

Metodología STEAM

Guía marco de orientación para su implementación en los centros educativos





AUTORIDADES

Luis Rodolfo Abinader Corona

Presidente de la República

Raquel Peña

Vicepresidenta de la República

Luis Miguel De Camps García-Mella

Ministro de Educación

Ancell Scheker Mendoza

Viceministra de Servicios Técnicos y Pedagógicos

Julio Ramón Cordero Espaillat

Viceministro de Gestión Administrativa y Financiera

Rolando Reyes

Viceministro de Planificación y Desarrollo Educativo

Oscar Amargós

Viceministro de Supervisión y Control de la Calidad Educativa

Francisco Germán D' Oleo

Viceministro de Acreditación y Certificación Docente

Con el apoyo técnico de

OEI

© Organización de Estados Iberoamericanos
la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)
Oficina en República Dominicana
Santo Domingo, 2025

Metodología STEAM
Guía marco de orientación para su implementación en los centros educativos

Coordinación general desde OEI
Analía Rosoli, Coordinadora Cooperación

Coordinación del equipo MINERD
Yissell Carolina Crisóstomo Peñaló

Equipo Consultor
Mª del Pilar González García, Ángel Miguel Vega Santos, Elena Govorova, Carolina Garoz Pérez

Equipo Dirección de Currículo
Leonidas Germán, directora Dirección de Currículo
Aury Rafael Pérez Cuevas, Lázaro Estrada

Equipo Departamento de Informática Educativa
Wilson Mateo Alcántara, encargado Departamento de Informática Educativa
Carmen Rita Castillo, Leila Baez, Alexandra Llauger Alba

Equipo Dirección de Educación Primaria
Norma Alt. Mena, directora Dirección de Educación Primaria
Junior García, encargado departamento de Segundo Ciclo de Educación Primaria
María Mercedes Padilla, Bertha Marcily Montas, Flor Daliza Mendieta, Juleidy Violeta Diloné, Bianny Ysabel Matos, Cilia Obdulia Quezada, Edwin Ortiz Pimentel

Equipo Dirección de Educación Secundaria
Susana María Michel Hernández, directora Dirección de Educación Secundaria
Juan Martínez, Manuel Paredes, Cristina Díaz, Raysi Sanó, Pevens Serrano

Equipo Técnico Dist. 15-06
Bélgica Bautista Brito, Reina Lucía Tapia Sena, Arleni Heredia Paula, Santa Soleidy Paredes, Yanet de los Santos, Narcisa Elena Inoa Mejía

Revisión técnica
Carmen Cañizares Lara

Colaborador
Miguel Varela-Rodríguez

Equipo gestor OEI
Magali Villafañe

Diseño: O. Isaac

República Dominicana –Año 2025

Este documento se ha elaborado con la asistencia financiera de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID), en el marco del proyecto *Fortalecimiento de las competencias STEM en República Dominicana*.

Presentación

Estimadas y estimados miembros de la comunidad educativa,

La educación es un proceso dinámico que abarca todas las facetas de la realidad personal y social, buscando no solo la transformación del individuo, sino también el desarrollo económico y social del país. El sistema educativo debe ser innovador y responder a las demandas de la sociedad. Con este propósito, el Ministerio de Educación de la República Dominicana reafirma su compromiso con la mejora de la calidad educativa, promoviendo un enfoque integral que atienda las necesidades del estudiantado y las exigencias de un mundo en constante evolución.

En este contexto, se presentan las Guías STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) como un recurso estratégico para el desarrollo de competencias clave en nuestros centros educativos. Estas guías se alinean con las prioridades del sistema educativo dominicano, fortaleciendo las capacidades individuales y sociales mediante el aprendizaje basado en proyectos, promoviendo la interdisciplinariedad, el uso de tecnologías, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

La estructura de las guías articula el análisis de la realidad concreta, la transformación cultural en los centros educativos y los fundamentos del enfoque por competencias. Este enfoque permite fomentar una cultura escolar donde la interdisciplinariedad y el trabajo colaborativo sean ejes fundamentales de la enseñanza, integrando el currículo y las metodologías innovadoras, y ofreciendo herramientas para medir avances y fomentar la motivación hacia el logro educativo.

A través de estas guías, los estudiantes podrán desarrollar proyectos como la construcción de maquetas de circuitos eléctricos, la programación de robots básicos o experimentos científicos que resuelvan problemas cotidianos. Estos proyectos permitirán a los estudiantes enfrentar retos reales y significativos, preparándolos académicamente, a la vez que les enseñan a trabajar en equipo, ser creativos y críticos frente a los problemas que los rodean.

Las Guías STEAM estarán disponibles en la plataforma oficial del Ministerio de Educación y se ofrecerán sesiones de capacitación para los docentes de manera que puedan integrarlas en sus prácticas pedagógicas. El progreso de los estudiantes será monitoreado mediante rúbricas de evaluación por competencias, análisis de desempeño en proyectos y encuestas de retroalimentación con docentes y estudiantes, asegurando una evaluación continua del impacto y la efectividad de la implementación de las guías.

Les invitamos a utilizar y adaptar estas guías, transformando cada centro educativo en un espacio de aprendizaje y creatividad, donde el desarrollo de competencias sea una prioridad.

Juntos, podemos llevar a cabo una verdadera revolución pedagógica que prepare a nuestros estudiantes para los retos del futuro.

Atentamente,

Ancell Scheker Mendoza

Viceministra de Servicios Técnicos y Pedagógicos

Tabla de contenidos

1. INTRODUCCIÓN

2. BASES DE OPORTUNIDAD

- 2.1. Perspectiva histórica
- 2.2. Surgimiento de las competencias STEM
- 2.3. Fundamentación y datos
- 2.4. Antecedentes de la Robótica y STEAM en el Ministerio de Educación de República Dominicana

3. APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A STEAM

- 3.1. Implicaciones educativas del enfoque STEAM
- 3.2. Evolución: de STEM a STEAM
- 3.3. Dimensiones en el concepto STEAM
 - STEAM abarca varias disciplinas
 - STEAM es un concepto de currículo integrado
 - STEAM es un enfoque humanista

4. FUNDAMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS STEAM

- 4.1. La programación STEAM, un trabajo de evaluación e integración a varios niveles
- 4.2. Metodología STEAM: enfoque competencial
 - Cómo el enfoque STEAM fortalece el aprendizaje por competencias
- 4.3. Metodología STEAM: docencia integrada y compartida
 - Orientaciones para los y las docentes
 - El rol de la Administración educativa en la organización y planificación STEAM
 - Integración de áreas y contenidos STEM / STEAM
- 4.4. Propuesta para la organización de un centro educativo STEAM
 - Estructura organizativa: estructura equipo-tipo STEAM en un centro educativo
 - Competencias generales de una persona líder STEAM
 - Competencias específicas de una persona líder STEAM
 - Liderazgo para la implementación de las competencias STEAM
 - Elementos del proyecto STEAM
 - Incentivos para el desarrollo de proyectos educativos STEAM
 - Formación docente
 - Sistema de incentivos para la formación docente en STEAM
 - Organización de espacios

5. BASES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

5.1. Sistema de indicadores

- Finalidad
- Dimensiones que evaluar

5.2 Transferencia de aprendizajes al sistema

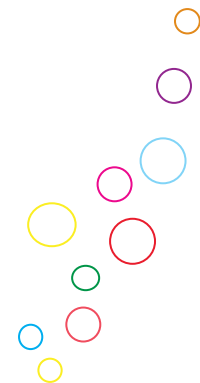
5.3. Equipos externos de apoyo y seguimiento

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS SELECCIONADAS

Metodología STEAM

Guía marco de orientación
para su implementación
en los centros educativos





*“Quien mira hacia fuera, sueña.
Quien mira hacia adentro, despierta”.*

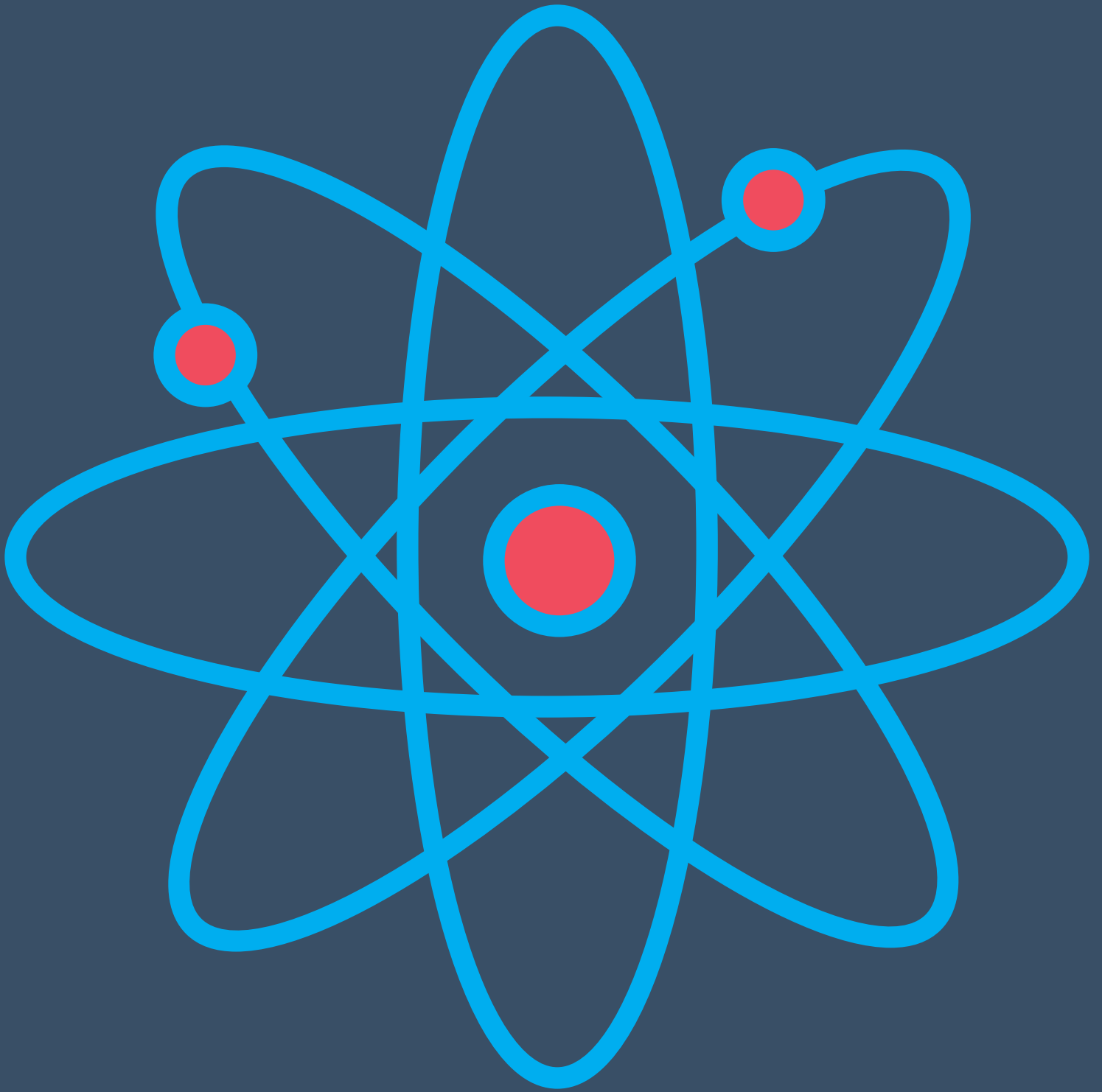
(Carl Gustav Jung)

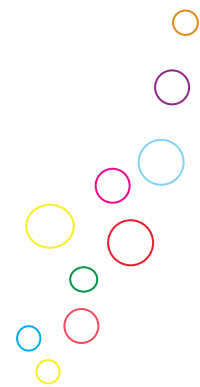
La Educación es un fenómeno que abarca todas las facetas de la realidad personal y social y pretende su perfectibilidad, también la de propio proceso educativo, por lo que el enfoque de mejora continua adquiere su pleno significado.

El sistema educativo de República Dominicana asume como prioridad la orientación hacia la mejora de la calidad del sistema educativo, encaminándola hacia la mejora de las potencialidades individuales y sociales. En este sentido, busca también contribuir a la mejora de la competitividad de su sistema productivo desde las bases mismas de la sociedad. La formación de las jóvenes generaciones desde un enfoque de competencias fundamentado en el conocimiento científico, matemático y tecnológico es el referente al que se dirigen buena parte de los esfuerzos ministeriales desde hace más de una década. En este esfuerzo, cobra especial relevancia el fortalecimiento de las capacidades institucionales de la estructura educativa, para brindar apoyo a los y las docentes de los centros educativos y a todos los demás actores de la comunidad educativa.

La digitalización y la inclusión educativa están siendo fundamentales para impulsar el cambio del modelo educativo tradicional hacia uno más circular e interconectado con las necesidades sociales y el desarrollo de habilidades de todo el estudiantado. Las nuevas metodologías educativas han encontrado un ambiente favorable para su implementación, difusión y evaluación. La transformación hacia una mayor calidad educativa se ha convertido en un elemento estructural que demanda sistemas de gestión ágiles, flexibles y sensibles, capaces de adoptar tendencias y convertirlas en soluciones a desafíos individuales y sociales.

El modelo educativo STEAM se nutre de este ecosistema y contribuye a enriquecerlo, ya que promueve la interdisciplinariedad, codocencia, codiseño, coaprendizaje y colaboración. A lo largo de esta guía, se perfila el sueño de transformar el sistema educativo, para proporcionar la mejor Educación a cada persona y al conjunto de la ciudadanía, orientándolo también hacia las necesidades del sistema productivo dominicano en su camino hacia la modernización y el crecimiento sostenible. Se persigue, por tanto, formar personas competentes y contribuir a la consecución de un sistema productivo competitivo. Este resultado de la mirada al exterior ha de traducirse, sin duda, en un despertar el interés, la motivación y la ilusión de todos los agentes de la comunidad educativa como resultado de una mirada interior que intensifique la confianza en las capacidades institucionales e individuales como país y como ciudadanos.





2.1. Perspectiva histórica

La conexión entre los sistemas productivo y educativo ha condicionado tanto la comprensión de la educación y la enseñanza como su implementación en las instituciones escolares.

Los modelos tayloristas y fordistas de organización del trabajo, surgidos a principios del siglo XX, buscaban satisfacer las demandas del mercado laboral, como el aumento de la producción y la división del trabajo. Sin embargo, al trasladarse al sistema educativo, estos modelos causaron una fragmentación excesiva e incoherente del conocimiento escolar, así como una separación entre la ejecución y la toma de decisiones, excluyendo la participación del equipo docente, que quedaba relegado a la implementación de lo establecido por quienes diseñaban el currículo escolar.

