tecnológicas, que se ubican en las zonas más vulnerables, mitiga el efecto negativo del contexto social.

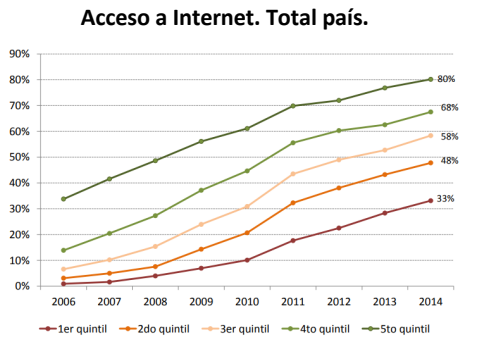
Uno de los mayores esfuerzos que ha tenido el Plan Ceibal, es el de la capacitación e integración de los docentes en las TICs, teniendo en cuenta, que el papel que cumplen en la estrategia del Plan es fundamental a pesar de la inclusión de la tecnología en las aulas, en el análisis que hace la CEPAL (Trucco & Espejo, 2013). Se muestra el siguiente modelo:

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

Dentro de las experiencias que se han presentado en relación con la ciencia y la tecnología, es el Plan Ceibal el que ha tenido procesos de monitoreo y evaluación desde el año 2009, esta primera evaluación hizo un primer acercamiento a la

experiencia que han tenido los estudiantes y sus familias con el acercamiento a la tecnología, la universalización del acceso a computadoras, y la escuela como ámbito de experiencia (ANEP, 2011). En el año 2015, se hizo una evaluación de impacto del Plan Ceibal (Plan Ceibal, 2015) en la disminución de la brecha de acceso a TIC, en donde se evidencia que desde el año 2007 cuando inicia Ceibal, el porcentaje de hogares con un acceso a computador y a internet, aumentó de manera considerable, con mayor énfasis en los quintiles con ingreso per cápita más bajo, como se puede apreciar en estas dos gráficas que evidencia la trayectoria de los indicadores:





Fuente: Plan Ceibal

Las Alianzas:

- **Entidades Nacionales:** Ministerio de Educación, ANEP, Gabinete Ministerial para la Innovación, Plan Ceibal.
- **MIT – One Laptop per Child:** dentro de la estrategia de desarrollo de la ciencia y la tecnología en Uruguay, se implementa el Plan Ceibal, que implementa iniciativa mundial impulsada por el profesor del MIT Nicholas Negroponte.
- **British Council:** a través del British Council, con el financiamiento del Fondo de Ciencia y Tecnología del Reino Unido y en apoyo de la Embajada Británica en Uruguay, se adelantó en el año 2016, una jornada de enseñanza en STEM

dirigida a grupos de docentes de los departamentos académicos nacionales de: Ciencias Biológicas, Electrónica-Electrotecnia, Física, Química, Matemática.

- **UPM:** a través de la Fundación UPM y liderado por la empresa UYRobot, se viene impulsando el programa "Jóvenes Inventores" en diez centros educativos del interior del país, con el objetivo de introducir el movimiento *Maker* que busca fomentar la educación STEAM entre los jóvenes.
- ***UNESCO:*** esta agencia de las Naciones Unidas ha jugado un papel muy importante en el desarrollo del modelo educativo en Uruguay, y en particular, ha sido un aliado en el desarrollo de las más recientes políticas educativas como el Plan Nacional de Educación y el Plan Nacional de Ciencia, Innovación y Tecnología.

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

El enfoque STEM aún no ha sido incorporado explícitamente dentro de la política educativa del Uruguay, pero sí tiene elementos que se pueden identificar y alinear con este enfoque. En donde se han presentado avances es a nivel de programas y proyectos. A continuación, se presentan logros y alcances de todo el proceso de ciencia y tecnología:

- Se presenta un desarrollo institucional a partir del año 2005 que significa una serie de reformas y formulación de políticas educativas orientadas a recuperar el nivel que Uruguay había conseguido durante gran parte del siglo XX.
- La implementación del Plan Ceibal, en el 2007, tuvo un importante impacto en la reducción de la brecha de acceso a la información de las personas ubicadas en los primeros percentiles del ingreso per cápita.

- Luego de la universalización del acceso a los computadores, el Plan Ceibal busca cambiar la forma de enseñar en las aulas, y con esto, se empezaron a explorar proyectos como la enseñanza de inglés, el programa de jóvenes a programas y el pensamiento computacional.
- Identificación de la importancia de la educación STEM, a partir de la necesidad de romper la brecha de acceso al estudio de asignaturas y carreras STEM por parte de las niñas, adolescentes y mujeres.

En términos de **Transformación digital,** indudablemente la implementación del Plan Ceibal es el hito más importante que ha tenido Uruguay en los últimos años, más allá de entregarle un computador a cada uno de los estudiantes del país, ha significado que muchas familias por primera vez tengan un acercamiento con la tecnología y el internet. Además, ha permitido cerrar brechas de desigualdad en el acceso a la información sin importar el nivel socioeconómico al que se pertenece.

De otro lado, ha permitido que la tecnología entre a las aulas de clase, impulsando de esta manera, un cambio en la forma en la que se está enseñando a los niños y jóvenes, incentivando el desarrollo de programas interdisciplinarios como Pensamiento Computacional a partir de la aplicación de la tecnología.

4.5 Colombia/Medellín territorio STEM + H - SER+STEM

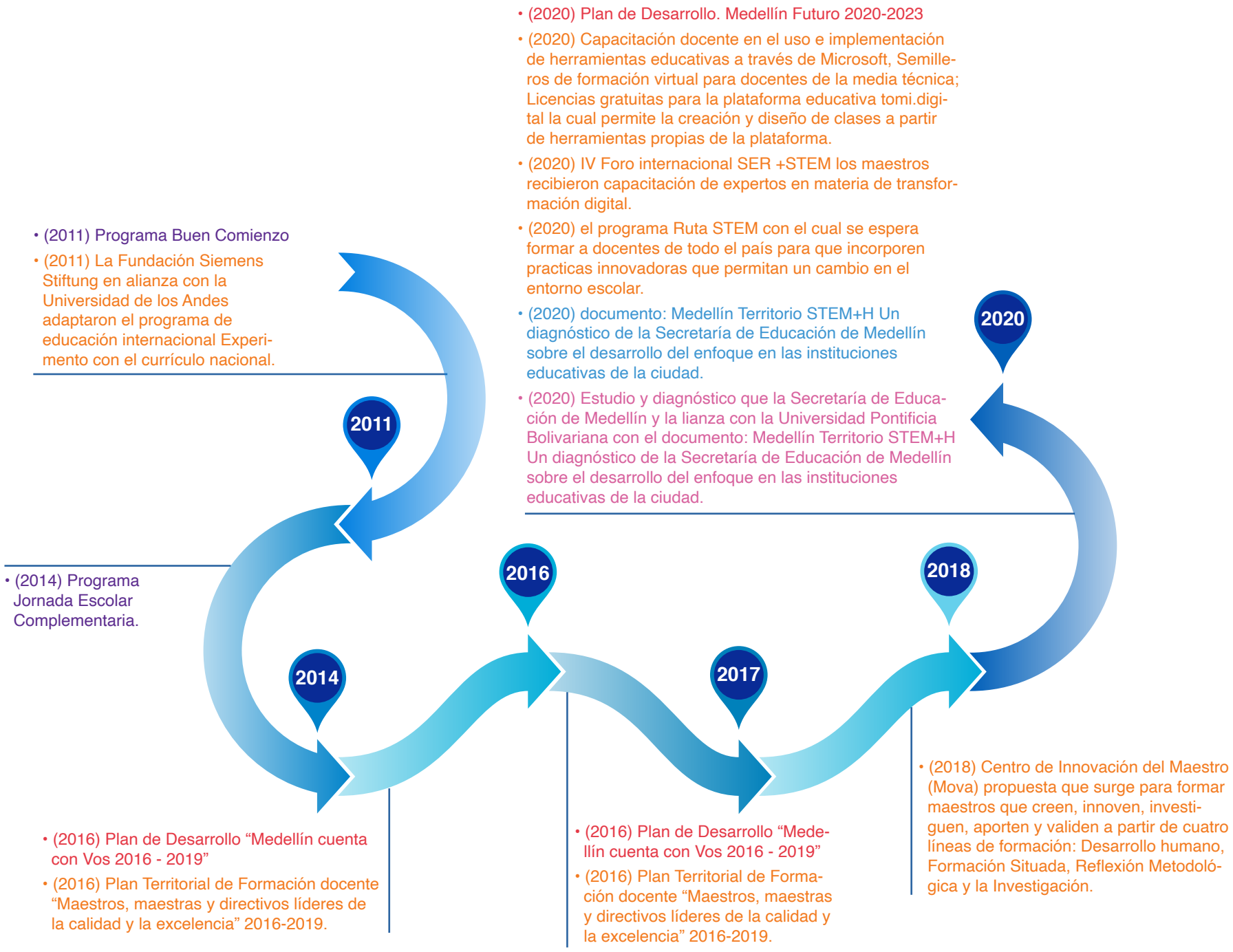
Contextualización del país:

A continuación, se dan a conocer algunos datos e índices de utilidad que dan cuenta de aspectos generales, sociales, económicos y educativos como los resultados de las pruebas PISA 2018 y el periodo en el que reconoce la implementación de políticas STEM + H en el territorio.