En la actualidad, la globalización y la interconexión de las economías, que se han intensificado desde la década de 1980, también han transformado los sistemas educativos. Basta examinar las leyes y normativas para constatar estas nuevas realidades, como la adopción del enfoque competencial, una mayor integración curricular, la acentuación de los conocimientos necesarios acorde a las nuevas necesidades, funciones y roles de los docentes, o la organización y gestión de los centros educativos. En este sentido, surge el enfoque **STEAM**, una evolución del anterior STEM, que se presenta como una propuesta transformadora.

El enfoque STEAM Incorpora los principios de corrientes pedagógicas innovadoras para abordar la nueva realidad social, laboral y educativa. Este enfoque está ganando cada vez más fuerza y cuenta con el apoyo de administraciones, instituciones, docentes y organizaciones familiares, entre otros.

Al explorar los entornos virtuales de Internet, se hace evidente la variedad de cursos de formación, propuestas curriculares, programas, proyectos y recursos educativos relacionados con las STEAM. La red está repleta de docentes que diseñan, proponen y buscan formación y recursos en el ámbito de las STEAM.

Las STEAM están cada vez más presentes en la educación formal, no formal e informal. De hecho, los sistemas educativos más avanzados han priorizado la incorporación del enfoque STEAM en sus centros escolares y administraciones educativas. Pero incorporar las STEAM implica reorientar la formación inicial y continua de los profesionales de la educación, diseñar y desarrollar materiales y recursos para las instituciones y los docentes, reorganizar los espacios, y redefinir la estructura didáctica.

En este proceso de adhesión al enfoque STEAM, la formación y los recursos desempeñan un papel fundamental. Además de los procesos de capacitación de las organizaciones educativas y sus protagonistas, se considera esencial proporcionar guías de orientación STEAM que incluyan aproximaciones conceptuales y definiciones claras para abordar proyectos educativos y curriculares en las administraciones y los centros escolares.

2.2. Surgimiento de las competencias STEM

La presentación de la primera evaluación educativa basada en competencias en todo el mundo, formulada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el año 2000 como parte del programa de evaluación internacional PISA, marcó un hito al introducir el concepto clave de competencias. Desde la publicación de dicho informe, las competencias han permitido evaluar las habilidades y la calidad educativa de los estudiantes, lo que ha posibilitado reorientar los sistemas educativos hacia la equidad, la eficiencia y la eficacia.

El concepto de competencia supone la capacidad de los estudiantes para aplicar lo que han aprendido y para utilizar sus conocimientos y habilidades en situaciones de la vida real. Las y los estudiantes formados por competencias son capaces de pensar, razonar y analizar situaciones reales diferentes a las que se presentan en el aula, basándose en lo que han aprendido en sus estudios.

Desde el año 2000, el núcleo competencial básico que se establece para el análisis del progreso de los sistemas educativos se ha centrado en tres competencias: lectura, matemáticas y ciencias. Sin embargo, aunque estas tres competencias son el enfoque principal, no podemos ignorar la necesidad de desarrollar otras competencias básicas para abordar los desafíos del siglo XXI.

La metodología **STEM** (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) fue acuñada por la National Science Foundation en 1990 en Estados Unidos. Su objetivo era el de destacar estas áreas del conocimiento en la formación de estudiantes, futuros profesionales para el mundo altamente tecnificado y digitalizado en el que vivimos. En los últimos años, se ha fortalecido esta metodología en los estudios de las mujeres para fomentar las vocaciones femeninas en **STEM**, ya que su presencia en el mercado laboral y profesional es menor que la de los hombres.

Casi dos décadas después, en 2008, la metodología STEAM incorporó las Artes a este diseño, permitiendo así la integración del enfoque humanista que estas ofrecen.

Con el fin de lograr sus objetivos educativos y aumentar el número de profesionales en el futuro, tanto STEM como STEAM se han implementado en la educación como metodologías STEM/STEAM, y sus competencias se han convertido en elementos clave de los currículos educativos a nivel nacional, regional o local.

Estas metodologías representan una mejora con respecto a los métodos tradicionales, ya que permiten el desarrollo de nuevas competencias que forman parte de lo que comúnmente se denomina habilidades blandas (soft skills). Además, suponen una actualización de las didácticas y pedagogías convencionales ampliamente utilizadas y permiten una aplicación directa en la educación, ya que se ha demostrado que mejoran los resultados académicos cuando se complementan con las competencias curriculares de perfil más cognitivo.

De esta manera, la integración de competencias cognitivas con las nuevas habilidades blandas convierte a las metodologías STEM/STEAM en facilitadoras de la innovación en entornos científicos, tecnológicos, académicos y, en la actualidad, también en entornos educativos escolares.

2.3. Fundamentación y datos

Los programas STEM/STEAM se han mostrado capaces de mejorar capacidades fundamentales en la vida cotidiana como el pensamiento crítico o la resolución de conflictos (Greca-Dufranc & Meneses-Villagrà, 2018). Además, el aprendizaje temprano y activo en ciencia y tecnología mejora los resultados y facilita la formación de perfiles técnicos necesarios para mejorar las condiciones de vida en la sociedad.

Sin embargo, la implementación de estas metodologías en las escuelas todavía es limitada y los resultados en asignaturas científicas aún pueden mejorarse. A pesar de los esfuerzos para fomentar las vocaciones científicas en los últimos años, un estudio del Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad de 2022 (Organización de Estados Iberoamericanos - OEI, 2022b) reveló que el porcentaje de graduados en carreras STEM sigue siendo minoritario en Iberoamérica y América Latina, con menos del 10% en tecnologías de la información y la comunicación. Además, el porcentaje de mujeres en estas carreras es especialmente reducido, representando menos del 15% de los graduados.

Este desafío es evidente en la mayoría de los países en el ámbito de la OEI. Las pruebas de evaluación diagnóstica realizadas en 2018 con estudiantes de Sexto Grado en República Dominicana revelaron la necesidad de propuestas pedagógicas que fomenten la innovación, la creatividad y la experimentación. Es importante destacar que, en el país, solo el 4.10% de los estudiantes alcanzan un nivel satisfactorio en matemáticas, mientras que el 63.81% apenas logra un nivel elemental. En ciencias de la naturaleza, solo un 51.52% alcanza un nivel elemental. Asimismo, los resultados del informe PISA 2018 revelaron que solo un 9% de los estudiantes alcanzaba el Nivel 2 en matemáticas.

En consecuencia, según la Oficina de la OEI en República Dominicana, la mayoría de los estudiantes de 15 años no logran interpretar y reconocer fenómenos científicos sin instrucciones directas, y solo el 15% de los estudiantes evaluados pueden reconocer una explicación correcta de estos fenómenos (Organización de Estados Iberoamericanos, 2022a). Esto no solo limita su capacidad de contribuir a un modelo económico que cada vez más requiere perfiles técnicos, sino que también los expone a riesgos de desinformación y exclusión social.

A largo plazo, la falta de interés por las ciencias, la tecnología y las matemáticas, y el reducido número de graduados en estos campos, suponen una limitación para que los estudiantes puedan adaptarse al mundo hipertecnol gico en el que viven.

Por otro lado, las competencias y conocimientos más demandados en distintos portales económicos y de empleo, como la multidisciplinari dad, la capacidad de innovación y las habilidades tecnológicas avanzadas, pueden ser fortalecidas a través de las metodologías STEAM.

Al tratarse de una metodología multidisciplinar y práctica, el aprendizaje STEAM pone a los y las estudiantes en contacto directo con el mundo que les rodea, favoreciendo el pensamiento crítico, la resolución de problemas o la inferencia. "Aprender haciendo" es la mejor forma de integrar los conocimientos y capacidades que permitirán al estudiantado integrarse en la sociedad y enfrentar el futuro (National Research Council, 2012; Unión Europea, 2015).

2.4. Antecedentes de la Robótica y STEAM en el Ministerio de Educación de República Dominicana.

El Ministerio de Educación a través de la Dirección de Informática Educativa durante el periodo de Gestión Educativa comprendida entre 2013 y junio 2016, implementó una estrategia que combinaba la capacitación docente y la entrega de Kits de Robótica como medio para integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En este sentido, en el año 2014 se inició el plan de capacitación de los maestros de Ciencia y Tecnología en los Centros Educativos del Nivel Secundario de la Jornada Escolar Extendida, para que conozcan la robótica y luego impartan talleres especiales a los estudiantes. En este mismo período se realizó la creación de clubes e-Chicas y Supermáticas, en acuerdo con el Centro de Investigación para la Acción Femenina (CIPAF). Los clubes de MCIT/STEM tienen como objetivo principal promover un mayor y sostenido interés de las niñas y las adolescentes en las matemáticas, la ciencia y la tecnología, así como ofrecer orientación vocacional temprana que contribuya a cerrar la brecha digital de género, propiciando el incremento del número de mujeres en carreras científicas y tecnológicas, tanto a nivel medio como universitario.

La enseñanza de la robótica inicia con la tecnología LEGO Mindstorms Education EV3 en el Nivel Secundario, luego se incorporaron las Tecnologías Wedo 2.0 de Lego Education para el Nivel Primario; estas empiezan a utilizarse en modalidad de talleres extracurriculares para los centros educativos de Jornada Escolar Extendida, luego con la adecuación curricular por competencias del 2016, se coloca como una asignatura optativa en el Currículo del Nivel Secundario. También se continuó con la implementación de robots Tetrix y Arduino en los politécnicos, apoyando las ciencias, tecnologías e ingenierías.

En 2017 inició la creación de guías de aprendizaje para orientar el uso pedagógico de la robótica, estas estaban articuladas con las competencias fundamentales del Currículo dirigidas a los Niveles Primario y Secundario. Desde ese mismo año, se inicia la articulación curricular de la robótica con los actores del currículo y los niveles educativos.

En 2019 inicia la capacitación de docentes del Nivel Inicial en robótica educativa de forma híbrida con metodología de educación en línea y finaliza en 2020 en medio de la situación sanitaria creada por la pandemia del COVID-19, para continuar el desarrollo científico y tecnológico a través de la robótica educativa en línea, y se dotan los Centros Modelos de Educación Inicial de 3-5 Beet Bot por aula, dependiendo de la matrícula de niños y niñas, logrando una integración curricular del recurso desde las diferentes estrategias o modelos de planificación del Nivel.

En 2021 se realizó la implementación de las Maletas de Ciencias para el Nivel Primario con el objetivo de fortalecer las Ciencias y las tecnologías, se capacita al personal docente nacional, regional y distrital con una representación de dos docentes de aula por centro educativo impactado. De igual manera, inicia la dotación y capacitación para el uso de los laboratorios o carritos de ciencias de Pasco, la formación se articuló con las Áreas de Ciencia y Matemática de la Dirección de Currículo y los Técnicos Docentes especialistas de Nivel Secundario. En la Fase I de UNESCO, se capacitó a 68 docentes en robótica y programación, auspiciado por el acuerdo entre UNESCO y MINERD.

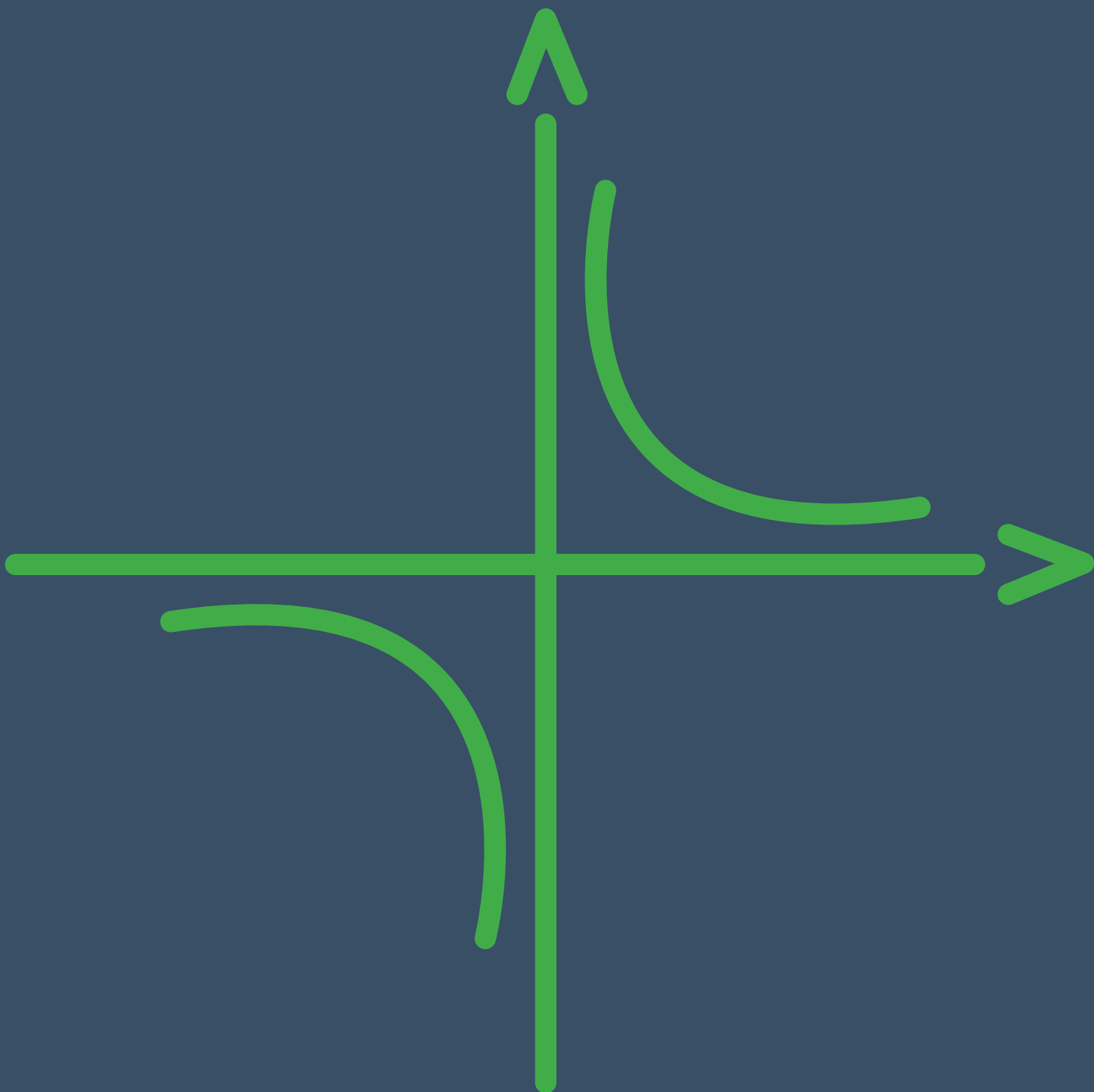
En el 2022 se desarrolla la FASE II- UNESCO con la formación de 78 docentes y 15 técnicos docentes en IMPRESIÓN Y DIBUJO 3D. Asimismo, se realiza la Jornada de formación de verano titulada “Explorando STEAM” dirigido a todos los docentes del nivel secundario y 1,154 técnicos docentes.