Indicadores sociales	
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	0,767 (2020)
Índice de GINI	
Alfabetización	95,09% (H: 94,85%M: 95,32%) (2018)
Indicadores macroeconómicos	
Gasto público en educación, total (% del PIB)	4,457 (2018)
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,237(2018)
PIB (Dólares Americanos)	323.615.979,42 (2019)
Pruebas PISA – Puntaje (Puesto) (2018)	
Ciencias	413(53/79)
Lectura	412(58/79)
Matemáticas	391(63/79)
Territorio STEM + H	2017 (Medellín)

La ciudad de Medellín es la capital del departamento Antioqueño y una de las ciudades principales del territorio colombiano. Medellín es recordada por ser una de las ciudades más violentas de Colombia y del mundo en la década de los años 90´s, antecedente que ha servido para empoderar a sus ciudadanos y dirigentes para sobresalir y ser un ejemplo y modelo a nivel social, cultural, económico y educativo.

Colombia / Medellín territorio STEM + H - SER+STEM



Los siguientes son los aspectos más relevantes de este caso:

- En 2013 es reconocida como la ciudad más innovadora del mundo en el marco del concurso City of the Year. Este reconocimiento es concedido a la ciudad por generar un impacto positivo en la calidad de vida de sus ciudadanos a partir de la implementación de soluciones basadas en las TIC, haciendo de Medellín una ciudad productiva y competitiva.
- Medellín se declara territorio STEM + H en 2017.
- Medellín es reconocida por la Unesco como la primera *Ciudad Aprendizaje* del territorio colombiano (2019).
- La ciudad empieza a nombrarse como *Medellín 4.0* a partir de la inauguración del Centro para la Cuarta Revolución Industrial (2019).
- En 2020 se implementa el enfoque SER + STEM.

Políticas educativas que orientan en Enfoque Educativo STEM/STEAM en el país:

Medellín recibe la distinción a la ciudad más innovadora del mundo en 2013, distinción que, entre otras, reconoce y destaca la resiliencia de la ciudad al reponerse principalmente a las dificultades y secuelas de violencia más álgidas y representativas en el territorio colombiano en la década de los años 90. En este proceso, la ciudad se ha destacado por reconocer que la educación es un pilar clave en los procesos de transformación y de cómo a partir de la innovación social es capaz de resolver problemas que afectan a la ciudadanía.

Con el fin de contextualizar los proyectos que se destacan de las diferentes políticas públicas relacionadas con el campo educativo, a continuación, se da a conocer lo

reglamentado por la ley nacional y seguido a ello se describirán los planes que se han adelantado en Medellín en materia de educación.

El Ministerio de Educación Nacional Colombiano a través de la Ley 115 de 1994 que rige la educación formal e indica tres niveles de formación: primaria, básica y media. Este último nivel de formación cuenta con una extensión que se reconoce como la *media técnica* la cual es una formación complementaria y su propósito es formar estudiantes competentes que respondan a las necesidades del sector productivo y económico del país.

En 2016 el alcalde electo de la ciudad, Federico Andrés Gutiérrez Zuluaga presentó el Plan de Desarrollo "Medellín cuenta con Vos 2016 - 2019", propuesta de la nueva administración municipal, la cual se destacó por su interés en los temas de educación y se vio reflejado en la inversión de 4,2 billones de pesos, presupuesto que ha sido el más alto destinado a la educación en la historia de la ciudad.

En 2017 se publica el Plan Educativo Municipal de Medellín (PEM) 2016 -2027, el cual sirve como herramienta de planeación educativa puesto que orienta las políticas educativas en un periodo de 12 años. De acuerdo a lo mencionado en la presentación del documento, el PEM es:

> "… una herramienta de planeación prospectiva que permite direccionar y organizar las políticas de la educación de Medellín y las acciones a implementar en el sector educativo, posibilitando el desarrollo de estrategias dirigidas a avanzar hacia una visión compartida de futuro … El documento Plan Educativo Municipal de Medellín, entrega desde sus resultados, un componente de direccionamiento estratégico estructurado en cinco líneas: hacia un sistema educativo integral, integrado, humano y sostenible; construcción de visión de futuro; hacia

> un modelo pedagógico de ciudad; educación con calidad y pertinencia; y Medellín ciudad del conocimiento. Estas, surgieron de una reflexión generada de la brecha existente entre la situación educativa actual y la deseada, con el fin de generar acciones que permitan un desarrollo integral y sostenible en la ciudad de Medellín" (Plan Educativo Municipal de Medellín 2016-2027, 2017, p. 10)

Así mismo, el Plan Educativo Municipal de Medellín desarrolla las líneas estratégicas dando cuenta de programas y rutas de gestión, así como un sistema de seguimiento y evaluación al momento de ser implementada.

De acuerdo con el exsecretario de educación Luis Guillermo Patiño, el declarar a Medellín territorio STEM + H es un indicativo de que existe un proyecto de innovación y cambio que se presenta desde el campo de la educación como estrategia para dar solución a problemáticas que tiene la ciudad.

En el documento: *Medellín Territorio STEM+H, Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad*, Cano y Angel (2020) mencionan que "El enfoque STEM+H se fundamenta principalmente en las competencias científicas que se propone desarrollen los estudiantes de acuerdo con la Ley 1286 de 2009, que aportan a la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia" (P. 66)

Así mismo, dan a conocer las directrices municipales que se plantean en el Plan de Desarrollo de Medellín 2016 -2019 y han contribuido hacer de la ciudad un territorio STEM + H.

Tabla 3 Lineamientos Plan de Desarrollo de Medellín 2016-2019

Lineamientos		Descripción
Dimensión 1	Creemos confianza ciudadana	Pretende fomentar la convivencia y la generación de normas sociales que permiten la reducción de comportamientos perjudiciales para comunidad.
Componente 1	Reto 1.1. Cultura Medellín	Promueve la consolidación de procesos de formación ciudadana en los cuales confluyen la familia, las instituciones educativas y los grupos sociales de la ciudad.
Programa	1.1.4. Formación para la transformación de la cultura ciudadana	Comprende los aspectos relacionados con el ser individual y colectivo y sus diferentes espacios sociales.
Proyecto	1.1.4.2. Escuela abierta para el desarrollo de la ciudadanía	Promueve en los estudiantes el interés por la investigación, la creatividad y la innovación. Pretende una escuela interdisciplinar que facilita el diálogo de saberes y la integración de los conocimientos con la realidad. Busca formar estudiantes interesados por su escuela y las diferentes dinámicas de la sociedad.

Fuente: Medellín Territorio STEM+H, Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad (2020, p.66)

Es importante mencionar que la Fundación Siemens Colombia y Stiftung Siemens ha participado de forma activa contribuyendo con insumos técnicos a la Secretaría de Educación de Medellín, requeridos para el proceso de declarar a la ciudad como territorio STEM + H.

Para el actual periodo administrativo de la ciudad, el Plan de Desarrollo. *Medellín Futuro* 2020-2023, ha promovido el enfoque SER + STEM a través de una plataforma enfocada en el cuidado del medio ambiente, con base en las siguientes

cinco líneas estratégicas propuestas en el Plan de Desarrollo: 1)Reactivación económica y el Valle del Software, ")Transformación educativa y cultural, 3)Medellín me Cuida, 4) Ecociudad y 5) Gobernanza y Gobernabilidad.

En el Seminario Virtual de la RIED 2020, auspiciado por el Portal Educativo de las Américas, el Doctor Gianny Rozo Zapata, en representación de la Secretaria de Educación de Medellín, presentó la conferencia: "SER+STEM - Un Ejemplo de un Ecosistema de Educación STEM en Medellín, Colombia"; la conferencia se desarrolló teniendo en cuenta la caracterización del contexto de la ciudad de Medellín indicando los reconocimientos que ha recibido la ciudad, entre ellos: "Ciudad del aprendizaje", "Ciudad innovadora" y ciudad "Centro para la Cuarta Revolución Industrial. Así mismo indica a STEM como un enfoque creativo que se involucra en el paradigma educativo considerando nuevas tendencias de aprendizaje que dinamizan y actualizan las unidades didácticas generando nuevas oportunidades de aprendizaje para los actores educativos a través de la incorporación de herramientas que fomentan la experimentación; entre estas nuevas herramientas destaca las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y las TAC (Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento) resaltando su importancia de implementación sobretodo en estos momentos por los que atraviesa el mundo a causa de la pandemia generada por el Covid -19.

A partir de la descripción de las cinco líneas del Plan de Desarrollo 2020 -2023, el Dr Rozo indica que "Medellín me Cuida" es relevante en tanto contempla el concepto de SER + como un componente social que se preocupa por dinamizar equipos de trabajo colaborativos buscando que la institucionalidad constitucional no sea la única que concentre las dinámicas sociales sino que la misma comunidad aprenda a regular, proteger y se fomentar una calidad de vida favorable para su par.

Frente a la conceptualización sobre Medellín territorio SER + STEM se espera que la ciudad, la cual ha sido declarada como espacio para el desarrollo de la ciencia y la innovación, se relacione en un ecosistema donde se involucre el "SER" como elemento fundamental para el desarrollo del enfoque educativo aprovechando los diversos lugares, espacios y escenarios en los que el trabajo en equipo sea el motor para trabajar por el bien común en estrecha relación con la escuela y los diversos sectores sociales en pro de generar procesos de transformación individual y colectiva de forma que se integre con el trabajo técnico que se requiera.

Entonces, SER + STEM se considera como un proceso integral que considera los diversos sectores económicos y el sector educativo a través de los Nodos para la pertinencia educativa; así mismo este enfoque busca favorecer las políticas públicas en cuanto al desarrollo "del ser, el saber, el hacer y el vivir en comunicad".

El proceso que se han trazado para definir el "SER" se ha demarcado bajo una ruta vocacional denominada "GPS Realizacional" que busca que los estudiantes tengan claridad frente a metas intelectuales y profesionales otra ruta que orienta el proceso es el "SER Social". En la conferencia el Doctor Rozo postula la siguiente cita en la presentación de la conferencia

> Se retoma el SER desde una mirada moderna y multidisciplinaria, destacando el componente cognitivo fundante del SER, es decir, el Ser es un ente inteligente y transformador de su entorno inmediato, y un agente constructivo de cambio social, intelectual, cultural y político.
>
> Gómez – Ramírez 2020, Parte II

Finalmente habla de la connotación que se le da al signo "+" indicando que es un elemento extra al enfoque que denota la inclusión del componente humano

y artístico en las áreas del conocimiento que abarca el contenido curricular. Las líneas de implementación del enfoque SER + STEM se desarrollarán en la ciudad con apoyo de entes externos que se involucren con las instituciones educativas y la formación del profesorado; entre las líneas de acción se espera que SER+ STEM:

- Incluirlo en los PEI de las instituciones educativas
- Crear una plataforma que dé cuenta de las actividades que se realizan con base en el enfoque.
- Actualizar el diagnóstico de la implementación del enfoque para 2023.
- Fortalecer la ruta GPS Realizacional como exploración vocacional, que potencialice los talentos y habilidades de los estudiantes.
- Conformar de un grupo de apropiación en el enfoque para que acompañe a las Instituciones Educativas.
- Relacionar la media técnica con el enfoque.
- Formar a los docentes de media técnica como precursores del enfoque.
- Realizar seguimientos precisos desde la Secretaría de Educación al desarrollo del enfoque en la media técnica
- Promocionar el enfoque desde externos educativos que fomenten y formen profesionales bajo el enfoque.

Integración del enfoque al currículo:

En octubre de 2017, Luis Guillermo Patiño Arizábal fue ponente en el foro internacional STEM + H, el entonces Secretario de Educación de Medellín dio a conocer un balance de los proyectos educativos que desde la política pública orientan los diferentes niveles educativos en la ciudad, los cuales incluyen la participación de actividades relacionadas con el enfoque STEM. A continuación, se dan a conocer los alcances en cada nivel educativo.

- **Educación inicial y primaria:**

El programa *Buen Comienzo* ha sido implementado desde 2011 y tiene como propósito brindar atención en temas de educación y desarrollo integral a niños, niñas y a sus familias durante los primeros 5 años de vida. Por tanto, la Alcaldía de Medellín presenta "Lineamientos conceptuales y técnicos para la operación de las modalidades del programa Buen Comienzo" como documento orientador que sirva como guía y herramienta para la prestación del servicio en la educación inicial.

Este programa también pretende articular los esfuerzos de la institucionalidad del Proyecto Urbano Integral (PUI), para generar confianza y oportunidades a personas de la ciudad que estuvieron excluidas del desarrollo económico e industrial y por ello se han adelantado iniciativas para el fortalecimiento académico a través de la construcción de mega aulas en las que, con apoyo de la Fundación Merani, se ocupan del desarrollo de competencias de lecto-escritura y matemáticas en los diferentes barrios de Medellín. Estos espacios también se encuentran a disposición de la comunidad para el desarrollo de eventos públicos relacionados con intereses sociales y culturales.

El programa incentiva la participación de los estudiantes en actividades científicas y culturales en los diferentes centros de ciencia de la ciudad, bibliotecas y demás espacios propios para el desarrollo de estas actividades.

- **Educación básica y media:**

La educación básica y media cuenta con el programa *Jornada Escolar Complementaria* desde 2014, año que se promulgó como política pública a través del acuerdo n° 50 que indica que

> "La jornada escolar complementaria es un programa de acompañamiento a los estudiantes, en el reconocimiento, desarrollo y disfrute de sus habilidades, aptitudes, gustos y capacidades, con actividades que generen aprendizaje desde la lúdica. Es un ejercicio que permite fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en los establecimientos públicos a lo que pasa en el aula en la jornada regular con énfasis en la formación en ciudadanía y valores y la motivación de los estudiantes para el reconocimiento, disfrute y apropiación de sus territorios, en tiempos distintos a los de la jornada escolar regular."

El programa Educación Complementaria ofrece seis "rutas" o programas que son de libre elección para los estudiantes que asisten dos días a la semana en jornada escolar contraria. Las rutas son: Ciencia y tecnología; Cultura; Medio ambiente; Deporte; Formación ciudadana y Bilingüismo.

Este programa pretende fortalecer las competencias y el desarrollo de habilidades y así mismo busca generar espacios de esparcimiento para que los estudiantes no estén expuestos a ambientes violentos e inviertan su tiempo en actividades que favorezcan su proceso formativo y su talento.

Algunos de los logros obtenidos, han sido publicados en la página web de la Alcaldía de Medellín, entre ellos:

- Realización del evento de cierre del programa Educación Complementaria "La Magia está en Vos", en el Orquídeorama del Jardín Botánico con la participación de más de 500 estudiantes, rectores, coordinadores y docentes.
- Más de siete mil estudiantes en rutas pedagógicas al Parque Explora, Planetario, Jardín Botánico, Canal de Televisión Telemedellín, Aeropuerto Enrique Olaya Herrera y Banco de la República.

- Articulación con microempresas de Colombia para la creación y puesta en marcha del proyecto de laboratorios de emprendimiento en instituciones educativas.
- Apoyo en la estrategia "Saber Es" con la avanzada de sensibilización y motivación.
- Para 2018 cerca de 800 estudiantes han representado al país en diferentes ferias y congresos nacionales e internacionales.