En el 2023-FASE III. Se firmó entre el Ministerio de Educación de República Dominicana (MINERD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) un Memorandum de Entendimiento con la finalidad de implementar la metodología STEAM en la Jornada Escolar Extendida, realizando proyectos y actividades pedagógicas haciendo uso de esta metodología, asimismo la UNESCO se comprometió a brindar asesoría y capacitación para nuestros técnicos y docentes en el marco del programa de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM) del organismo internacional.

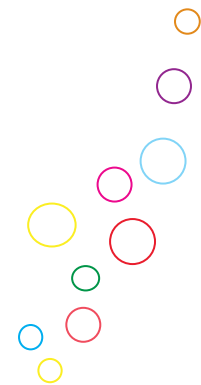
Este mismo año se realizó el “Taller Internacional de Formación en Micro Ciencia en la República Dominicana” del 16 al 19 de mayo. Durante esta jornada fueron capacitados de forma práctica 44 profesores, 5 coordinadores regionales, 18 técnicos regionales y 122 distritales del área de Ciencias de la Naturaleza”.

En el 2023, también se firma un convenio entre La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y el Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD) con el propósito de implementar un proyecto de Fortalecimiento de Competencias STEAM en República Dominicana, así como el diseño de recursos de apoyo para los docentes y gestores del sistema educativo. En el marco de este proyecto se están impactando 12 centros educativos del Nivel Primario y el Nivel Secundario del Distrito 15-06 Pedro Brand.

También en el 2023 se implementó el Campamento Robótica Educativa 2023, el cual se realiza con el objetivo de integrar las áreas de Ciencias, Tecnologías e Ingenierías; se ejecuta de forma simultánea en las 18 Regionales y los 122 Distritos, dirigido a cinco mil estudiantes que disfrutan, juegan y aprenden sobre diferentes programas tecnológicos y solución de problemas. Los estudiantes realizan actividades que le permiten ejecutar programas o lenguaje de programación iconográfica que les permiten construir figuras geométricas utilizando los bloques, control, movimiento y lápiz, también practican a construir robot base y exploración del entorno de Software EV3 Classroom.



[3] _Aproximación Conceptual a STEAM_



3.1. Implicaciones educativas del enfoque STEAM

El acrónimo STEAM encierra un significado en el que la interacción, la interdisciplinariedad, lo transdisciplinar y, en definitiva, la integración curricular le confiere una dimensión conceptual amplia que trasciende a lo instrumental y metodológico y que recogiendo peculiaridades teóricas le aproximan a la dimensión de “enfoque”.

Podemos definir las STEAM como un enfoque de los procesos de enseñanza-aprendizaje que persigue que el estudiantado optimice el **desarrollo competencial básico** establecido en los planes educativos mediante procesos de **integración curricular** de los ámbitos y materias que contiene y su correspondiente despliegue metodológico. En este sentido, hay que señalar que una de sus principales características, la integración de conocimientos o su desfragmentación, lleva implícita la necesidad de acomodar y supeditar el resto de los elementos pedagógicos a la misma, en orden a su adecuado desarrollo y resultados. Por ello, el enfoque STEAM supone un avance, una disrupción con el anterior planteamiento o enfoque educativo y organizativo en cuanto que necesita de la innovación de todos los elementos pedagógicos: decisión y planificación conjunta del Equipo del Centro, despliegue sistematizado, ordenado y armónico, adopción de procesos metodológicos, organizativos y evaluativos flexibles y avanzados en los niveles macro, meso y micro, entre otros.

La integración de conocimientos científicos, tecnológicos, ingenieriles, artísticos y matemáticos en un corpus más amplio puede fundamentarse en la resolución de problemas globales a los que se enfrenta la humanidad y supone enfocar la enseñanza desde un doble plano. En primer lugar, la finalidad de que las personas aprendan a desarrollar las competencias necesarias para desenvolverse en la sociedad del siglo XXI. En segundo, el propósito de acomodar los sistemas educativos de cara a su colaboración con los sistemas productivos, para hacerlos más competitivos y mejorando así el bienestar individual y social.

A raíz de las situaciones de aprendizaje, problemas o retos planteados, el estudiantado, con la colaboración y guía constante del profesorado, investigará y aprenderá a trabajar junto en equipo, profundizando en los métodos y conocimientos de las materias que sean necesarias para abordar la solución a los retos, preguntas, problemas o dilemas.

En este sentido, la metodología de la enseñanza ha de centrarse en el estudiantado, por lo que las metodologías denominadas activas cobran aquí su pleno significado.

Hay que señalar también que la colaboración entre los y las docentes es inherente al enfoque en cualquiera de las tareas que conforman el proceso de enseñanza-aprendizaje, desde la primera toma de decisión, pasando por la planificación y ejecución hasta la evaluación.

Por último, es conveniente apuntar que, aunque en esta guía nos decantamos por la consideración de las STEAM como un enfoque, como una manera de orientar o encauzar la enseñanza y el aprendizaje, muchos prefieren en su lugar referirse a las STEAM como metodología en el abordaje de esos procesos.

Así, desde esta posición y un punto de vista más operativo, STEM y STEAM son metodologías educativas que buscan formar a los profesionales del futuro, promoviendo competencias cognitivas y curriculares propias de cada sistema educativo, así como competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la innovación, la investigación, la colaboración/cooperación y el liderazgo.

La metodología STEAM va más allá al incorporar las Artes, lo que permite una visión más completa que incluye no solo el componente científico de STEM, sino también un componente proveniente del ámbito humanístico. Esto da origen al acrónimo STEAM.

STEAM introduce, enseña y fomenta el pensamiento y razonamiento científico, así como el razonamiento lógico-matemático, imitando en el entorno escolar lo que se realiza diariamente en los trabajos reales en las áreas STEAM. Estas áreas incorporan destrezas imprescindibles para el mundo profesional.

3.2. Evolución: de STEM a STEAM

Tras la formulación del informe de la OCDE en el año 2000 y el plan de acción de la Unión Europea para conseguir perfiles profesionales técnicos en 2004 (“Europa necesita más científicas”), podemos situar el origen de STEAM, como acrónimo, en un ensayo de 2008 de Georgette Yakman.

En aquel momento, Yakman introduce la A de “Arts” (artes) en el acrónimo que ya existía de STEM y que hacía referencia a la intersección entre ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (E) y matemáticas (M). Asumiendo la necesidad de apostar por un enfoque multidisciplinar, Yakman creía esencial introducir en el modelo lo que en inglés se denomina the arts, o las artes, para generar un aprendizaje verdaderamente integrado y creativo (Yakman, 2008; Ruiz-Vicente, Zapatea-Llinares & Montés-Sánchez, 2021).

En 2011, la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) organizaba el Congreso Internacional de Educación Científica, demostrando la importancia de la educación STEM/STEAM en los países Iberoamericanos.

La integración del arte y la creatividad junto con las disciplinas científico-tecnológicas valora aspectos como la innovación y el diseño, el fomento de la curiosidad y la imaginación, y la búsqueda de soluciones diversas para un mismo problema. Al combinar el arte con el aprendizaje STEM, las artes se convierten en un agente multidisciplinario que permite establecer conexiones entre las ciencias y los ámbitos artísticos, facilitando la comunicación y la comprensión de la realidad, y estimulando estrategias y soluciones creativas (Ruiz-Vicente, Zapatea-Llinares & Montés-Sánchez, 2021).

En el enfoque STEAM, la ingeniería guía la aplicación de los conocimientos hacia la investigación y el desarrollo, mientras que las artes aseguran la conexión con la realidad social y fomentan la creatividad.

El modelo de Yakman, que guio la estrategia nacional de Estados Unidos en relación con el STEAM, enfatizaba la importancia de la integración curricular y el aprendizaje interdisciplinario. La inclusión de las “artes” en el enfoque de Yakman fue tan integradora y multidisciplinaria que en algunos casos la “A” se ha interpretado como “All other disciplines” (todas las demás disciplinas), destacando su capacidad de enraizamiento y su preocupación por trasladar el aprendizaje a la resolución de problemas sociales (Greca-Dufranc & Meneses-Villagrà, 2018).

3.3. Dimensiones en el concepto STEAM



STEAM abarca varias disciplinas

STEM/STEAM se compone de una serie de elementos curriculares que guían su aplicación.

Science y **Technology** incorporan la capacidad de los alumnos para identificar asuntos científicos, explicar fenómenos científicos, utilizar la evidencia científica para pensar, interpretar, responder y solucionar tareas con éxito, e incluso tomar decisiones en situaciones de la vida que implican a la ciencia y a la tecnología, y ámbitos actuales como la biotecnología o la biomedicina, siendo frecuentes ya desde las aulas escolares también los ámbitos relativos a programación, computación, robótica e inteligencia artificial.

Engineering incorpora la ingeniería y acerca a las aulas temáticas como las infraestructuras, diseño de edificios, ciudades y/o puentes desde una perspectiva escolar motivadora.

Arts incorpora en las escuelas con metodología STEAM las artes como vehículo competencial del pensamiento creativo, incluyendo ámbitos como la alfabetización visual y el liderazgo creativo que impulsan a los alumnos a expresar sus ideas de manera propia, original y relevante.

Mathematics incorpora la capacidad de los alumnos de formular, emplear e interpretar las matemáticas en diversos contextos. Prepara a los alumnos para razonar matemáticamente, y utilizar conceptos y procedimientos matemáticos, hechos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir determinados fenómenos introduciendo otros ámbitos de aplicabilidad como la economía, contabilidad, análisis de datos.



STEAM es un concepto de currículo integrado

Hablar de STEAM supone enfocar la organización de los saberes no desde la suma de cada una de las disciplinas, sino desde el currículo integrado.

Al adoptar este enfoque, se reconocen la interconexión y la complementariedad entre las diferentes áreas del conocimiento, promoviendo una visión más amplia y holística de la educación. Se busca impulsar el desarrollo de habilidades transversales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, al tiempo que se fomenta la aplicación de estos conocimientos en contextos reales.



STEAM es un enfoque humanista

Al integrar las disciplinas STEM con “las artes”, STEAM fomenta una visión amplia y enriquecedora del conocimiento, valorando tanto las habilidades técnicas como la expresión creativa. Este enfoque reconoce la importancia de desarrollar habilidades sociales y emocionales, como la empatía, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico, y busca la cooperación con el entorno familiar y comunitario del estudiantado. Al abrazar este componente emocional y social, STEAM prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real de manera comprensiva y humana.

Ejemplo: la integración por ámbitos en el sistema educativo español

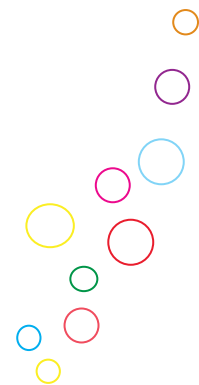
En algunos sistemas educativos, como el español, se agrupan disciplinas en programas de diversificación curricular, denominados “Ámbitos”. Por ejemplo, el **Ámbito Sociolingüístico** incluye Ciencias Sociales y Lengua/Literatura, mientras que el **Ámbito Tecnológico y Científico** abarca Matemáticas, Física, Química, Ciencias Naturales y Tecnología. Esta unión va más allá de la suma de las partes y se caracteriza por la interacción entre las disciplinas. Aunque los ámbitos implican una reducción de contenidos, se respetan los mínimos exigidos por ley. Sin embargo, en la Etapa de Educación Secundaria Obligatoria, no se produce esta reducción.

En etapas como educación preescolar o educación primaria, los centros educativos pueden organizar los saberes en ámbitos o áreas, integrando elementos curriculares de diversas disciplinas. Este proceso se fundamenta en la psicología, considerando cómo los niños se acercan al conocimiento de manera global. En la vertiente pedagógica-curricular no se reduce el contenido, sino que se agrupan en torno a centros de interés relevantes para los estudiantes, conectados con sus experiencias vitales.





[4] Fundamentos para la implementación de _Proyectos Steam_



4.1. La programación STEAM, un trabajo de evaluación e integración a varios niveles

Si el currículo STEAM implica abordar la integración curricular de las áreas curriculares, el sistema educativo se enfrenta a desafíos significativos: principalmente, superar las barreras de una cultura escolar arraigada en la estructuración basada en materias.

Enfocar la educación desde las STEAM requiere una estructuración curricular integrada y que supere la fragmentación de las áreas del conocimiento, asignaturas o disciplinas. En el modelo tradicional, las asignaturas suelen ser el eje central tanto de la estructuración curricular como de la organización escolar. Por lo tanto, es necesario que las escuelas sean conscientes de estos aspectos y reflexionen sobre ellos para iniciar la organización de la integración curricular.

El nivel de integración dependerá de los objetivos del centro y de su sistema de apoyo. Especialistas como Simó, Lagarón y Rodríguez (2013) lo secuencian en tres niveles que pueden guiar el trabajo de los centros y de los equipos de gestión:

- **Nivel de integración multidisciplinario:** los conocimientos y las habilidades se presentan a lo largo de diferentes asignaturas, bajo un tema común.
- **Nivel de integración interdisciplinario:** los contenidos y las competencias se fusionan en las asignaturas que están relacionadas en el currículo. Una misma temática se puede impartir para todos los cursos cambiando su grado de complejidad.
- **Nivel de integración transdisciplinaria:** partiendo de problemas reales e interesantes para los y las estudiantes, encontramos un mayor grado de fusión entre asignaturas STEM, potenciando el Aprendizaje basado en Problemas (ABP).

4.2. Metodología STEAM: enfoque competencial

En una metodología STEAM, las áreas de ciencia y tecnología se complementan para desarrollar la capacidad de los alumnos de identificar asuntos científicos, utilizar la evidencia científica y aplicar la tecnología en la resolución de tareas y toma de decisiones. Mientras, la ingeniería se introduce en las aulas, permitiendo a los estudiantes explorar temas como infraestructuras y diseño técnico desde una perspectiva motivadora. Las artes desempeñan un papel crucial al servir como vehículo para fomentar el pensamiento creativo, incluyendo la alfabetización visual y el liderazgo creativo. Por último, las matemáticas preparan a los alumnos para razonar matemáticamente y aplicar

conceptos y herramientas matemáticas en diversos contextos, incluyendo ámbitos como la economía, contabilidad y análisis de datos.