- **Educación Media Técnica:**

Este nivel educativo pretende mejorar la calidad de la educación del municipio y responder a las necesidades y requerimientos del sector productivo; además el programa ha mostrado que es una herramienta clave para evitar la deserción escolar, pues en las instituciones educativas en las que se ha implementado, los índices de deserción han disminuido considerablemente.

La educación de la media técnica está dirigida a estudiantes que están cursando los últimos grados de escolaridad (10° y 11°) y se considera como el programa central que articula y permite fortalecer el enfoque STEM + H y el sector empresarial a partir de la estrategia clúster de la ciudad, la cual incorpora y coopera con los diferentes sectores económico y productivo.

De acuerdo al enfoque de cada clúster, se relacionan los Nodos para a Pertinencia Educativa los cuales surgen a partir de la Alianza Académica-Público-Privada de Medellín (APP), que busca potencializar la formación de la media técnica y la aspiración a una formación superior a través de la asociación con entidades de educación superior, entidades de formación profesional integral (Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA.) y entidades de educación para el trabajo (Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano – ETDH). Los Nodos para la pertinencia

educativa son 10: Salud, Construcción, Medio Ambiente, Cultura, Servicios Comercio, Turismo, Textil, Industrial, Energía, TIC.

De acuerdo al exsecretario de educación, Luis Guillermo Patiño, Medellín territorio STEM + H tiene dos componentes muy importantes los cuales se articulan con la educación media técnica:

- Fortalecimiento en competencias cognitivas y académicas.
- Educación en contexto, orientada al desarrollo de habilidades blandas y la resolución de problemas actuales.

Por tanto, la media técnica se considera una estrategia de innovación educativa en la que se pueden incorporar nuevos contenidos curriculares los cuales son desarrollados bajo el enfoque de proyecto formativo – productivo de acuerdo a la entidad con la que se asocie y entre los proyectos que se desarrollan se encuentran: Conciencia Global; Economía; Emprendimiento; liderazgo y Resolución de problemas.

La Alcaldía de Medellín presenta en su página web la siguiente información,

> "La ciudad de Medellín, considera que el proceso de articulación de educación media, ofrece un valor agregado a sus estudiantes, ayudándoles a ubicarse en un lugar estratégico frente al desarrollo económico y productivo, tanto local, regional, como nacional. Los estudiantes de las instituciones educativas de Medellín tienen mayores oportunidades, pues al terminar su bachillerato pueden continuar estudiando una técnica, una tecnología o un pregrado con los conocimientos recibidos en 10º y 11º: Una educación para toda la vida."

En relación a lo mencionado, la articulación de la educación media permite a los estudiantes desarrollar capacidades para el sector productico y económico de la ciudad, además de facilitar el tránsito a la educación técnica, tecnológica o superior. Esta articulación se ha denominado como la triple E: Educación, Empresa, Estado.

Los proyectos mencionados reflejan lo que Cano y Angel (2020) indican que:

> "La integración curricular, además, se realiza de diferentes formas que, en el contexto de la educación STEM/STEAM, responden a las posibilidades que ofrecen las instituciones educativas, a las características de la población, a las condiciones institucionales, a los intereses de docentes y directivos" (p.34)

Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM:

EL Plan Territorial de Formación Docente "Maestros, maestras y directivos líderes de la calidad y la excelencia" 2016-2019 busca articular y ampliar los esfuerzos entre los diferentes agentes educativos en pro de mejorar la calidad de los procesos educativos, considerando la diversidad de contextos y realidades propias de cada escuela. Este Plan reconoce que se encuentra en proporción directa la calidad formativa de los docentes y la de los estudiantes.

Los principios de la política de formación están orientados a la comprensión del docente como sujeto que integra aspectos profesionales y personales para dar sentido a su quehacer. En este orden de ideas los cuatros principios de identidad son: Ser para dialogar, Ser para crear, Crear para Innovar y Reconocer para Vivir Juntos. Así, bajo los principios de la política pública de formación del maestro, se rige el Centro de Innovación del Maestro (Mova) propuesta que surge para formar maestros que creen, innoven, investiguen, aporten y los valíden a partir de cuatro

líneas de formación: Desarrollo humano, Formación Situada, Reflexión Metodológica y la Investigación.

Mova, en alianza con centros de ciencia y educación ofrece desde la línea de Desarrollo humano, un curso de estrategias metodológicas para la Educación STEM/STEAM dirigido a docentes de instituciones públicas.

De acuerdo a la publicación de Asociación Internacional de Ciudades Educadoras Delegación para América Latina -AICE (2020), el enfoque SER +STEM, a través del acompañamiento de la Secretaría de Educación de Medellín, ha promovido actividades que se han desarrollado tanto con docentes y estudiantes en el entorno virtual debido a la necesidad originada por la emergencia sanitaria a cuenta del COVID -19. Las actividades en relación con los docentes son:

- El diseño de un micrositio en la página institucional de la Secretaría de Educación el cual ofrece herramientas y contenidos que facilitan los procesos de enseñanza – aprendizaje.
- Capacitación docente en el uso e implementación de herramientas educativas a través de Microsoft.
- Semilleros de formación virtual para docentes de la media técnica.
- Licencias gratuitas para la plataforma educativa TOMi Digital la cual permite la creación y diseño de clases a partir de herramientas propias de la plataforma.

En el IV Foro internacional SER +STEM desarrollado de forma virtual, Medellín fue uno de los invitados principales, donde discutieron alternativas de prácticas innovadoras en los procesos de enseñanza aprendizaje y los maestros recibieron capacitación de expertos en materia de transformación digital.

La Fundación Siemens Stiftung desde 2011, en alianza con la Universidad de Los Andes, adaptaron el programa de educación internacional el cual tiene el programa "Experimento" con el currículo nacional y a partir de ello se desarrollaron programas de formación inicial y continua a los docentes que intervienen en promover la calidad educativa, a partir de la enseñanza con el enfoque educativo STEM.

Otro de los insumos claves en la capacitación docente además del programa "Experimento", son los materiales didácticos conocidos como Recursos Educativos Abiertos (REA), los cuales están disponibles en el portal de medios Siemens Stiftung para la enseñanza STEAM, estos recursos son proyectos diseñados para los diferentes niveles de enseñanza los cuales pueden ser modificados por el docente de acuerdo a las necesidades y contextos propios del nivel en el que vayan a ser desarrollados.

La Red Educativa de la Secretaría de Educación de Medellín (REM) la conforman diferentes agentes educativos y personas de entidades públicas y privadas, quienes trabajan por dinamizar las prácticas del aula de clase a partir de acciones resultantes de discusiones entre los equipos de trabajo.

En 2020 el Ministerio de las TIC, el Ministerio de Educación Nacional y Computadores para Educar, ofertaron el programa Ruta STEM, con el cual se espera formar a docentes de todo el país para que incorporen prácticas innovadoras que permitan un cambio en el entorno escolar y además promuevan la creatividad y el trabajo colaborativo en pro de potenciar el ingenio de los estudiantes apoyados en el poder transformador de la tecnología, de forma que se disminuya la brecha de talento humano con habilidades digitales para enfrentar los retos de la cuarta revolución industrial.

Evaluación de la implementación del enfoque en el país:

En 2020 se publica el documento: *Medellín Territorio STEM+H Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad.* Este diagnóstico surge de la necesidad de conocer el impacto que las iniciativas con relación al enfoque STEM/ STEAM han tenido en las Instituciones Educativas de Medellín. Del desarrollo de este trabajo investigativo se concluye:

- Existe una relación directa entre la cantidad de docentes y directivos docentes formados en el enfoque STEM/STEAM con el nivel de desarrollo de la implementación del enfoque al interior en las instituciones educativas.
- Las actividades desarrolladas por instituciones externas y clubes de robótica instruidas en la mayoría de las instituciones educativas de la ciudad, las cuales tienen correspondencia con el modelo de implementación del enfoque STEM/STEAM. Caso contrario sucede con las demás actividades que se despliegan como lo son: los clubes y ferias de ciencia, semilleros de investigación y demás actividades en relación con eventos del enfoque STEM/STEAM.
- Frente a las estrategias didácticas de aprendizaje, el informe asegura que existen diferencias relevantes con relación al modelo de implementación.
- En cuanto al modelo de implementación, se destaca que la intervención por parte de alguna institución aliada presenta diferencias en tanto el porcentaje de participación de estas instituciones es mayor en aquellas IE que cuentan con el enfoque en nivel parcial o total en comparación con aquellas que cuentan con un nivel introductorio y es mucha menor su injerencia con aquellas instituciones que no cuentan con nivel alguno del enfoque educativo.

- Con relación a la media técnica, las instituciones educativas que implementan algún modelo STEM/STEAM es superior al 74%.
- Una de las diferencias que existe entre las instituciones educativas para la implementación del enfoque STEM + H está relacionada con las alianzas con instituciones de educación superior y la capacitación docente.
- Las estrategias didácticas de aprendizaje implementadas son diferentes de acuerdo al nivel de implementación del enfoque con el que cuenta la institución educativa.
- El 61,8% de las instituciones educativas de Medellín han contado o cuentan con experiencias STEM +H.
- La estrategia "Nodos para El Aprendizaje" ha sido clave en la integración con organizaciones aliadas, se reconoce este trabajo interinstitucional como elemento clave para la implementación de la educación STEM + H.
- En las instituciones educativas se llevan o se han llevado a cabo actividades con relación a alguno de los modelos de implementación del enfoque STEM/STEAM. Sin embargo, varias que no las reconocen como actividades relacionadas con el enfoque educativo debido al desconocimiento que se tiene del mismo.
- Se reconoce como necesidad prioritaria, la formación a los docentes en el enfoque educativo STEM con el fin de contribuir con la transformación educativa.
- En la sistematización que se desarrolló de las prácticas, proyectos y programas en relación con alguno de los modelos de implementación del enfoque STEM/STEAM en el trabajo de investigación, se reconocen como elementos claves la comunicación y el trabajo en equipo, así como la integración de diferentes áreas del saber en el desarrollo de las iniciativas.

- El modelo de implementación exploratorio se concentra en las instituciones educativas que cuentan con el programa de media técnica; también se desarrollan proyectos con la comunidad y otros grados de escolaridad.
- El modelo de inmersión parcial se concentra en la investigación escolar de las prácticas, programas o proyectos.
- El modelo de inmersión total se concentra en la integración y transversalidad del enfoque en el currículo escolar, labor que desarrollan las instituciones educativas.
- La constante es que las experiencias y proyectos de implementación cuentan con trabajo en equipo entre instituciones públicas y privadas.
- Los proyectos que se han desarrollado bajo algún modelo de implementación, comparten por lo general el propósito de formar competencias para la vida y el siglo XXI desde una aproximación humanista de la ciencia.

Alianzas

De acuerdo al documento: *Medellín Territorio STEM+H Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad.* Los organismos e iniciativas que trabajan con la Secretaría de Educación de Medellín en pro de impulsar la educación STEM + H y aportan en financiamiento, infraestructura, capacitación docente y talento humano son:

> "MOVA, Educación Complementaria, el Vivero del *Software* por intermedio del programa Alianza Futuro Digital; y las organizaciones e instituciones: Parque Explora, Minciencias, Ministerio de Educación, Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ruta N, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia,

> Universidad de Medellín, Universidad EAFIT, Institución Universitaria Pascual Bravo, SENA y algunas empresas privadas." (p. 100)
>
> "…ADTECH-Lego Education, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, Fundación Proantioquia, Institución Universitaria Pascual Bravo, Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, MOVA, Parque Explora, Pygmalion, Ruta N, Sapiencia, Secretaría de Educación de Medellín, SENA, Siemens, Universidad de Medellín, Universidad EAFIT y Universidad Pontificia Bolivariana" (p. 136)

Logros y alcances en la implementación del enfoque:

Medellín es reconocida por ser "Ciudad del aprendizaje", "Centro para la cuarta revolución industrial", "Ciudad innovadora" y próximamente una "Ciudad inteligente", méritos que ha obtenido gracias al impulso a nivel educativo apuntando a una transformación que incluye al sector productivo y económico, de educación, la sociedad y el estado. Entre las últimas novedades, en la ciudad se encuentra el Centro para la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, inaugurado en 2019; el Centro de Innovación del Maestro (Mova) (2018); La plataforma digital en el marco del enfoque SER + STEM (2020); así como los diferentes proyectos que se llevan a cabo en los diferentes niveles de educación como: Buen Comienzo, Jornada Escolar Complementaria y el trabajo articulado que se realiza en la educación media técnica y los diferentes sectores económicos de la ciudad conjunto a los Nodos para a Pertinencia Educativa los cuales surgen a partir de la Alianza Académica-Público-Privada de Medellín (APP).

Además, se destaca el estudio y diagnóstico que la Secretaría de Educación de Medellín y la lianza con la Universidad Pontificia Bolivariana presentaron en 2020

con el documento: *Medellín Territorio STEM+H Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad.* Trabajo investigativo que da cuenta del estado de implementación del enfoque educativo en las instituciones educativas de la ciudad, datos relevantes para la toma de decisiones futuras frente a los diferentes procesos que requieran la transformación educativa.

En términos de **Transformación digital,** se puede pensar que la inversión y los modelos de gestión como lo son el emprendimiento en formación técnica, y los planes de desarrollo de la ciudad en términos de transformación a través de los seis sectores económicos y la estrategia Nodos para la Pertinencia Educativa, que articula el sector productivo con la educación

Frente a la **Educación en ciencia con enfoque STEAM /Cuarta revolución industrial,** se destacan las *políticas educativas* involucradas en esta dimensión, toda vez que promueven programas de desarrollo científico y tecnológico como lo es la educación STEM + H a partir de los Planes de desarrollo para la ciudad; así mismo la *evaluación de la implementación del enfoque en el país*, sugiere un diagnóstico de la intervención de los modelos de implementación del enfoque STEM en las Instituciones Educativas de Medellín; por su parte, el *Rol docente en la implementación del Enfoque STEM/STEAM* se relaciona con esta dimensión puesto que los programas planteados se interesan por la capacitación y búsqueda de docentes expertos en el conocimiento científico – tecnológico.

Comentarios sobre los casos del grupo:

Dentro de los países/ciudades latinoamericanas estudiados, se encuentra un elemento común entre la mayoría de ellos -salvo Uruguay-, y es el acompañamiento que ha tenido la Fundación Siemens Stiftung, quienes a través de la Red SEM Latinoamérica, ha venido impulsado su proyecto Experimento, el cual se ha adelantado en las ciudades estudiadas en este apartado.

Una primera diferencia que se identifica es el actor institucional que le da impulso a la educación STEM en el territorio, los esfuerzos se han centrado en las administraciones locales quienes han desarrollado las políticas necesarias para darle el impulso, aunque en algunos casos como Chile y México han tenido apoyo desde el Estado Nacional. En todo caso, no se dan escenarios de desarrollo de política pública en educación STEM. Esta se encuentra inmersa en las políticas de educación y desarrolladas en casos como Lima, Valparaíso, CDMX o Medellín a través del programa Experimento liderado por Siemens Stiftung.

Medellín y Valparaíso le han apostado al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación y a partir de allí enlazar los conceptos de la educación STEM/STEAM junto con una visión de ciudad que busca liderar y ser pioneros en sus regiones en este enfoque. En CDMX y Lima se pueden ver proyectos que buscan ver la educación STEM desde el frente del estudiante y el maestro.

El desarrollo de la educación STEM/STEAM en los territorios estudiados, son esfuerzos iniciales que tienen un largo camino por delante, con apoyo de la cooperación internacional, han ido desarrollando iniciativas a manera de pilotos,

cualificación de docentes y búsqueda de alianzas público-privadas y generación de una arquitectura institucional que permita seguir construyendo un modelo STEAM para el territorio. Esta misma iniciativa joven ha hecho que aún no sea posible adelantar evaluaciones frente a los proyectos e iniciativas que se han venido desarrollando y que permita tener unos resultados concluyentes en unas primeras fases.