En conjunto, estas áreas se entrelazan para promover un enfoque holístico en la educación STEAM que requiere de ciertas actuaciones y capacidades desde la gestión.



Cómo el enfoque STEAM fortalece el aprendizaje por competencias

En la actualidad, el paradigma educativo preponderante se inclina de manera significativa hacia el aprendizaje basado en competencias. Este enfoque se erige como el más idóneo para formar individuos con la capacidad de desenvolverse eficazmente en el entorno contemporáneo, caracterizado por la globalización y los avances tecnológicos. En este contexto, se demanda que las personas sean aptas en la aplicación de un pensamiento reflexivo y en la conexión de ideas y conocimientos para abordar los desafíos cotidianos y adaptarse a las continuas transformaciones de la sociedad.

Según las Recomendaciones del Consejo de la Unión Europea (2018), competencias como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad, el pensamiento computacional y la autorregulación, se erigen como herramientas esenciales. Estas capacidades permiten no solo la puesta en práctica efectiva de lo aprendido, sino también la generación de nuevas ideas, teorías, productos y conocimientos en la dinámica sociedad actual.

Dada la importancia que ha cobrado el enfoque de aprendizaje por competencias desde las primeras etapas de la educación, numerosos sistemas educativos han optado por trascender el modelo pedagógico tradicional, basado en la mera adquisición de conocimientos teóricos, y transitar hacia un modelo centrado en el desarrollo de habilidades prácticas y aplicables en contextos reales. El currículo educativo de la República Dominicana también ha sido revisado y rediseñado bajo el novedoso enfoque de educación por competencias, con el fin de convertirlo en el modelo oficial y generalizado del sistema formal dominicano de educación (Santana Soriano, 2020).

Dentro del enfoque educativo basado en competencias, las metodologías STEAM encajan de manera armónica. Ambas perspectivas comparten elementos que se complementan. STEAM se centra en la integración interdisciplinaria de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas para abordar desafíos en contextos reales. En este enfoque, no solo se fomenta la adquisición de conocimientos en cada disciplina de manera aislada, sino que también refuerza de manera global el aprendizaje basado en competencias.

Este apartado expone cómo el enfoque STEAM contribuye al fortalecimiento del aprendizaje por competencias, considerándose cada una de las Competencias Fundamentales planteadas en el Currículo Preuniversitario dominicano (MINERD, 2022a; 2022b; 2022c).

Competencia Ética y Ciudadana

El enfoque STEAM conlleva que los estudiantes se impliquen en proyectos y retos que exigen un análisis profundo y una toma de decisiones informadas. A medida que se enfrentan a problemas y cuestiones relacionadas con la tecnología, la ciencia y la sociedad, los y las estudiantes pueden reflexionar sobre las implicaciones éticas de sus decisiones y valorar cómo sus actos afectan a la comunidad y al entorno. Además, los proyectos STEAM fomentan el trabajo en equipo y la colaboración entre estudiantes, ya que el hecho de trabajar juntos en proyectos que repercuten en la sociedad hace que aprendan sobre responsabilidad ciudadana y bienestar público. Esto promueve la empatía, cultivando un sentido de responsabilidad cívica orientado al bien común.

Competencia Comunicativa

La metodología STEAM fomenta el aprendizaje basado en proyectos, lo que impulsa a los estudiantes a presentar sus ideas y conclusiones de manera clara y accesible para diversos públicos. Esto implica transmitir conceptos técnicos y científicos, mejorando así sus habilidades en comunicación oral y escrita. El trabajo en equipo refuerza la capacidad de argumentación, la escucha activa y la colaboración entre estudiantes para encontrar soluciones efectivas a los problemas planteados. Además, a través de la creación de presentaciones, redacciones y discursos, los y las estudiantes aprenden a estructurar y transmitir información de manera coherente, adaptando su mensaje según la audiencia a la que se dirigen.

Competencia Pensamiento Lógico, Creativo y Crítico

La integración de disciplinas en los proyectos STEAM requiere que los estudiantes analicen, evalúen y resuelvan problemas complejos, estimulando así el pensamiento crítico, analítico y lógico. Abordan desafíos desde diversas perspectivas y consideran diversas soluciones. Los proyectos STEAM se basan en aplicar conocimientos teóricos a situaciones reales, lo que fomenta el análisis crítico y la comprensión de la aplicabilidad práctica de los conocimientos.

Al mismo tiempo, el pensamiento lógico les capacita para abordar problemas complejos al explorar relaciones de causa y efecto, identificar patrones, evaluar resultados y buscar explicaciones en las discrepancias. La inclusión del arte en la metodología STEAM potencia la creatividad, permitiendo a los estudiantes investigar enfoques diversos, generar ideas únicas y encontrar soluciones singulares al combinar disciplinas distintas.

Competencia Resolución de Problemas

Dentro de los proyectos STEAM, los estudiantes enfrentan la tarea de resolver problemas complejos desde una perspectiva crítica y analítica. Esto supone analizar situaciones, identificar desafíos y generar soluciones innovadoras. Esta dinámica refuerza la habilidad

de abordar problemas desde múltiples ángulos. Dado que los proyectos se fundamentan en situaciones reales, los estudiantes se enfrentan a problemas auténticos que demandan soluciones pragmáticas y creativas.

Al encarar los desafíos planteados por los proyectos, los y las estudiantes necesitan descomponer situaciones complejas en elementos más sencillos. En busca de soluciones, deben comparar varios enfoques, ponderar sus ventajas y desventajas, y seleccionar el más pertinente, fundamentando su elección de manera lógica. Asimismo, la experimentación en los proyectos STEAM les brinda la oportunidad de aplicar el método de ensayo y error. Esto les permite evaluar los resultados y ajustar sus soluciones en función de las lecciones aprendidas.

Competencia Científica y Tecnológica

La metodología STEAM enriquece la competencia científica de los estudiantes al promover una comprensión práctica y aplicada de conceptos científicos a través de la investigación. Los aspectos científicos son abordados en contextos reales mediante actividades concretas, lo que permite a los estudiantes poner en práctica el método científico. A través de la formulación de hipótesis, experimentos y análisis de pruebas empíricas, se fomenta el pensamiento científico.

Además, los proyectos STEAM facilitan la interacción de los estudiantes con profesionales científicos, aumentando su interés y motivación en el campo de la ciencia.

La inclusión de tecnología en la metodología STEAM ofrece a los estudiantes una ventaja competitiva en el mundo laboral al brindarles habilidades tecnológicas esenciales en la era actual. Su destreza en tecnología se amplía al utilizar y familiarizarse con diversas herramientas y tecnologías, desde software de diseño gráfico hasta programas de simulación y análisis de datos. Esto les permite adquirir habilidades prácticas en la manipulación de tecnologías relevantes para sus respectivos campos.

Competencia Ambiental y de la Salud

Una ventaja adicional del enfoque STEAM radica en su capacidad para abordar problemas ambientales y de salud desde diversas disciplinas, lo que proporciona a los estudiantes una visión integral de los elementos involucrados. Los estudiantes aprenden a analizar críticamente información relacionada con la salud y el medio ambiente, evaluando fuentes, datos y pruebas científicas para formular conclusiones respaldadas.

Los proyectos STEAM pueden enfocarse en investigaciones relacionadas con asuntos como la contaminación del aire, la calidad del agua potable, la gestión de residuos y la salud pública, entre otros temas. Este enfoque brinda la oportunidad de que los estudiantes comprendan la relevancia de la sostenibilidad ambiental y cómo las acciones individuales y colectivas pueden impactar en el entorno y la salud en el futuro.

Competencia Desarrollo Personal y Espiritual

La metodología STEAM impulsa la colaboración entre estudiantes en proyectos conjuntos, cultivando variadas habilidades como la comunicación, la resolución de conflictos y la aptitud para trabajar en equipo hacia metas compartidas. En diversos proyectos STEAM, los estudiantes cuentan con la oportunidad de explorar y determinar su enfoque para resolver problemas. Esto refuerza su autonomía, ya que toman decisiones y gestionan su propio avance de manera responsable.

En resumen, dado el peso del aprendizaje por competencias y el avance tecnológico reciente, la metodología STEAM, caracterizada por su enfoque interdisciplinario, práctico y resolutivo, se ha vuelto esencial para la enseñanza basada en competencias. Expertos coinciden en los múltiples beneficios que aporta: estimula la creatividad, la resolución de problemas y la toma de decisiones, resultando en un aprendizaje completo que honra la singularidad de cada estudiante (Ludeña, 2019; Murga, 2018; Santillán Aguirre et al., 2019; Zamorano et al., 2018). Aunque es un proceso innovador, requiere adaptación pedagógica para adecuarse a diversos contextos de manera efectiva.

Aquí radica la importancia del profesorado en la creación de proyectos centrados en el fortalecimiento de las competencias del alumnado. Al profundizar en los elementos curriculares de STEAM, se prepara a los estudiantes para el futuro. Adicionalmente, se insta a la recopilación de pruebas empíricas para evaluar la efectividad de las metodologías STEAM implementadas, además de medir su influencia en la adquisición de competencias cognitivas y socioemocionales entre los estudiantes.

4.3. Metodología STEAM: docencia integrada y compartida

La metodología STEM/ STEAM se ha planteado desde universidades y con profesionales vinculados a la ciencia como una oportunidad de crear un contexto favorable a la alfabetización científica en una sociedad en la que las ciencias, la tecnología y la ingeniería tienen una participación muy importante en el conocimiento humano. En el siglo XXI, estas áreas contribuyen a la creación de multitud de productos y servicios innovadores de uso universal, pero su manejo y comprensión no está al alcance de grandes grupos de población de la mayoría social a la que van destinados. Es ahí donde estas metodologías demuestran su gran valor.

La metodología STEAM desarrolla mejor los elementos conceptuales y competenciales cuando se inicia desde las primeras etapas de la educación primaria. En este sentido, ir a la base de la sociedad en la que se están formando los futuros ciudadanos y profesionales, es decir, a la educación, se entiende en la actualidad como un deber social. Sin la participación de esta importante etapa en la comprensión de las ciencias, la tecnología y la ingeniería, estas áreas profesionales están abocadas a ser minoritarias, tal y como demuestran los datos volcados en esta guía.

El reto es complejo, pero cuenta con elementos de indudable atractivo creativo. Además, en esta etapa educativa temprana resulta más intuitivo y natural introducir en el ámbito STEM la participación de las artes para hacer posibles las metodologías STEAM.



Orientaciones para los y las docentes

El equipo docente, organizado y estructurado en equipo, es clave a la hora de implementar proyectos y metodologías STEAM. En este apartado se indican algunas propuestas para facilitar la docencia STEAM.

Combinar adecuadamente conceptos/contenidos y competencias

El trabajo STEAM no es fácil desde el punto de vista conceptual, pero sí es menos difícil desde el punto de vista competencial. Las nuevas competencias requeridas en el siglo XXI son elementos imprescindibles en la metodología STEAM, y los y las docentes pueden desarrollarlas de manera atractiva. Para ello, el equipo docente no solo tiene que proponerse el objetivo de que los alumnos conozcan ciertos conceptos o contenidos, sino que sean capaces de poner en práctica dichos recursos, para a través de sus habilidades, dar respuesta a problemas reales.

Combinar adecuadamente la metodología STEAM en educación primaria y secundaria

Además de equilibrar conceptos y competencias, es conveniente, en los centros educativos que optan por la metodología STEAM, hacer un planteamiento global de las diferentes edades y etapas en la maduración de los y las estudiantes, fundamentalmente en educación primaria y educación secundaria. En este sentido, es recomendable enfatizar las competencias STEAM desde la educación primaria, de modo que en secundaria no haya que empezar de cero.

En los centros educativos que ya tienen cultura de trabajo en metodología STEAM desde la primaria, los y las docentes de secundaria se encuentra con un gran camino recorrido para implementar temáticas más complejas desde el punto de vista conceptual y de contenidos. Eso les permite reforzar competencias y métodos de trabajo STEAM que ya han sido trabajadas en primaria, como el pensamiento crítico, el trabajo cooperativo, la resolución de problemas o la creatividad.

El equipo docente como guía de los Proyectos Educativos STEAM

Aunque el alumno es el principal protagonista en el aprendizaje STEAM, los y las docentes deben tener un rol indudablemente activo. Enseñar desde las STEAM requiere un alto grado de indagación, investigación y formación personal para estar permanentemente actualizado en materias científicas. Así evitaremos caer en la irrelevancia conceptual y procedimental y podremos guiar todo el proceso, dando apoyo, estableciendo objetivos, evaluando los resultados y reorientando el aprendizaje.

Prácticas derivadas del mentoring como el asesoramiento, los intercambios entre docentes, o las supervisiones o guías entre distintos centros educativos dan muy buenos resultados.

El equipo docente como vehículo de Visión de Uso y de Utilidad STEAM

La metodología STEM, incluso antes de incorporar las artes, destaca por su transferencia al contexto escolar para permitir a la población comprender mejor la aplicabilidad práctica de las áreas STEM en la resolución de problemas técnicos y científicos. Su valor radica en facilitar la vida de los ciudadanos a través de descubrimientos y contribuciones. Los clásicos ejemplos de construcción de puentes, energía, robótica y recursos hídricos son fácilmente adaptados a entornos educativos desde temprana edad.

Equipos docentes generadores de un entorno STEAM atractivo

Desde el origen, la metodología STEM se planteó como una ayuda en la búsqueda de vocaciones en los ámbitos del acrónimo. Ya entonces estas áreas eran deficitarias, sobre todo en mujeres, al menos un 52% de la población que, de forma social y estructural, se veía orientada a opciones académicas de perfil más humanístico o biosanitario—más “feminizadas”.

Convertir las STEAM en un proyecto atractivo es requisito fundamental para que las alumnas y los alumnos conecten con estas áreas y vean la gran aplicabilidad que tienen no solo en su futuro profesional, sino en su vida diaria. ¡Los profesionales STEAM resuelven grandes problemas prácticos de la humanidad!

Para llevar los contenidos y el planteamiento STEAM a las aulas de forma atractiva pueden plantearse varias fases:

- 1)** Generación de preguntas.
- 2)** Planteamiento del reto o conflicto a resolver.
- 3)** Búsqueda de los conocimientos necesarios (indagación por parte del estudiante).
- 4)** Procesos previos e itinerario final ordenado de los estudiantes hacia la búsqueda y consecución de soluciones.
- 5)** Comunicación de las soluciones y el trabajo realizado por los estudiantes. En esta fase, la aportación de la “A” de Artes se convierte en fundamental para la comunicación e interpretación de resultados mediante la creatividad de la expresión oral, expresión escrita, generación de imágenes (formato digital, formato artes plásticas, elementos visuales...).