6. Conclusiones, comparación de casos y grupos.

La revisión de los casos por grupos permitió identificar los siguientes referentes para el caso Distrital:

- La necesidad de los países desarrollados y de economías emergentes de tener una política pública STEM está motivada por varios factores: a) desmotivación por parte de los jóvenes a interesarse por carreras y asignaturas STEM; b) la necesidad de mano de obra calificada en sectores STEM que impulsa la Industria 4.0; c) el envejecimiento de la población y la necesidad de búsqueda de nuevos talentos. En estos factores, los casos de los grupos 1 y 2 implementan el enfoque STEM con el objetivo central de preparar a los jóvenes para seguir profesiones o trabajos relacionados con la ciencia y la tecnología y, por tanto, tener mejores oportunidades laborales al finalizar su educación, lo cual afectará positivamente las economías de estos países. Este enfoque contrasta con el caso de los paises de la Unión Europea donde el enfoque STEM es un medio para lograr los objetivos de la educación científica continuada para el desarrollo de la ciudadanía crítica. Para los casos de los países del grupo 3 el enfoque STEM está influenciado por la necesidad de formar jóvenes que puedan responder a las necesidades del sector productivo (habilidades del S. XXI) desde la ciencia y la tecnología por lo que se hace énfasis en la formación de vocaciones científicas.
- Los países desarrollados, entendieron que la forma de motivar a los estudiantes a involucrarse en carreras o enfoques STEM, es pasar de lo teórico a lo práctico y que los estudiantes pudieran ver cómo este aprendizaje y estas asignaturas, pueden ser empleadas en situaciones de la vida real, de ahí el impulso para trabajar a partir de la resolución de problemas. En los casos del grupo 1 se pueden ver estrategias de interacción

de la escuela con otros actores culturales, educativos, científicos o del sector productivo que permiten la integración de las habilidades y competencias del enfoque STEM en situaciones reales. Los casos del grupo 2 muestran un trabajo particular con aliados del sector tecnológico y los casos del grupo 3 muestran un trabajo inicial con aliados de distintos sectores donde se hace énfasis en las experiencias docentes.

- El rol de los maestros es la columna vertebral para la implementación de políticas públicas en STEM, puesto que, de su formación, conocimiento y experiencia, depende el adecuado aprendizaje de los estudiantes. En los casos del grupo 1 (Estados Unidos y Australia) la prioridad es la cobertura en la capacitación de maestros, el indicador está dado en la cantidad de maestros capacitados y formados en temáticas STEM. Por el contrario, para el caso de los países asiáticos (grupo 2), lo importante es la calidad de los maestros, de ahí que la selección, seguimiento y evaluación docente, se convierte en el pilar de la educación, por la misma posición que culturalmente tienen el maestro. En los casos del grupo 3 se destacan las experiencias docentes realizadas en la mayoría de los casos por cuenta propia, estas experiencias incluyen proyectos de aula, proyectos extra-curriculares, trabajo con comunidades de práctica y actividades autónomas de formación en educación STEM.
- Una de las estrategias fundamentales que desarrollaron los casos estudiados en los grupos 1 y 2 fue la de combinar las acciones de la escuela (academia), la comunidad (familias) y la industria (sector productivo), lo que permite que desde los primeros años haya una conexión entre los estudiantes y el mundo real. En los casos del grupo 3 esta interacción se ha dado por la iniciativa de actores externos a las escuelas y al sistema educativo. Aliados tecnológicos y público-privados o privados con iniciativas educativas han liderado la interacción de los distintos actores.

- Se identifican tres caminos para llegar a impulsar la educación STEM en el territorio: a) por medios de políticas públicas específicas para STEM -casos del grupo 1-; b) inclusión de la temática STEM en las políticas nacionales de educación y CTeI (Singapur y Malasia); y c) el desarrollo a través de la implementación de proyectos y pilotos con acompañamiento de actores de cooperación internacional (Vietnam y Grupo 3). Como se mencionó previamente, los casos del grupo 3 (Latinoamérica) aún no cuentan con trayectorias largas en la implementación de la educación STEM pero se puede identificar el avance de la región en la inclusión del enfoque en los lineamientos de política educativa y de ciencia y tecnología.
- Los resultados de las pruebas que incluyen asignaturas STEM como la PISA o la TIMMS, reflejan un desarrollo educativo asociado a este enfoque, pero sin duda, también tiene una gran influencia las trayectorias de políticas educativas y aspectos culturales. En este aspecto es relevante la continuidad de la política educativa de los casos del grupo 1 y 2.
- Respecto a la asignación de recursos y la capacidad de financiamiento para la implementación de educación STEM, los casos revisados en los grupos 1 y 2 muestran un trabajo de articulación con actores del sector privado, sector financiero, emprendimientos educativos y otros a través de políticas de colaboración que presentan incentivos para estos y estimulan su participación en el ecosistema educativo.

7. Recomendaciones:

- La definición de una política específica e integradora de STEM permite visibilizar el enfoque pedagógico y dar una mayor relevancia a las acciones inter y transdisciplinares que permiten su implementación.
- Se debe fortalecer la calidad de la enseñanza a través de las oportunidades de formación para los docentes en ejercicio y los que ingresan a las instituciones educativas. En la formación se de dar prioridad al desarrollo de capacidades pedagógicas digitales que respondan al proceso de transformación digital de las instituciones educativas.
- Es importante generar sinergias con las distintas instancias e iniciativas del gobierno local y nacional para que la implementación de una política o estrategia de educación STEM sea coherente y responda a las necesidades de las instituciones educativas.
- Es necesario establecer desde el inicio alianzas con el sector productivo, financiero, cultural, de educación superior, de emprendimientos educativos y de desarrollo tecnológico que permitan identificar rutas de colaboración y financiamiento de las acciones específicas que deben realizar las instituciones educativas para la implementación de la educación STEM.
- La apropiación de los lineamientos de la educación STEM requiere del desarrollo de estrategias dentro y fuera de la institución educativa por lo que es importante la interacción con actores de la educación científica informal como los centros de ciencia y otros espacios educativos, culturales, científicos o del sector productivo donde los estudiantes puedan aprender a través de la ciencia y la tecnología y aplicar en situaciones reales este conocimiento.

Referencias

ADE.MX (2020). Agenda Digital Educativa Mexicana. Gaceta del Senado de la República. En red: https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-05-1/assets/documentos/Agenda_Digital_Educacion.pdf. Recuperado el 12 de noviembre de 2020.

AG Sustainable, Programa WISE Latin America, & Centro de Entrepreneurship del IAE Business School. (2019, junio). Emprendedoras STEAM en América Latina. Protagonistas del futuro. https://www.wiselatinamerica.com/descargas/Estudio-Emprendedoras-STEM.pdf.

Alcaldía de Medellín. (s.f). Educación complementaria. Recuperado de: https://medellin.edu.co/educacion-complementaria/educacion-complementaria

Alcaldía de Medellín. (s.f). Media Técnica. Recuperado de: https://medellin.edu.co/mediatecnica/descripcion-del-programa

ANEP. (2007). Breve análisis histórico de la educación en el Uruguay. Consejo de Educación Primaria. Montevideo, Uruguay: ANEP.

ANEP. (2011). Evaluación del Plan Ceibal 2010. Dirección Sectorial de Planificación Educativa, ección Sectorial de Planificación Educativa. Montevideo, Uruguay: Plan Ceibal. Obtenido de https://www.siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/siteal_uruguay_5043.pdf

Anlló, G. (2017). Midiendo igualdad de genero en Ciencia e Ingeniería: SAGA Toolkit. Gender Summit XII en Ciencia, Tecnología e Innovación para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: UNESCO.

Arteaga, D. y Gras, M. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos: Adquiriendo conocimientos, habilidades sociales y emocionales, habilidades de STEM y competencias técnicas específicas a través de proyectos.

Australia's National Science Statement (2017). Australian Government

Australian Curriculum, assessment and reporting authority. (ACARA) Stem Connections Project Reporte (2016).

Australian Government Department of Education and Training under the Early Learning STEM Australia (ELSA) pilot program initiative.

Bahrum, S. B. (2017). Integration of STEM Education in Malaysia and Why to STEAM. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 7*(6). Obtenido de http://dx.doi.org/10.6007/IJARBSS/v7-i6/3027

Banco Mundial. (2019). *Índice de Gini*. Obtenido de https://datos.bancomundial.org/indicator/SI.POV.GINI

Bautista, A., Wong, J., & Gopinathan, S. (2015). Desarrollo Profesional Docente en Singapur: Describiendo el Panorama. *Psychology, Society, & Education, 7*(3), 423-441.

Belmar, L. (2018). *La era de la cuarta revolución industrial*. Recuperado el 18 de 11 de 2020, de https://escuelasparalajusticiasocial.net/la-era-de-4o-revolucion-industrial

Belonging, Being & Becoming, the Early Years Learning Framework for Australia. (2009) Australian Government Department of Education and Training. For the Council of Australian Governments.

British Council. (2018). STEM Education Programme. Obtenido de https://www.britishcouncil.vn/en/programmes/education/science-innovation/newton-programme-vietnam/stem

Burhanudin, A., & Rusman, M. (2018). Curriculum and Achievement in Moral Education and Literacy Curriculum and Achievement in Moral Education and Literacy. *ICERD 2018*. Bandung: UPI. Obtenido de http://icerd2018.conference.upi.edu/wp-content/uploads/sites/30/2018/12/Fullpaper_Asep-Burhanudin.pdf.

Cano Vásquez, LM y Ángel Uribe, IC (2020). Medellín Territorio STEM + H: un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad . Medellín Territorio STEM + H: un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad . Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. https://doi.org/10.18566/978-958-764-837-9

Cervera., D. (2010). Tecnología, Investigación, Innovación y buenas prácticas. Formación del profesorado. Educación secundaria. Ministerio de Educación del Gobierno de Chile,

Comité Central Partido Comunista. (2013). Resolución No. 29-NQ/TW. Hanoi.

Commitee on STEM Education. (2018). Charting a course for success: America's strategy for STEM education. Washington: NSTC.

CONICYT Comisión Nacional De Investigación Científica Y Tecnológica. (2019, 22 Julio). CHILE IMPLEMENTA METODOLOGÍA QUE MIDE LA PARTICIPACIÓN DE MUJERES EN STEM. Https://Www.Conicyt.Cl/Blog/2019/07/22/Chile-Implementa-Metodologia-Que-Mide-La-Participacion-De-Mujeres-En-Stem/

CORFO & Fundación Chile FCH. (2017, Octubre). PREPARANDO A CHILE PARA LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO. Hacia Una Coalición Que Impulse La Educación STEAM. Https://Www.Ecosisteam.Cl/Wp-Content/Uploads/2019/10/Coalicion-Educacion-STEAM.Pdf

CNID (2017), Ciencias, Tecnología E Innovación Para Un Nuevo Pacto De Desarrollo Sostenible E Inclusivo, Consejo Nacional De Innovación Para El Desarrollo. Segunda Edición. Chile. Recuperado De Http://Www.Cnid.Cl/Wp-Content/Uploads/2017/05/CTI-Para-Un-Nuevo-Pacto-De-Desarrollo-CNID-2a-Edicion.Pdf

Commonwealth of Australia, Department of the Prime Minister and Cabinet, National Innovation and Science Agenda (NISA) (2015).

Comisión Nacional de Programa de Frente Amplio. (2014). Programa Nacional FA 2015-2020 Bases programáticas tercer gobierno nacional del frente amplio 2015-2020" . Montevideo, Uruguay: FA.

Congreso de la República. (2009). Ley No. 18.437. Ley General de Educación. Montevideo, Uruguay: Registro Nacional de Leyes y Decretos.

Curriculum Development Division, Ministry of Education Malaysia. (2016). *Sharing Malaysian Experience in Participation of Girls in STEM Education.* Geneva, Switzerland: UNESCO International Bureau of Education (IBE).

Departamento Administrativo de Planeación. (2020). Resumen Plan Desarrollo Medellín 2020-2023 Medellín Futuro. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/PlanDesarrollo/Publicaciones/Shared Content / Documentos / 2020 / Librilloresumen_PlanDesarrolloMedellin2020-2023_MedellinFuturo.pdf

Datosmacro. (2020). *datosmacro.com*. Obtenido de https://datosmacro.expansion.com/estado/gasto/educacion/singapur

Evaluation of early learning and schools initiatives in the national innovation and science agenda, report to the department of education. (2020) Dandolo-partners.

Felker, G., & Kwame Sundaram, J. (2007). Technology Policy in Malaysia. *International Journal of Technological Learning Innovation and Development*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/23645359

Fortalecimiento de la gestión de la educación en el Perú FORGE, Guadalupe, C., León, J., Rodríguez, J., & Vargas, S. (2017). ESTADO DE LA EDUCACIÓN EN EL PERÚ análisis y perspectivas de la educación básica. Impresiones y Ediciones Arteta E.I.R.L. http://www.grade.org.pe/forge/descargas/Estado%20de%20la%20edcaci%C3%B3n%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf

Fundación SIEMENS. (2017). Fundación Siemens en Medellín y Antioquia. Obtenido de https://fundacionsiemens.co/wp-content/uploads/2019/07/Medellín-Territorio-STEM-FS.pdf

Fundación Siemens Stiftung, & Entenmann, U. (2015). EXPERIMENTO EN CHILE Aprender experimentando con las ciencias naturales – desde párvulos hasta enseñanza media. https://experimento.lat.siemens-stiftung.org/wp-content/uploads/2018/03/Folleto-Experimento-en-Chile-Siemens-Stiftung.pdf

Gabinete Ministrerial de la Innovación. (2010). Plan Estrategico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - PENCTI. Montevideo, Uruguay: Presidencia de la República.

Gobierno de México. (2018). México Estrategia Digital Nacional. Documento Extraído de La Base de Normativas y Políticas Del SITEAL, 1, 1-45. Obtenido de https://www.gob.mx/mexicodigital

Gómez, E. T. (2014). Malaysia's Political Economy: Ownership and Control of the Corporate Sector. En S. Lemière, *Misplaced Democracy. Malaysian Politics and People.* Petaling Jaya: Strategic Information and Research Development Centre Malaysia.

Hernández H., R. (2002). Singapur: el caso de un Estado desarrollista. *México y la Cuenca del Pacífico, 5*(17). Obtenido de http://mexicoylacuencadelpacifico.cucsh.udg.mx/index.php/mc/article/view/173/175

HNUE. (2019). STEM Education in Vietnam. Hanoi: Hanoi national university of education.

Hoe, S. L. (2016). Defining a smart nation: The case of Singapore. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society, 14*(4), 323-333. Obtenido de https://ink.library.smu.edu.sg/cgi/viewcontent.cgi?article=6161&context=sis_research

Idiris, N. (2013). STEM: Country Comparisons. Australian Council of Learned Academies. Recuperado de https://bdescolar.mineduc.cl/info/00043614

Innovation and Science Australia 2017, Australia 2030: prosperity through innovation, Australian Government, Canberra.

ITEA. (2009). The Overlooked STEM Imperatives. Reston, VA: International Technology Education Association.

Jeshurun, C. (2007). *Malaysia: Fifty Years of Diplomacy*. Kuala Lumpur: The Order Press. Obtenido de https://www.idfr.gov.my/images/stories/publication/2008/jdfrv10.pdf #page=109

Martinis, P., Sales, M. T., Betancur, N., & Forteza, L. (2010). Plan Nacional de Educación 2010-2030. Montevideo, Uruguay: ANEP-UNESCO.

MIMCIT. (2020). Mujeres en Ciencia, Tecnología e Innovación en Uruguay: un factor clave para avanzar en igualdad de género y desarrollo sostenible. Montevideo, Uruguay: UNESCO-BID.

Ministerio de Educación. (2019). Plan de estudios para 3 ° y 4 ° medio. Obtenido de https://curriculumnacional.mineduc.cl/614/articles-134351_recurso_plan.pdf

Ministerio de Educación Gobierno de Chile & Unidad de Currículum y Evaluación UCE. (2019, octubre). METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS. Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140166_recurso_pdf.pdf

Ministry of Education Malaysia. (2013). *Malaysia Education Blueprint 2013-2025 (Preschool to Post-Secondary Education)*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.

MOE. (2012). *Nurturing Early Learners*. Singapore: Orgnix Creatives.