El rol de la Administración educativa en la organización y planificación STEAM

Es indudable que la innovación requiere de un ambiente propicio: innovar puede ser garantía de éxito, pero la innovación no ocurre por sí sola. Así, aunque el equipo docente puede facilitar un ambiente adecuado e incorporar corrientes pedagógicas y didácticas atractivas, los responsables educativos y la Administración tienen un papel clave. Deben contribuir a la creación y mantenimiento de un ambiente educativo en el que la innovación sea uno de los elementos clave de las políticas educativas.

Por ejemplo, en República Dominicana el MINERD puede motivar la innovación a través de la acreditación de formación docente, ofreciendo cursos de formación al docente, lanzando proyectos y concursos de creatividad para los centros educativos, dotando de recursos materiales, etc. Se encontrarán diversas maneras de potencialización STEAM a lo largo de esta guía.

Desde MINERD se puede guiar o coordinar los elementos relevantes para que los Proyectos Educativos STEAM sean una realidad en los centros educativos. Siendo esta una de las metodologías más acordes con las demandas futuras de desarrollo científico y tecnológico, facilitar los Proyectos Educativos STEAM en las escuelas es una responsabilidad que pueden asumir los Gobiernos y responsables políticos.

Guía de Buenas Prácticas para la Organización y Planificación en clave STEAM

Se incluye en esta Guía una selección de propuestas para los objetivos educativos STEAM:

- Elaborar un Plan STEAM.
- Formar a los docentes en metodologías STEAM.
- Realizar convocatorias públicas de Proyectos Educativos STEAM en las escuelas.
- Solicitar en la convocatoria un programa inicial y memoria final de evaluación de resultados a los proyectos.
- Incentivar en los centros educativos el desarrollo de los proyectos mediante acreditaciones reconocibles y valoradas por los y las docentes para las escuelas que desarrollen los proyectos.
- Colaborar con instituciones, entidades, empresas, y universidades para que asesoren (con profesionales-mentores) a los centros educativos en las áreas STEAM y en los proyectos.
- Incentivar en las escuelas a los equipos de profesores.
- Crear en las escuelas equipos STEAM estables.
- Crear o facilitar la posición/función "Coordinadores STEAM" en los centros educativos.
- Realizar reuniones periódicas entre docentes de los proyectos educativos y Administración.
- Elaborar planes de dotación económica y/o de recursos materiales de los proyectos.
- Implementar la creación de Aulas STEAM en las escuelas.
- Establecer un plan de difusión de los proyectos, actividades y resultados de los centros STEAM acreditados.
- Promover para los centros STEAM los canales propios con garantía de seguridad de la Administración para la difusión de iniciativas e intercambios escolares (plataformas, cloud, mediatecas, repositorios, aulas virtuales, páginas web, redes sociales...).

- Fomentar en los centros educativos la compartición de materiales y recursos bajo licencias Creative Commons, con respeto a la protección de derechos de autor.
- Impulsar la celebración de eventos, foros, congresos, en los que estudiantes y docentes puedan comunicar y difundir sus actividades y proyectos.



Integración de áreas y contenidos STEM / STEAM

El modelo educativo STEAM está en constante evolución y construcción. En sus versiones más avanzadas incluye la disciplina de robótica pasando a denominarse STREAM, mientras que en su concepción original se limitó a las disciplinas STEM. Estos sucesivos desarrollos o evoluciones se ubican en un proceso progresivo de desarrollo de competencias y de diálogo interdisciplinar que requiere fases previas para avanzar a las siguientes. Integrar la disciplina de arte en metodología STEM requiere trayectoria, experiencia, aprendizaje y madurez institucional.

Desde este punto de vista, y aunque en su configuración actual el modelo incluya avances respecto a la inclusión de las disciplinas y dimensiones artísticas, presentamos su desarrollo vinculado a niveles iniciales STEM como fase previa. Reservamos para etapas de extensión y normalización la incorporación de modelos que transiten de lo inter a lo transdisciplinar. El conocimiento escolar se puede estructurar de dos formas. Una es la forma global o integrada, que muestra el conocimiento como se relaciona con la realidad. Otra es la forma fragmentada o disciplinar, que divide el conocimiento en áreas, temas o asignaturas. Esta última forma tiene una larga historia que ha influido en el modo de pensar y hacer pedagogía, y que dificulta cualquier cambio en la organización curricular.

La Educación STEM presenta esa función “holística”, por lo que no se entiende sin una integración curricular. Aunque el grado y tipo de integración variará en función de la perspectiva que tenga el país sobre la Educación STEAM, la ruta compartida enfatiza las ciencias, las matemáticas y la tecnología e incorpora los procesos de diseño ingenieril, dando un contexto práctico a las matemáticas mediante la experimentación.

El primer paso es lograr la integración STEM. La Tabla 1 representa gráficamente un modelo con distintas perspectivas y niveles de integración, obtenidos de la guía desarrollada por Botero Espinosa & Sneider (2018) y por Ávila Ruiz (2019).

Tabla 1. Diferentes formas de integración de la Educación STEM



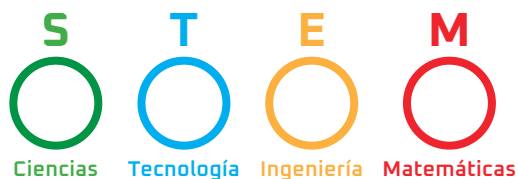
Perspectiva de silos y huecos

Se refiere a tener cuatro asignaturas, pero solo dos de ellas incluyen un contenido apreciable, mientras que las otras dos no tienen o son escasos los contenidos apreciables. Esta perspectiva implica que no hay ningún nivel de integración. Por ejemplo, las ciencias y las matemáticas son las que se trabajan dentro del aula, mientras que la tecnología y la ingeniería son secundarias y no se muestran en el currículo.



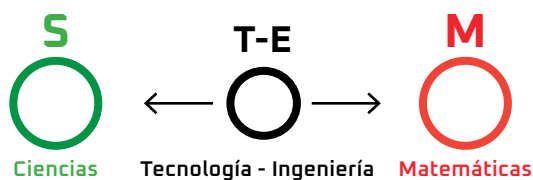
Perspectiva de la asignatura líder

En este tipo de integración, en cada caso el líder es una asignatura diferente que contiene las demás asignaturas STEM. Es decir: una de las asignaturas tiene sólidos contenidos y prácticas y además contiene a las otras asignaturas.



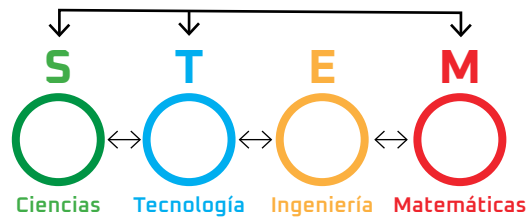
Perspectiva de silos

Es la forma de enseñar asignaturas de manera separada o lo que puede definirse como S.T.E.M. (separados). Es la más común en los colegios, donde ciencias y matemáticas son asignaturas clásicas que llevan su plan de estudio por separado y sus proyectos de divulgación también, y donde la tecnología se presenta como cursos de informática, robótica y diseño (siendo así la que logra algún grado de integración).



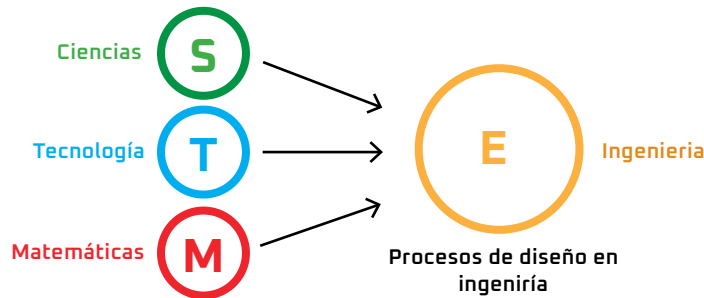
Perspectiva de la interconexión a través de otra asignatura

Esta perspectiva se presenta cuando ciencias y matemáticas son dictadas de forma separada y se conectan por medio de la tecnología o la ingeniería en proyectos que implican diseño y procesos de ingeniería. Hay cierto grado de integración, pero no el total de STEM.



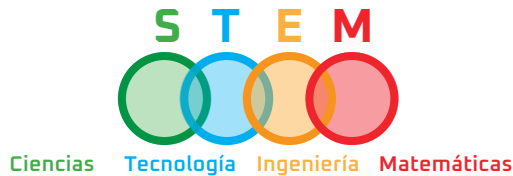
Perspectiva de coordinación

Cooperación entre docentes para la enseñanza de un tema en concreto de una asignatura. No se aprecia realmente una integración entre áreas dado que los profesores y las profesoras no tienen un nivel pleno de conocimiento de los contenidos que sus compañeros dictan.



Perspectiva de combinación

Combina el campo de ciencia, matemáticas y tecnología. De este modo se acerca a la integración. Supone la intención de crear un programa especial y paralelo al plan de estudios que complemente y refuerce los conocimientos de las asignaturas que tienen su propio plan de estudios a nivel curricular y que permite a los y las estudiantes participar activamente en procesos de diseño en ingeniería.



Perspectiva de la superposición

Se presenta cuando se quiere realizar una investigación y resolución de problemas y los alumnos pasan por las diferentes asignaturas para llegar a la solución final. Esta perspectiva propicia un aprendizaje significativo, pero no presenta una de las cualidades primordiales de la Educación STEM: la enseñanza holística.



Perspectiva transdisciplinaria

Cuando docentes y directivos han observado los beneficios de la educación STEM pueden lograr este nivel de integración transdisciplinario a través de proyectos que presentan al estudiante problemas de la vida real y que responden a problemas urgentes de la sociedad, así no solo se integran asignaturas STEM sino que es posible que se sumen artes, sociales, lenguaje, etc.

Para llevar a cabo una enseñanza STEM es necesario que el currículo permita desarrollar alguno de los estilos de integración de asignaturas en el aprendizaje del estudiante. En función del estilo, se logrará alcanzar un determinado nivel o grado. Cuanto mayor sea el grado de integración curricular mayores serán las posibilidades de que los contenidos, conceptos e ideas sean perennes en la memoria del alumnado. Por tanto, se debe progresar desde un nivel disciplinario, en el que aprenden contenidos y habilidades en materias separadas, a un nivel interdisciplinario o transdisciplinario, donde los alumnos apliquen su conocimiento y habilidades de asignaturas conectadas entre sí.

La integración curricular permite hallar soluciones idóneas y efectivas a problemas que se planteen en la vida. Además, ayuda a los docentes a identificar qué conocimientos deben adquirir los alumnos y de qué manera funcionan o se organizan.

Podemos concluir que para que un currículo nacional contenga elementos de la Educación STEM para la escuela del siglo XXI se deben considerar los siguientes aspectos finales:

- Reconocer la importancia de la ciencia y la tecnología para el progreso económico del país y adaptar la educación a los cambios actuales.
- Sensibilizar a estudiantes y docentes sobre la importancia de la cualificación de profesionales de los ámbitos STEM para el progreso económico del país.
- Priorizar la integración como elemento central de la educación.
- Fomentar el aprendizaje a través de experiencias vividas en el aula.
- Promover la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo.
- Buscar la autonomía de los y las estudiantes, desarrollando las competencias necesarias para el siglo XXI.
- Relacionar el contenido con la vida cotidiana de forma práctica y con conexiones a la realidad.
- Utilizar estrategias cognitivas para fomentar la reflexión y el razonamiento del estudiante.
- Aprovechar los conflictos como oportunidades para impulsar el pensamiento científico del estudiante.
- Implementar una evaluación continua, utilizando diversas herramientas para recopilar resultados fomentando una cultura de evaluación y análisis responsable que se extienda a los puntos débiles y áreas de mejora.
- Fomentar la creación de Comunidades de Aprendizaje que promuevan el trabajo cooperativo, la creatividad y una educación integral.

4.4. Propuesta para la organización de un centro educativo STEAM



Estructura organizativa: estructura equipo-tipo STEAM en un centro educativo

El modelo educativo STEAM busca combinar y conectar diferentes áreas de conocimiento y habilidades en un currículo integrado, con el objetivo de aplicar y transferir conocimientos en situaciones reales y complejas. Para desarrollar estas competencias en los estudiantes y capacitarlos para abordar problemas de manera integral, es esencial utilizar enfoques de docencia compartida e interdisciplinariedad en los proyectos. La organización departamental basada en materias se vuelve inadecuada en este contexto.

En lugar de coordinar las materias de forma aislada, se propone una estructura organizativa en ámbitos. Esto implica agrupar los departamentos tradicionales en espacios de conocimiento común. Al hacerlo, se fomenta una visión más integrada y colaborativa, permitiendo una enseñanza más efectiva y coherente en el marco de la educación STEAM.

- **Ámbito STEAM:** Área de Ciencias de la Naturaleza, Tecnología, Área de Matemáticas y Educación Artística.
- **Ámbito Lingüístico:** Área de Lengua Española y Área de Lenguas Extranjeras.
- **Ámbito Humanístico:** Área de Ciencias Sociales, Área de Formación Integral Humana y Religiosa y Área de Educación Física.

En el horario se intentarán incluir horas complementarias para la persona encargada de la coordinación de cada ámbito y otra para la reunión de coordinadores de ámbitos.

La estructura organizativa del equipo que conforma el Ámbito STEAM puede variar dependiendo de las necesidades y recursos disponibles de cada centro educativo. En esta guía se propone una estructura organizativa base:

- Coordinador STEAM
- Equipo STEAM
- Espacios y recursos STEAM
- Equipo de apoyo administrativo
- Estudiantes
- Madres, padres o tutores

Coordinador STEAM

- Esta persona es responsable de liderar y supervisar todo el equipo STEAM. Su función principal es establecer la visión y los objetivos del equipo, coordinar todas las actividades y proyectos relacionados con STEAM en el centro educativo, y asegurarse de que se cumplan los plazos y se logren los resultados deseados.
- Coordina la planificación curricular y la integración de las disciplinas STEAM en el programa de estudios.
- Colabora con otros departamentos y docentes para asegurar una integración efectiva de las disciplinas STEAM en todas las áreas académicas.

Equipo STEAM

- **Profesores especializados:** docentes expertos en cada una de las disciplinas STEAM. Son responsables de diseñar y enseñar contenido específico y colaborar en proyectos multidisciplinarios.
- **Mentores externos:** Profesionales que apoyan a los docentes en el diseño de materiales y recursos educativos STEAM, asegurando que se alineen con los objetivos y estándares curriculares.
- **Técnicos y expertos en herramientas y tecnologías:** personas con conocimientos técnicos y experiencia en el uso de herramientas y tecnologías relacionadas con STEAM, como impresoras 3D, software de diseño, equipos de laboratorio, etc. Pueden incluir especialistas en informática, electrónica, robótica, impresión 3D, entre otros, que ayudan al estudiantado y docentes en el manejo de estas herramientas y en la implementación de proyectos y actividades técnicas.

Estudiantado

Grupos de estudiantes interesados en STEAM que se reúnen regularmente para trabajar en proyectos, participar en competencias y realizar actividades relacionadas como ferias STEAM.

Madres, padres o tutores

Involucrar a madres, padres y/o tutores en la comisión puede facilitar la comunicación entre la escuela y el hogar, así como brindar una perspectiva adicional sobre la experiencia de los estudiantes en el centro educativo.

Mentores y expertos externos

Se invita a profesionales y expertos en STEAM de la comunidad local o empresas para que compartan su experiencia y brinden orientación a los estudiantes.



Competencias generales de una persona líder STEAM

- **Experiencia pedagógica:** el líder debe tener una comprensión profunda de los enfoques pedagógicos y las metodologías relevantes para la educación STEAM. Esto incluye el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en la investigación y actividades prácticas que promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad.
- **Desarrollo del currículo:** La competencia en el desarrollo y diseño del currículo es crucial para un líder pedagógico educativo. Deben poder alinear el proyecto STEAM con los objetivos, estándares y marcos educativos al tiempo que garantizan las conexiones interdisciplinarias y la integración de las disciplinas STEAM.
- **Diseño instructivo:** el líder debe tener la capacidad de diseñar y planificar estrategias educativas que involucren de manera efectiva a los estudiantes en el aprendizaje STEAM. Deben estar familiarizados con diferentes modelos y herramientas de instrucción que promuevan el aprendizaje activo y los enfoques centrados en el estudiante.
- **Instrucción diferenciada:** reconociendo las diversas necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, el líder debe ser hábil para brindar instrucción diferenciada. Esto implica adaptar las estrategias de enseñanza, los recursos y las evaluaciones para acomodar varios niveles de habilidad y fortalezas individuales.
- **Valoración y evaluación:** la competencia en el diseño de evaluaciones formativas y sumativas es esencial para monitorear el progreso del estudiante y evaluar la efectividad del proyecto STEAM. El líder debe poder desarrollar herramientas de evaluación que midan tanto el conocimiento del contenido como la aplicación de las habilidades STEAM.
- **Colaboración y desarrollo profesional:** el líder debe fomentar una cultura colaborativa entre los educadores, promoviendo el trabajo en equipo y el intercambio de mejores prácticas. También deben facilitar oportunidades de desarrollo profesional continuo para que los maestros mejoren sus habilidades pedagógicas STEAM y se mantengan actualizados con las últimas investigaciones e innovaciones.



Competencias específicas de una persona líder STEAM

- **Integración STEAM:** el líder debe tener una sólida comprensión de las disciplinas STEAM y sus interconexiones. Deben ser capaces de guiar a los profesores en la integración perfecta de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas dentro del proyecto, asegurando un enfoque holístico del aprendizaje.
- **Competencia tecnológica:** en un proyecto STEAM, la tecnología a menudo juega un papel crucial. El líder debe poseer competencia en tecnologías y herramientas relevantes utilizadas en la educación STEAM, como plataformas de codificación, software de análisis de datos, modelado 3D y herramientas de creación de prototipos.

- **Apoyo y entrenamiento de maestros:** el líder debe brindar apoyo, orientación y entrenamiento continuos a los maestros involucrados en el proyecto STEAM. Esto incluye observar y brindar retroalimentación, facilitar comunidades de aprendizaje profesional y ofrecer recursos y estrategias para mejorar las prácticas de instrucción.
- **Compromiso de la comunidad:** involucrar a padres y madres, a las organizaciones locales y a la comunidad en general en el proyecto STEAM mejora su autenticidad y relevancia. El líder debe tener la capacidad de establecer asociaciones con partes interesadas externas, promover la participación de la comunidad y crear oportunidades para que los estudiantes muestren su trabajo.
- **Capacidad de respuesta cultural:** es importante reconocer y valorar diversas perspectivas culturales en la educación STEAM. El líder debe poseer competencia cultural y asegurarse de que el proyecto STEAM refleje y respete los antecedentes culturales y las experiencias de los estudiantes.
- **Creatividad e innovación:** fomentar la creatividad y fomentar una mentalidad innovadora es fundamental para los proyectos STEAM. El líder debe inspirar y motivar a los docentes y estudiantes a pensar críticamente, explorar nuevas ideas, asumir riesgos y aceptar el fracaso como parte del proceso de aprendizaje.



Liderazgo para la implementación de las competencias STEAM

Los equipos de gestión educativos deben tener un liderazgo entendido en sentido vertical y horizontal que permee todos los estamentos y componentes del centro educativo y de la comunidad educativa en la que esté inserto. Desde la gestión, el apoyo debe ser total a los equipos departamentales más directamente implicados en las áreas STEAM para aprovechar al máximo a todos los equipos interdisciplinarios especialistas. El objetivo es que el centro educativo pueda desarrollar un Proyecto Educativo STEAM propio, que otorgue prestigio a toda la escuela haciéndola avanzar hacia niveles más altos de calidad educativa.

Así, la gestión puede contemplar distintos tipos de liderazgo en su estructura:

- **Liderazgo visionario:** con capacidad para desarrollar una visión clara e inspiradora, establecer metas y articular una dirección estratégica.
- **Liderazgo en políticas:** comprender y garantizar la implementación efectiva de políticas educativas, regulaciones y estándares.
- **Liderazgo colaborativo:** trabajar efectivamente con diversas partes interesadas, fomentar asociaciones sólidas y crear un entorno educativo inclusivo.
- **Liderazgo transformacional:** inspirar y motivar a maestros, personal y estudiantes para alcanzar metas ambiciosas y fomentar la innovación y la colaboración.

- **Liderazgo distribuido:** compartir responsabilidades de liderazgo en toda la organización para fomentar la colaboración y la toma de decisiones compartida.
- **Liderazgo ético:** priorizar principios morales y éticos, demostrar integridad, justicia y promover la equidad y la inclusión.
- **Liderazgo basado en datos:** utilizar datos educativos de manera efectiva para la toma de decisiones informadas y promover una cultura de alfabetización de datos.
- **Liderazgo de defensa:** defender las necesidades de la comunidad educativa y abogar por cambios en políticas para apoyar la excelencia y la equidad educativas.



Elementos del proyecto STEAM

El Proyecto Educativo es el que va a permitir integrar los elementos curriculares para ser enfocados y tratados desde la metodología STEAM. Los elementos imprescindibles que debe tener el Proyecto Educativo para permitir integrar este enfoque son varios:

- **Denominación:** nombre del Proyecto y justificación/significado.
- **Objetivo:** Línea temática del trabajo a desarrollar por el centro educativo. ¿Qué quiere desarrollar? El objetivo debe mencionar si se va a trabajar el conjunto de las áreas STEAM o solo algunas de ellas, justificando la decisión.
- **Destinatarios:** cursos, etapas y/o niveles educativos a los que va destinado.
- **Docentes implicados:** departamentos vinculados a las áreas STEAM que van a participar.
- **Unidad didáctica de desarrollo:** planificación durante el periodo temporal en el que se lleve a cabo en relación con el curso escolar.
- **Compromisos:**
 - Medidas específicas orientadas a la promoción de vocaciones científico-tecnológicas especialmente entre las alumnas y los alumnos.
 - Propuesta metodológica para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y ciencias.
 - Actuaciones para mejorar el conocimiento y uso del inglés científico y tecnológico.
 - Propuesta de actividades STEM/STEAM para que participe el centro educativo y, en su caso, mención de las actividades relativas a la comunidad educativa y las familias.
 - Evento final de curso en el que se explicarán públicamente los desarrollos y resultados del Proyecto Educativo.
 - Áreas curriculares integradas.

▪ **Proyecto Educativo participativo:**

- Acreditación/justificación del apoyo del Equipo de Gestión Directiva.
- Acreditación/justificación de la participación y apoyo del Claustro de Profesores.
- Acreditación/justificación del apoyo y/o participación del Consejo Escolar del Centro Educativo.
- Cooperación con agentes externos: programas STEM/STEAM de empresas, con distintas organizaciones e instituciones educativas, con universidades...
- Viabilidad del Proyecto Educativo: justificación de los recursos escolares propios para llevarlo a cabo, ya sean recursos materiales, recursos humanos, pedagógicos o de otra naturaleza.
- Posibilidades de difusión: uso y creación de materiales educativos propios (digitales preferiblemente), cooperación con otros centros e instituciones educativas, difusión de buenas prácticas, mentorización entre centros educativos para extender la metodología STEAM.
- Evaluación: plan de evaluación final del desarrollo del Proyecto Educativo y concreción y alcance de los resultados obtenidos.



Incentivos para el desarrollo de proyectos educativos STEAM

Los incentivos deben ser en un doble sentido: los equipos de gestión directiva en los centros educativos deben promover internamente incentivos para los y las docentes responsables de estos proyectos. Algunos ejemplos son un mayor grado de flexibilidad horaria o recursos (materiales, pero también en forma de espacios) si fuesen necesarios para el desarrollo del proyecto. Asimismo, las autoridades educativas pueden promover externamente una acreditación específica (a través del desarrollo de un sello) para los centros educativos que promuevan Proyectos Educativos STEAM relevantes, o facilitar recursos y/o eventos de encuentro y divulgación que refuercen la promoción de la calidad educativa destacando el esfuerzo y trabajo de las escuelas para mejorar. Todas estas áreas se desarrollan en la presente guía.

Recursos

A la hora de equipar un centro educativo con recursos STEAM, es importante elaborar un plan de dotación de recursos que al menos tenga en cuenta los siguientes puntos clave:

Evaluación de necesidades

Se debe realizar una evaluación exhaustiva de las necesidades actuales de recursos STEAM en la institución educativa para identificar las áreas y disciplinas específicas que requieren recursos adicionales para la implementación efectiva de STEAM.

Debe consultarse a los docentes y el personal educativo para tener en cuenta sus opiniones y recomendaciones sobre los recursos STEAM necesarios.

Investigación y selección de recursos

Hay que llevar a cabo una investigación y evaluación de diferentes recursos STEAM disponibles en el mercado, incluyendo, como mínimo, equipos, herramientas, software, materiales y tecnología.

A la hora de considerar determinados recursos, hay que tener en cuenta que sean adecuados para diferentes niveles educativos y disciplinas STEAM relevantes.

Se debe evaluar la calidad, la usabilidad, la durabilidad y el coste de los recursos antes de tomar decisiones de compra.

Presupuesto

A la hora de establecer un presupuesto para la adquisición de recursos STEAM hay que considerar tanto los costos iniciales como los costos recurrentes de mantenimiento y actualización.

Es importante explorar las posibles fuentes de financiación, como subvenciones educativas, donaciones, colaboraciones con empresas locales o programas gubernamentales.

Priorización

Hay que priorizar los recursos STEAM según las necesidades identificadas y los objetivos educativos de la institución.

También hay que considerar la diversidad de recursos, asegurando una combinación equilibrada de equipos físicos, software, materiales didácticos y herramientas tecnológicas.

Adquisición y distribución

Siempre se deben realizar las compras de acuerdo con el presupuesto y las prioridades establecidas. Hay que tener una buena coordinación de la logística de distribución de los recursos a las aulas y laboratorios correspondientes. Se deben establecer políticas y procedimientos para el uso y cuidado adecuados de los recursos, así como para la reserva y préstamo de estos.

Formación y capacitación

Hay que proporcionar formación y capacitación a los docentes sobre el uso efectivo de los recursos STEAM adquiridos. De igual modo, organizar talleres, seminarios o sesiones de desarrollo profesional para que los docentes adquieran las habilidades necesarias para aprovechar al máximo los recursos es un punto muy positivo para tener en cuenta.

Evaluación y mejora continua

Es conveniente realizar un seguimiento de la efectividad de los recursos STEAM en el logro de los objetivos educativos.

También recopilar comentarios y opiniones de los docentes y estudiantes sobre la utilidad y eficacia de estos.

Por último, se deben realizar ajustes y mejoras según sea necesario, basados en los resultados de la evaluación y en las necesidades emergentes.

Por tanto, la implementación exitosa de un plan de dotación de recursos STEAM requiere de una planificación cuidadosa, una inversión adecuada y un enfoque en el desarrollo profesional de los docentes para maximizar el impacto de los recursos en el aprendizaje de los estudiantes.

El aquí presentado es solo un ejemplo y debe adaptarse a las necesidades y circunstancias específicas de cada centro educativo.



Formación docente

La formación docente en STEAM es esencial para garantizar que los educadores estén preparados y capacitados para enseñar de manera efectiva dentro de este enfoque integrado. Algunas consideraciones para tener en cuenta son las siguientes:

- **Conocimiento de los conceptos STEAM:** los y las docentes deben tener un sólido entendimiento de los conceptos y principios clave en cada área STEAM, así como de cómo se integran entre sí. Esto implica adquirir conocimientos en ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y arte, y comprender cómo se relacionan en aplicaciones prácticas.
 - **Metodologías pedagógicas STEAM:** los y las docentes necesitan aprender y aplicar enfoques pedagógicos que sean adecuados para el aprendizaje en STEAM. Esto incluye métodos de enseñanza activos y basados en proyectos, promoción del pensamiento crítico y la resolución de problemas, fomento de la creatividad y la innovación, y colaboración entre estudiantes.
 - **Integración curricular:** la formación docente en STEAM debe incluir estrategias para integrar de manera efectiva los elementos STEAM en el currículo existente. Es decir, el equipo docente debe aprender a identificar oportunidades para abordar temas STEAM en diferentes asignaturas y cómo diseñar actividades y proyectos que fomenten la integración de conocimientos y habilidades.
 - **Uso de tecnología y herramientas:** los y las docentes deben estar familiarizados con el uso de tecnología y herramientas relevantes para STEAM, como software de diseño, herramientas de programación, dispositivos electrónicos y materiales de construcción. La formación debe incluir la capacitación en el uso de estas herramientas y cómo incorporarlas en las actividades de aprendizaje.
 - **Colaboración interdisciplinaria:** la formación docente en STEAM debe promover la colaboración entre docentes de diferentes disciplinas para facilitar la integración de conocimientos y habilidades. Los y las docentes deben aprender a trabajar juntos para diseñar proyectos interdisciplinarios, compartir recursos y conocimientos, y brindar apoyo mutuo.
 - **Evaluación en STEAM:** los y las docentes deben aprender a diseñar estrategias de evaluación concretas y efectivas para medir el aprendizaje en STEAM. Esto implica

comprender cómo evaluar tanto los conocimientos conceptuales como las habilidades prácticas y cómo utilizar diferentes métodos y herramientas de evaluación, como proyectos, presentaciones, observaciones y reflexiones.