MOE. (2016). *Panduan Pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan Dan Matematik Dalam*. Putrajaya, Malasia: Bahagian Pembangunan Kurikulum.

MOE Singapore. (2020). *Education Statistics Digest 2020*. Singapore: Research and Management Iinformation Division.

MOET. (08 de 12 de 2016). Ministery of Education ant Traning. Obtenido de https://moet.gov.vn/gioi-thieu/lich-su-phat-trien/Pages/default.aspx?ItemID=4089

Mohd Shahali, E. H., Ismail, I., & Halim, L. (2017). STEM Education in Malaysia: Policy, Trajectories and Initiatives. *Science and Technology Trends, 8*. Obtenido de http://www.arpjournal.org/usr/browse/view_issues_detail.do?seq=156

Moreira Cancela, N. (2020). Reflexiones en torno a la elección de los estudios universitarios y su vínculo con las creencias de autoeficacia en el caso de las STEM en Uruguay. En A. L. Rivoir, & M. J. Morales, Tecnologías digitales. Buenos Aires: CLACSO.

Municipal, PE (2016). *Hacia una educación integral, humana y sostenible para las apuestas de desarrollo de la ciudad.* (pág.116). Obtenido de www.medellin.gov.co www.medellin.edu.co

Mustapha, R., & Abdullah, A. (2004). Malaysia Transitions Toward a Knowledge-Based Economy. *The Journal of Technology Studies, 30*(3). doi:10.21061/jots.v30i3.a.8

National Science and Technology Council. (2013). Federal Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan. Washington.

National STEM School Education Strategy 2016-2026. (2015) Education Council.

OCDE. (2016). MAKING DEVELOPMENT HAPPEN AVANZANDO HACIA UNA MEJOR EDUCACIÓN PARA PERÚ (Volume 3). https://www.oecd.org/dev/Avanzando-hacia-una-mejor-educacion-en-Peru.pdf.

Negroponte, N., Bender, W., Bratto, A., & Cavallo, D. (2006). One Laptop per Child. Miami, FL: olpc.

NIE. (2020). *Teacher Leaders Programme*. Obtenido de https://www.nie.edu.sg/teacher-education/teacher-leaders-programme/

Núñez, M. M., Martínez-Borreguero, G., & Naranjo-Correa, F. L. (2019). La educación STEM en la etapa de primaria: Análisis del nivel cognitivo y competencial del alumnado de 9-12 años. Recuperado el 19 de 11 de 2020, de https://conferences.epistemopolis.org/index.php/tecnoysoc/techno2019/paper/view/9332

OEA (2015). La indagación como estrategia para la educación STEAM: Guía práctica. Recuperado de http://docentesinnovadores.perueduca.pe/wp-content/uploads/2018/08/Final-OEA-Indagacio%CC%81n.pdfOCDE (2016). Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016.

OCDE (2017). OECD Skills Strategy Diagnostic Report Mexico.pdf Consultado el 19 de Noviembre de 2020. http://www.oecd.org/mexico/OECD-Skills-Strategy-Diagnostic-Report-Mexico.pdf

OECD. (2019). PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do. Paris: OECD iLibrary. Obtenido de https://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf

Plan Ceibal. (2015). Evolución de la brecha de acceso a TIC en Uruguay (2007-2014) y la contribución del Plan Ceibal a disminuir dicha brecha. Departamento de Monitoreo y Evaluación. Montevideo, Uruguay: Plan Ceibal. Obtenido de https://www.ceibal.edu.uy/storage/app/media/evaluacion-monitoreo/Impacto%20del%20Plan%20Ceibal%20-%20Uruguay%20-%202015.pdf

Plan Ceibal. (2017). 10 años Plan Ceibal - Hicimos historia haciendo futuro. Montevideo, Uruguay: Gerencia de Comunicación de Plan Ceibal.

Plan Ceibal. (16 de septiembre de 2020). Ceibal en Cifras. Obtenido de https://www.ceibal.edu.uy/es/articulo/ceibal-en-cifras

PNUD. (2018). *Índices e indicadores de desarrollo humano.* Washington D.C.: Communications Development Incorporated.

Quintella, V. M. (2018). iCiencia: un camino hacia la apropiación de saberes en ciencia en la Universidad Tecnológica de Uruguay. Montevideo, Uruguay: UNAM.

República de Colombia Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Plan Decenal de Educación 2016-2026* (págs. 34,42-53). Obtenido de http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE FINAL_ISBN web.pdf

Rivera Vargas, P., & Cobo Romaní, C. (2018). Plan Ceibal en Uruguay: una política pública que conecta inclusión e innovación. En P. Rivera Vargas, J. Muñoz Saavedra, R. Morales Olivares, & S. Butendieck Hijerra, Políticas Públicas para la Equidad Social. Santiago, Chile: Colección Políticas Públicas, Ediciones.

Rozo, G (2020) Ser+STEM - Un Ejemplo de un Ecosistema de Educación STEM en Medellín, Colombia. Seminario Virtual de la RIED 2020. Seminario llevado a cabo en el Portal de la OEA, recuperado de: https://www.facebook.com/www.educoas.org/videos/serstem-un-

ejemplo-de-un-ecosistema-de-educaci%C3%B3n-stem-en-medell%C3%ADn-colombia/1679294165563456/

Salinger, G., & Zuga, K. (2009). Background and History of the STEM Movement. En I. T. Association, The Overlooked STEM Imperatives: Technology and Engineering. Reston,VA: ITEA.

Samanes, B. E., & Clares, P. M. (2018). Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 12(2), 4-34. Recuperado el 18 de 11 de 2020, de http://scielo.org.pe/pdf/ridu/v12n2/a02v12n2.pdf

Secretaría de Educación de Medellín. PLAN Territorial de formación docente "Maestros, maestras y directivos lí1deres de la calidad y la excelencia"2016-2019 (2016-2018) obtenido de: https://medellin.edu.co/images/MOVA_POLITICAS/PTFD_MEDELLIN_2016-2019_V2.pdf

Singstat. (2020). *Singapore Department of Statistics*. Obtenido de Population and Population Structure: https://www.singstat.gov.sg/find-data/search-by-theme/population/population-and-population-structure/latest-data

SITEAL. (2019). Perfil País: Uruguay. Buenos Aires: UNESCO-IIEP.

STEM Partnerships Forum Report Reponses. (2017). Education Council.

STEM school education interventions: synthesis report (20

Teo, T. W. (2019). STEM Education Landscape: The Case of Singapore. *Journal of Physics: Conference Series 1340*. Khon Kaen: IOP. Obtenido de https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1340/1/012002/pdf

The White House. (Abril de 2013). EDUCATION Knowledge and Skills for the Jobs of the Future. Obtenido de https://obamawhitehouse.archives.gov/issues/education/k-12/educate-innovate

The Education Comission. (2020). Education Workforce Initiative: Country Report High Touch High Tech Learning Vietnam. Hanoi: TEC.

Trucco, D., & Espejo, A. (2013). Principales determinantes de la integración de las TIC en el uso educativo. El caso del Plan CEIBAL del Uruguay. CEPAL. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

UNESCO. (2015). Regional density of researchers and their field of employment. N° 35. Recuperado de http://www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Documents/fs35-hr-rd-2015-en.pdf

UNESCO. (2018). *Unesco Institute for Statistics*. Obtenido de http://uis.unesco.org/en/country/sg

Unidad de Currículum y Evaluación UCE. (s.f) Estándares de oro del ABP: Prácticas docentes basadas en proyectos. Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación

Villalba Clavijo, C. (2018). Claves para una política pública sostenible en educación y TIC en Uruguay. Montevideo, Uruguay: MEC, UNESCO, AGESIC, Plan CEIBAL y ANEP.

Visión STEM para México (2019). Alianza para la Promoción de STEM. Recuperado de https://movimientostem.org/pdf/Vision%20STEM%20para%20Mexico.pdf

World Bank Group. (2020). Doing Business 2020. Washington D.C.: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Obtenido de https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32436/9781464814402.pdf

Worsham, E. K., Clevenger, A., & Whealan-George, K. A. (2016). STEM Education Discrepancy in the United States and Singapore. *Beyond: Undergraduate Research Journal, 1*(Aricle 3). Obtenido de https://commons.erau.edu/beyond/vol1/iss1/3