- **Desarrollo profesional continuo:** la formación docente en STEAM debe ser un proceso continuo que fomente el desarrollo profesional a lo largo del tiempo. Los y las docentes deben tener acceso a oportunidades de desarrollo profesional, como talleres, cursos, conferencias y comunidades de práctica, para mantenerse actualizados con las últimas investigaciones y prácticas en STEAM.

Es importante que los programas de formación docente en STEAM sean adaptados a las necesidades específicas de los y las docentes y brinden apoyo continuo a medida que los educadores implementan estas nuevas metodologías en el aula. La colaboración entre instituciones educativas, organismos de formación y profesionales STEAM puede desempeñar un papel crucial en el desarrollo y la implementación efectiva de la formación docente en STEAM.

Esta formación docente en STEAM puede ofrecerse a través de diferentes modalidades, como cursos presenciales, talleres, seminarios en línea o programas de capacitación.



Sistema de incentivos para la formación docente en STEAM

La implementación de un sistema de incentivos puede ser una forma efectiva de motivar y recompensar a los docentes que participan en la formación en STEAM. Aquí hay algunas ideas para establecer un sistema de incentivos para la formación docente en STEAM:

- **Reconocimiento y apreciación:** Reconocer y valorar el esfuerzo y el compromiso de los y las docentes que participan en la formación en STEAM es un incentivo poderoso. Puede ser a través de certificados, menciones en boletines escolares, reconocimientos públicos en eventos escolares o agradecimientos personales por parte de la dirección escolar.
- **Oportunidades de desarrollo profesional:** Proporcionar oportunidades de desarrollo profesional adicionales a los y las docentes que se involucran en la formación en STEAM puede ser un incentivo valioso. Esto puede incluir financiación para asistir a conferencias o talleres relacionados con STEAM, acceso a recursos educativos especializados, becas para cursos o programas de posgrado en el campo STEAM, o la posibilidad de participar en comunidades de práctica o grupos de investigación.
- **Asignación de roles y responsabilidades adicionales:** Brindar a los y las docentes que se forman en STEAM la oportunidad de asumir roles y responsabilidades adicionales puede ser un incentivo significativo. Por ejemplo, se les puede asignar la tarea de liderar proyectos STEAM en la escuela, coordinar actividades extracurriculares relacionadas con STEAM, o ser mentores para otros docentes interesados en la implementación de enfoques STEAM.

- **Participación en proyectos y colaboraciones externas:** Promover la participación de los y las docentes en proyectos y colaboraciones externas puede ser un incentivo motivador. Esto puede incluir la colaboración con universidades, empresas, organizaciones sin fines de lucro u otras instituciones relacionadas con STEAM, lo que brinda a los y las docentes la oportunidad de compartir y ampliar su experiencia, así como establecer redes profesionales.
- **Evaluación y reconocimiento del desempeño:** Integrar indicadores relacionados con STEAM en los procesos de evaluación y reconocimiento del desempeño docente puede ser un incentivo adicional. Por ejemplo, se pueden considerar criterios relacionados con la implementación de enfoques STEAM en el aula, el logro de objetivos STEAM establecidos, la participación en actividades de formación y el impacto observado en el aprendizaje de los estudiantes.

Es importante adaptar el sistema de incentivos a las necesidades y contextos específicos de la institución educativa. Se debe realizar una consulta y diálogo con docentes para comprender sus intereses y necesidades, y desarrollar un sistema de incentivos que sea equitativo, transparente y motivador para todos los educadores involucrados en la formación en STEAM.



Organización de espacios

La organización de espacios para la implementación de STEAM en un centro educativo es fundamental para facilitar el aprendizaje práctico, la codocencia y la colaboración entre estudiantes. Aquí hay algunas ideas sobre cómo organizar los espacios para la implementación efectiva de STEAM:

Biblioteca

Un área especializada con libros, revistas y otros recursos relacionados con STEAM para fomentar la investigación y el aprendizaje independiente. Los recursos de lectura, investigación y aprendizaje deben ser en la medida de lo posible de cada centro educativo en soporte digital.

Laboratorio STEAM

Debe ser un espacio equipado con mesas de trabajo, sillas y suministros necesarios para llevar a cabo experimentos científicos, proyectos de ingeniería, construcción de prototipos, etc.

Debe contar con equipos y herramientas específicas para cada disciplina STEAM, como microscopios, kits de robótica, impresoras 3D, herramientas de construcción, instrumentos científicos, etc.

Aula flexible

Un aula versátil que permita la adaptación de los muebles y la disposición del espacio según las necesidades de cada actividad STEAM.

Puede contar con mesas y sillas móviles o modulares para facilitar la colaboración en grupos pequeños o grandes. Incluir pizarras o superficies de escritura en las paredes para fomentar la visualización de ideas y conceptos.

Espacio de arte y diseño

Un área dedicada al arte y la creatividad, equipada con materiales artísticos.

Puede contar con mesas grandes y espacios abiertos para permitir la creación de obras de naturaleza artística y la colaboración en proyectos artísticos relacionados con STEAM.

Laboratorio de tecnología

Un espacio equipado con ordenadores, tabletas, software especializado, impresoras 3D, cortadoras láser y otros dispositivos tecnológicos relevantes para proyectos de diseño y fabricación.

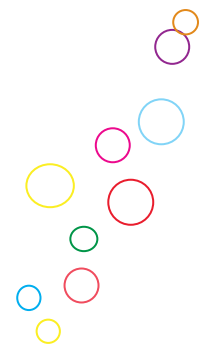
Puede contar con estaciones de trabajo individuales o en grupos para que los y las estudiantes puedan realizar tareas de programación, diseño gráfico y modelado en 3D.

Espacio al aire libre

Un área al aire libre puede ser utilizada para actividades relacionadas con la naturaleza, energía renovable, agricultura, entre otros. Puede contar con jardines, áreas de cultivo, huertos, zonas de experimentación y observación de fenómenos naturales.

Es importante que los espacios STEAM sean accesibles y estén diseñados de manera inclusiva, considerando las necesidades de todo el estudiantado. Además, se debe fomentar la flexibilidad y la adaptabilidad de los espacios para permitir la realización de diferentes tipos de proyectos y actividades STEAM.

Bases para la _Evaluación de los Aprendizajes_



Para la implementación del modelo STEAM es fundamental contar con un sistema de seguimiento y evaluación continua. Este sistema proporcionará información relevante del proceso.

Cuando un centro inicia la fase de implementación, se evaluarán aspectos como el liderazgo, la cultura colaborativa y las programaciones didácticas para asegurar una adecuada puesta en marcha del enfoque STEAM. En la fase de ejecución, se evaluará la realización de las programaciones didácticas, los resultados académicos de los y las estudiantes y la satisfacción de los y las docentes. Además, se llevará a cabo una valoración global del modelo STEAM y se propondrán mejoras para los cursos siguientes. Este sistema de seguimiento y evaluación continua permitirá obtener información clave para asegurar la calidad y la efectividad del enfoque STEAM en el centro educativo.

La evaluación permite comprobar los avances y las oportunidades de mejora, para poder así extender el trabajo de forma cuantitativa y normalizar las experiencias STEAM. La extensión permitirá, a su vez, la normalización del trabajo STEAM en cuanto estandarización de objetivos a conseguir que permitan su certificación y progreso al siguiente nivel.

A través de todos estos procesos, la formación y el apoyo a las y los docentes es fundamental.

Por tanto, nos situamos en una dinámica en bucle o espiral en la que la evaluación verifica, la normalización certifica y la extensión da lugar a una nueva fase que será evaluada, certificada y llevará a la subsiguiente fase. Esta espiral en el despliegue tiene su aplicación tanto a nivel de sistema como a nivel de centro: a nivel de sistema nos situamos en la evaluación del modelo, en la ampliación del número de centros implicados y la normalización como grado de madurez que permita al sistema crear su propio sello de certificación.

En la perspectiva de centro el punto de partida de la espiral lo situamos en una evaluación previa que pudiera dar lugar a las primeras experiencias STEAM, Proyectos STEAM o Plan de Centro STEAM. Como se detalla en secciones anteriores, estas son las tres fases identificadas como hitos tanto en la evaluación como en la extensión y/o normalización dentro de la cultura organizativa de los centros educativos.

5.1. Sistema de indicadores



Finalidad

Desde la perspectiva de centros, se plantea realizar una evaluación con las siguientes finalidades:

- **Formativa.** Los centros educativos, al ir respondiendo a un cuestionario inicial, podrán descubrir los condicionantes para la implementación del modelo STEAM (tanto los que ya tengan conseguidos como lo que les resten por alcanzar o mejorar).

- **Diagnóstico.** La evaluación tendría que dar lugar a un informe del centro de su trayectoria en trabajo colaborativo, innovación, conexión con necesidades del contexto, etc., así como a las fortalezas y debilidades de cara a la implementación del modelo.
- **Acreditación inicial.** Sería el punto de partida que situaría al centro en una futura escala de normalización de cara a un posible sistema de acreditación ascendiente.



Dimensiones que evaluar

La evaluación STEAM de centro debería considerar las siguientes dimensiones:

- **Liderazgo y visión del equipo directivo:** ¿El centro cuenta con un equipo directivo, está interesado y se compromete con la implementación del proyecto STEAM?
- **Espacios físicos polivalentes:** ¿El centro dispone de espacios físicos adecuados para diferentes actividades, como laboratorios, talleres, áreas de exhibición y espacios de colaboración? Estos espacios deben ser flexibles y adaptables para satisfacer las necesidades de diversos proyectos y equipos de trabajo colaborativo.
- **Recursos y equipamiento:** ¿Con qué equipos, recursos y equipamiento cuenta el centro para apoyar las actividades STEAM? Esto debe incluir herramientas, equipos científicos y tecnológicos, entre otros.
- **Integración curricular:** Determinar la flexibilidad para integrar en el currículo los elementos y recursos necesarios para integrar la metodología STEAM, asegurando que los proyectos y actividades se alineen con los objetivos de aprendizaje y las competencias clave.
- **Cultura de trabajo en equipo:** ¿Se promueve la colaboración, la creatividad y el logro de objetivos comunes, fomentando la colaboración, la integración de habilidades, la resolución de problemas complejos y el desarrollo de competencias clave para preparar a los estudiantes para el mundo laboral actual y futuro?
- **Metodología de enseñanza:** ¿La metodología de enseñanza en un centro STEAM se basa en el enfoque de aprendizaje activo y práctico? ¿Se fomenta la exploración, la investigación, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico? ¿Los estudiantes son animados a plantear preguntas, probar soluciones y aprender de sus propios errores?
- **Formación y formación continua de los y las docentes:** ¿Su formación es en el área o asignatura que imparte clases? ¿Reciben formación y apoyo continuo para que puedan implementar eficazmente proyectos STEAM en el aula? Esto implica desarrollar habilidades técnicas y pedagógicas relacionadas con la ciencia la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas.
- **Apoyo de la comunidad educativa:** ¿En qué disposición están las familias, tutores y la comunidad en general de apoyar la participación activa? Esto puede incluir colaboraciones con expertos externos, empresas locales, instituciones educativas y organizaciones comunitarias relacionadas con el campo STEAM.

5.2. Transferencia de aprendizajes al sistema

Para la generación de aprendizaje organizacional en materia de STEAM, cabe prever tres fases

- **Fase inicial:** recopilación información y experiencias STEAM.
- **Fase generación conocimiento** STEAM.
- **Fase transferencia** conocimiento y aprendizajes.

Estas tres fases (información, conocimiento y transferencia) son fases secuenciales que requieren de una metodología de registro y sistematización de la práctica STEAM. A su vez, estas fases tienen diferentes niveles:

- **Nivel 1: intracentro.** En la medida que un centro transite por las fases de experiencia, proyecto y plan de centro debe sistematizar y compartir información con el resto de los órganos y miembros de la comunidad educativa.
- **Nivel 2: intercentros.** En la medida que el modelo educativo STEAM transite del pilotaje a la extensión y a la normalización debe acumular información, sistematizar conocimiento y transferir aprendizajes de unas organizaciones a otras.
- **Nivel 3: intersectores.** En la medida que la estrategia gubernamental STEAM vaya implicando y conectando subsectores y creando sinergias se irá generando más información, sistematización y por tanto transferencia de conocimiento y aprendizaje.

Identificadas las fases y los niveles de transferencia, resta concretar la metodología para registrar la información, sistematizar y generar conocimiento, así como transferir aprendizaje.

En este estadio inicial del proyecto, consideramos relevante conocer el horizonte, pero trasciende al objetivo de esta guía concretar la metodología de generación del conocimiento que, por otra parte, no es más que lógica consecuencia del método científico, lo que pudiera ser considerado como una fase META STEAM.

Sí deben los equipos de apoyo y seguimiento concretar los sistemas de registro y documentación de experiencias STEAM, a ser posible mediante aplicaciones informáticas que permitan la interoperabilidad.

5.3. Equipos externos de apoyo y seguimiento

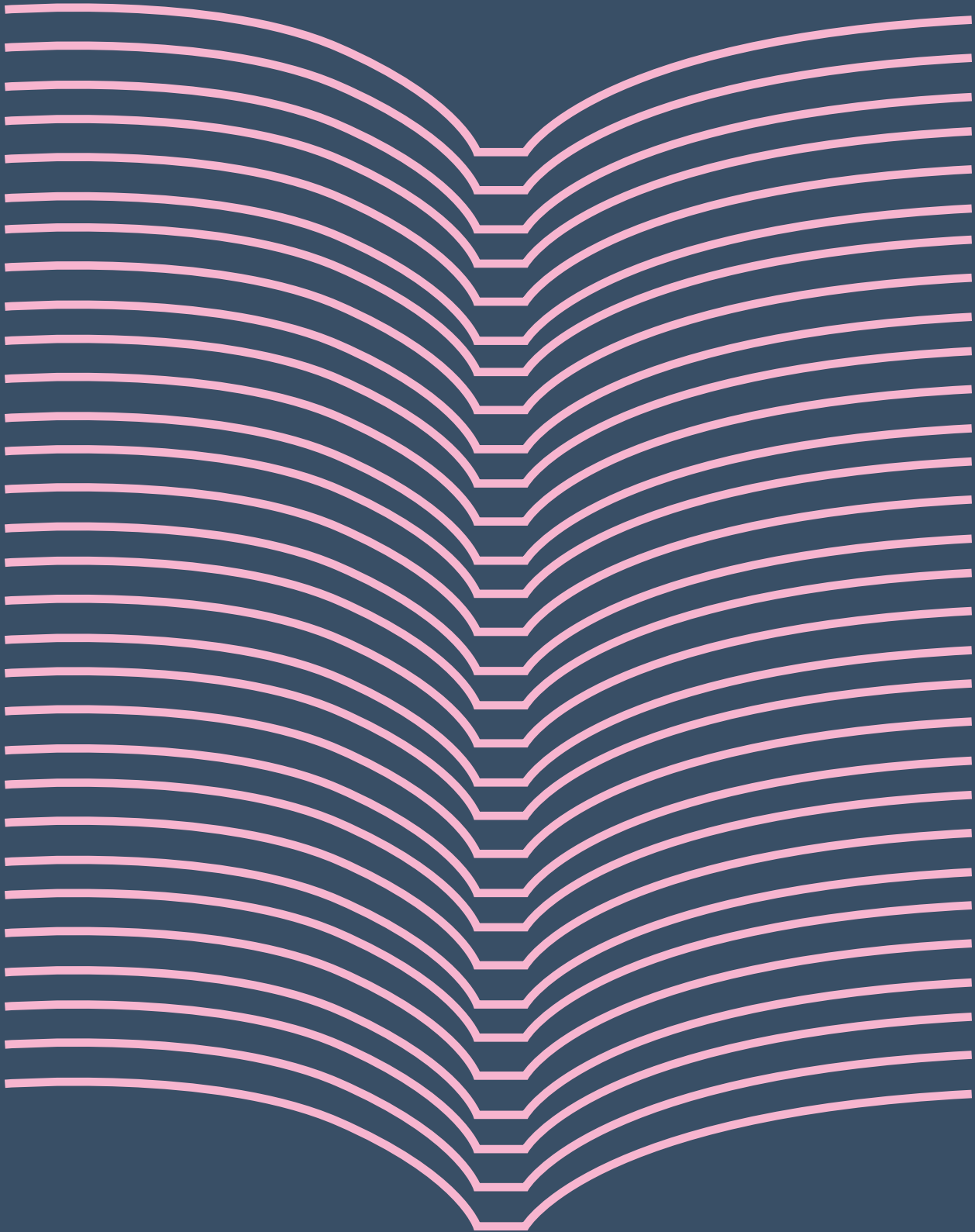
Se propone la integración de equipos mixtos compuestos por técnicos regionales y distritales. Cada centro educativo debe tener asignado un equipo de apoyo y seguimiento constante. A nivel distrital, cada curso académico se encargará de organizar estos equipos, que acompañarán al centro desde el inicio del proyecto STEAM hasta su acreditación. Es fundamental que estos equipos mixtos reciban un programa de formación adecuado para desempeñar su labor de manera efectiva.

Para acompañar a los técnicos en la implementación de proyectos STEAM, un líder o una líder debe poseer competencias generales y específicas. En términos generales, el líder debe tener habilidades de pensamiento de misión-visión para establecer metas claras y comunicar una visión inspiradora. La comunicación efectiva, la colaboración y el trabajo en equipo, así como la resolución de problemas y la adaptabilidad, son competencias esenciales para fomentar un entorno de trabajo productivo. Además, debe demostrar inteligencia emocional para brindar apoyo y empatía al equipo técnico. En cuanto a las competencias específicas, la persona líder debe poseer conocimientos técnicos relacionados con los campos STEAM relevantes para el proyecto, así como habilidades en gestión de proyectos, diseño curricular, tutoría y entrenamiento, y evaluación. Estas competencias específicas permiten al líder guiar a los técnicos, alinear los proyectos con los objetivos educativos y garantizar el crecimiento profesional de todo el equipo.

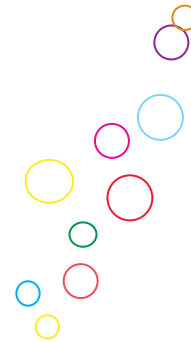
Referencia rápida: competencias de un equipo de apoyo a proyectos STEAM

- **Pensamiento visionario:** Se requiere tener una visión clara y comunicarla al equipo.
- **Comunicación efectiva:** Es importante transmitir conceptos técnicos complejos de manera comprensible.
- **Colaboración y trabajo en equipo:** Se debe fomentar la colaboración y crear un ambiente inclusivo.
- **Resolución de problemas:** Es fundamental ser experto/a en encontrar soluciones innovadoras.
- **Adaptabilidad:** Se debe ser flexible y abierto/a a nuevos enfoques y tecnologías.
- **Inteligencia emocional:** Se debe brindar apoyo, motivación y empatía al equipo.
- **Conocimiento técnico:** Se requiere tener una sólida comprensión de los principios y tecnologías relevantes.
- **Gestión de proyectos:** Se debe ser competente en planificación, organización y seguimiento.
- **Diseño curricular:** Se debe alinear los proyectos con los objetivos educativos.
- **Tutoría y entrenamiento:** Se debe apoyar el crecimiento profesional del equipo.
- **Evaluación:** Se debe evaluar el progreso y medir la efectividad de las estrategias implementadas.





[6]_Referencias Bibliográficas Seleccionadas_



- Ávila Ruiz, C. A. (2019). Educación STEM en ambientes formales y no formales de aprendizaje: Buenas prácticas y estrategias de éxito. *Revista Electrónica TicALS*, 1(5), Article 5.
- Bell, D., & Harlen, W. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education*. Association for Science Education.
- Botero Espinosa, J., & Sneider, C. (2018). *Educación STEM: Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Education Colombia.
- Brejcha, L. (2018). *Makerspaces in school: A month-by-month schoolwide model for building meaningful makerspaces*. Prufrock Press, Inc.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Carey, A., Dziengel, A., Scardino, A., Marashian, C., Abraham, D., Clark, E., Hand, J., Tripp, K., Manlapig, L., & Hollowell, M. (2016). *STEAM Kids: 50+ Science / Technology / Engineering / Art / Math Hands-On Projects for Kids*.
- Centro Latinoamericano de Aprendizaje y Servicio Solidario. (2023). *Definiciones de Aprendizaje y Servicio*. <https://clayss.org/es/definiciones-de-aprendizaje-y-servicio>
- Cropley, A. (Emeritus P. O. P. (2015). *Creativity in Education and Learning: A Guide for Teachers and Educators* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203826270>
- Cunningham, C. M., Science, B. M. of, & Duschl, R. A. (2018). *Engineering in Elementary STEM Education: Curriculum Design, Instruction, Learning, and Assessment*.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education: Implications for practice*. Teachers College Press.
- Domènech Casal, J. (2021). Sintonizando STEAM en el eje de coordenadas de la Escuela. 519, 107-111.
- Dugger, W. E. (1993). *The Relationship between Technology, Science, Engineering, and Mathematics*. <https://eric.ed.gov/?id=ED366795>
- Ernest, P. (1996). *Mathematics Education and Philosophy: And International Perspective*. Routledge.
- Fasano, A. (2011). *Engineer Your Own Success: 7 Key Elements to Creating an Extraordinary Engineering Career*.
- Froschauer, L. (Ed.). (2016). *Bringing STEM to the elementary classroom*. NSTA Press, National Science Teachers Association.
- García, L. G. (2020). Análisis comparado de la Educación STEM en los currículos de Reino Unido y España.
- Gardner, P. L. (1997). The Roots of Technology and Science: A Philosophical and Historical View. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1), 13-20. <https://doi.org/10.1023/A:1008892400827>
- Garrido, M. F. (s. f.). *Formación basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje*.
- Gómez Buendía, H. (1998). *Educación: La agenda del Siglo XXI: hacia un desarrollo humano*. T/M Editores.

- González Calayud, V. (s. f.). Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ) (Metodologías y estrategias para la enseñanza en línea). Grupo de Investigación de Tecnología Educativa, Universidad de Murcia. Recuperado 3 de agosto de 2023, de <https://www.um.es/innova/webformacion/metodologias/ficha-Juego.pdf>
- González-Sanmartín, V. A., & Yanacallo-Pilco, W. V. (2020). "Aprender haciendo": Aplicación de la metodología por ambientes de aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 5(07). <https://doi.org/10.23857/pc.v5i7.1503>
- Grasso, D., & Martinelli, D. (2007, marzo 16). Holistic Engineering. *The Chronicle of Higher Education*. <https://www.chronicle.com/article/holistic-engineering/>
- Greca Dufranc, I. M., & Meneses Villagrà, J. Á. (2018). *Proyectos STEAM para la Educación Primaria: Fundamentos y Aplicaciones Prácticas*. DEXTRA.
- Honey, M., & Kanter, D. E. (Eds.). (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge Taylor & Francis Group.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2023). *Kit de Herramientas del Aula del Futuro*. El Aula del Futuro. <https://auladel futuro.intef.es/kit-aula-del-futuro/>
- International Technology Education Association. (1996). *Technology for All Americans: A Rationale and Structure for the Study of Technology*. Technology for All Americans Project, International Technology Education Association.
- Jolly, A. (2016). *STEM by Design: Strategies and Activities for Grades 4-8*.
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: STEM Education in and for the digital world. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Ludeña, E. S. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 379, Article 379. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Makerspace Team. (2013). *Makerspace Playbook—School Edition*. Maker Media.
- Martín Murga, Mar. (2018). *El trabajo por proyectos: Una vía para el aprendizaje activo*. En *El trabajo por proyectos: Una vía para el aprendizaje activo*. Santillana,.
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2019). *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*.
- Maslyk, J. (2016). *STEAM Makers: Fostering Creativity and Innovation in the Elementary Classroom*.
- Mathematics, R. A. C. of the N. C. of T. of. (1988). NCTM Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics: Responses from the Research Community. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(4), 338-344. <https://doi.org/10.2307/749544>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2015). *La Ciencia me Fascina*. Dirección General de Educación Primaria. Ministerio de Educación de la República Dominicana.
- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2015). *La Ciencia me Fascina*. Dirección General de Educación Primaria. Ministerio de Educación de la República Dominicana.
- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2022a). *Adecuación Curricular: Nivel Inicial*. Viceministerio de Servicios Técnicos y Pedagógicos, Dirección General de Currículo, Ministerio de Educación de la República Dominicana. <https://www.ministeriodeeducacion.gob.do/docs/direccion-general-de-curriculo/ARrE-adequacion-curricular-del-nivel-inicial-2022pdf.pdf>

- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2022b). Adecuación Curricular: Nivel Primario. Viceministerio de Servicios Técnicos y Pedagógicos, Dirección General de Currículo, Ministerio de Educación de la República Dominicana. <https://www.ministeriodeeducacion.gob.do/docs/direccion-general-de-curriculo/dPOb-adequacion-curricular-del-nivel-primariopdf.pdf>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2022c). Adecuación Curricular: Nivel Secundario. Viceministerio de Servicios Técnicos y Pedagógicos, Dirección General de Currículo, Ministerio de Educación de la República Dominicana. <https://ministeriodeeducacion.gob.do/docs/direccion-general-de-curriculo/IgwQ-adequacion-curricular-nivel-secudariopdf.pdf>
- Montessori, M. (2009). Dr. Montessori's Own Handbook. <https://www.gutenberg.org/ebooks/29635>
- Moomaw, S. (2013). Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics. Redleaf Press.
- National Academies of Sciences. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- OECD. (2022). Education at a Glance 2022: OECD Indicators. OECD. <https://doi.org/10.1787/3197152b-en>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022a). Fortalecimiento de Competencias STEM/STEAM en República Dominicana: Documento de Formulación de Proyecto. Organización de Estados Iberoamericanos.
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022b). Panorama de la Educación Superior en Iberoamérica a través de los Indicadores de la Red INDICES. Organización de Estados Iberoamericanos. <https://oei.int/publicaciones/papeles-del-observatorio-n-22-panorama-de-la-educacion-superior-en-iberoamerica-a-traves-de-los-indicadores-de-la-red-indices>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., & Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), Article 2. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Paulos, J. A. (2013). *Mathematician reads the newspaper* (paperback edition). Basic Books, a member of the Perseus Books Group.
- Pérez Juste, R. (2000). La evaluación de programas educativos: Conceptos básicos, planteamientos generales y problemática. *Revista de Investigación Educativa*, 18(2), Article 2.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2018). From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 107-110. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1300970>
- Piqueras, M. G. (2021). Aventuras STEAM: Ciencia, tecnología, ingeniería y arte: un universo de conexiones matemáticas: 15.
- Rengifo Muñoz, J. (2019). El pensamiento crítico para la solución a un problema. *Revista de Marina*, 970, 49-52.
- Riley, S. M. (2012). STEAM Point: A Guide to Integrating Science, Technology, Engineering, the Arts, and Mathematics through the Common Core.
- Robles, J., Mendoza Martínez, M. D. M., & Garcerán, I. (2022). Steam en Educación Primaria ¿Es posible? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17, 90-104. <https://doi.org/10.14483/23464712.17097>

- Santana Soriano, E. (2020). Educación por competencias en República Dominicana: Perspectiva crítica sobre la práctica. *Ciencia y Educación*, 4(2), 117-125. <https://doi.org/10.22206/cyed.2020.v4i2.pp117-125>
- Selly, P. B. (2017). *Teaching STEM Outdoors: Activities for Young Children*.
- Simó, V. L., Lagarón, D. C., & Rodríguez, C. S. (s. f.). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Union, P. O. of the E. (2015, noviembre 17). Science education for responsible citizenship: Report to the European Commission of the expert group on science education. [Website]. Publications Office of the EU; Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a1d14fa0-8dbe-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>
- UNIR Revista. (2020). Aprendizaje servicio: ¿qué es y cuáles son sus ventajas? UNIR Revista. <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-servicio/>
- Vasquez, J. A., Comer, M., & Sneider, C. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Heinemann.
- Vicente, F. A. R., Llinares, A. Z., & Sánchez, N. M. (2022). Cómo extraer áreas de oportunidad para diseñar proyectos STEAM a partir del currículum de Bachillerato.
- Vicente, R., & Antonio, F. (2017). Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa. <https://repositorioinstitucional.ceu.es/handle/10637/8739>
- Wells, J. G. (2019). *STEM Education: The Potential of Technology Education*. Council on Technology and Engineering Teacher Education. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/93963>
- Wilkinson, K., & Petrich, M. (2014). *The Art of Tinkering: Meet 150+ Makers Working at the Intersection of Art, Science & Technology*.
- Williams, P. J. (2011). *STEM Education: Proceed with Caution*. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education*.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of the Korean Association For Research in Science Education*, 32. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., & Reyes González, D. S. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de humanidades y ciencias sociales*, Extra 41, 8-8.
- Zona López, J. R., & Giraldo Márquez, J. D. (2017). Resolución de problemas: Escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 122-150. <https://doi.org/10.17151/rlee.2017.13.2.8>

República Dominicana –Año 2025

Este documento se ha elaborado con la asistencia financiera de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID), en el marco del proyecto *Fortalecimiento de las competencias STEM en República Dominicana*.

