

Curso virtual

El campo de la educación STEM y su vínculo con las TIC

Unidad 01

**Educación digital en el siglo XXI
y educación STEM**

Jefe de Proyecto	:	Alonso Velasco Tapia
Autora del módulo	:	Fabiola Frisancho Ramírez
Diseño gráfico	:	PUCP Virtual
Diagramación	:	Olga Tapia Rivera
Ilustraciones	:	Paul Pinedo Calle
Contenido de material digital	:	Fabiola Frisancho Ramírez
Revisión de contenidos digitales	:	Rita Carrillo Robles y Alonso Velasco Tapia
Diagramación y programación	:	PUCP Virtual

Primera edición, marzo 2021

Revisión de contenidos: Verónica Castillo Pérez

Cuidado de edición: Rita Carrillo Robles, Verónica Castillo Pérez y
Alonso Velasco Tapia

Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria 1801 - San Miguel, Lima.

Página Web: facultad.pucp.edu.pe/educacion



Curso 1: El campo de la educación STEM y su vínculo con las TIC by Fabiola Frisancho Ramírez - Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.



Índice

Introducción

5

Competencias y capacidades

6

Organización de saberes

7

Unidad 1: La educación digital en el siglo XXI y la educación STEM

8

1.1. Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)

9

1.2. Alfabetización digital

11



1.3. Educación digital

13

1.4. La educación STEM

16

1.5. Enseñanza y aprendizaje de Matemática
Ciencia e Ingeniería con herramientas digitales

23

1.6. Educación STEM en la era digital:
retos y oportunidades

26

Vocabulario

28

Referencias bibliográficas

29

Introducción

En los últimos años, se han producido profundas transformaciones sociales que han generado nuevos modos de construcción y circulación de saberes. Además, se han modificado las formas de representación de la realidad, de comunicación y de interacción social, solo por mencionar algunas de las dimensiones culturales atravesadas por cambios significativos.

La escuela debe promover la alfabetización digital para el aprendizaje de competencias y saberes necesarios que busque la integración en la cultura digital y en la sociedad del futuro. Además, debe fomentar la apropiación crítica y creativa de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en la comunidad educativa.

En la actualidad, existe una gran variedad de herramientas digitales que se pueden emplear en la enseñanza de la Ciencia, la Matemática, la Ingeniería y la Tecnología (conocidas como disciplinas STEM) en la educación primaria y secundaria. Tomando en cuenta las propuestas plasmadas en documentos marco respaldados por un amplio consenso internacional, se puede analizar las coincidencias entre al educación STEM y las herramientas digitales, y cómo la simbiosis de ambas es útil para desarrollar y fortalecer las competencias matemáticas, científicas y tecnológicas necesarias para el desarrollo profesional y personal en una era de evolución digital.

Según recientes estudios, a partir del periodo post-pandemia, la digitalización creará cerca de 2,25 millones de empleos en los siguientes 3 años en Latinoamérica. Sin embargo, aquellos jóvenes que realizan carreras de STEM ha descendido en los últimos años, ¿por qué está ocurriendo?

Lo que está claro, es que será muy importante motivar las habilidades digitales desde edades tempranas. Los empleos progresan y de hecho ya lo están haciendo a pasos agigantados, algunos empleos que conocemos hoy en día desaparecerán por la automatización. Sin embargo, muchos otros se mantienen, se adaptan e incluso se crean nuevos; relacionados, en gran medida, con el **mundo digital**. La demanda de profesionales expertos del sector digital seguirá aumentando notablemente.

Perú es uno de los países más amenazados por el déficit de talento digital, a diferencia de países como Brasil, Sudáfrica, India o China, donde aumentan los perfiles STEM. Es importante tomar nota de ello para educar desde edades tempranas y comprendan el mundo tecnológico que les rodea.

Competencias y capacidades

Al estudiar este curso, lograrás alcanzar las siguientes competencias y capacidades:

COMPETENCIAS	CAPACIDADES
<ul style="list-style-type: none">• Reconoce los sustentos teóricos del enfoque STEM, metodologías activo-participativas y enfoques innovadores basados en la indagación e investigación que permitan mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.• Reflexiona acerca de la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, lo que permitirá atender y respetar las diferencias en los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el papel de la educación digital en la formación de ciudadanos con derechos y deberes socioambientales locales y globales, sustentado en el conocimiento teórico del enfoque STEM.• Explica la importancia de la incorporación de metodologías activas, herramientas tecnológicas didácticas y estrategias basadas en la investigación y la innovación en el aprendizaje interdisciplinar y autónomo.

Organización de saberes

Revisa los siguientes contenidos que estudiarás en este fascículo:

UNIDAD	CONTENIDOS	DURACIÓN
<p>Unidad 1: “La educación digital en el siglo XXI y la educación STEM”</p>	<p>1.1. Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) A. ¿Qué son las TIC? ¿Para qué sirven? B. ¿Por qué es importante impulsar el desarrollo de la tecnología? C. Las TIC en la educación como objetivo mundial D. Las TIC en la educación pospandemia</p> <p>1.2. Alfabetización digital</p> <p>1.3. Educación digital A. Lineamientos pedagógicos de la educación digital</p> <p>1.4. La educación STEM A. Fundamentos de la educación STEM B. Consideraciones teóricas que sustentan la educación STEM C. Educación STEM en la era digital</p> <p>1.5. Enseñanza y aprendizaje de Matemática, Ciencia e Ingeniería con herramientas digitales A. Para Matemáticas B. Para Ciencias C. Para ingeniería</p> <p>1.6. Educación STEM en la era digital: retos y oportunidades</p>	<p>Semana 01</p>

Unidad 1:

La educación digital en el siglo XXI y la educación STEM

Este fascículo, busca que reconozcas la relación entre la educación digital en el siglo XXI y la educación STEM. ¡Te invitamos a iniciar el estudio!



Identifica

Lee el siguiente extracto:

En marzo del 2020, en Perú se anunció la cuarentena de emergencia por pandemia mundial debido al contagio de COVID-19. El año escolar presencial quedó suspendido y se ha extendido para el año escolar 2021. Los profesores y estudiantes a nivel mundial han afrontado el impacto que la educación virtual exige en contextos de desigualdad, deficiente formación y entrenamiento docente en competencia digital, escasos recursos económicos en la familias de los estudiantes, ausencia o deficiente conectividad sin contar el impacto emocional por causa de la pérdida de integrantes en las familias por ser víctimas de la enfermedad, el aislamiento social y el encierro forzado en los hogares como medida de prevención.

Un grupo de 300 docentes de diferentes escuelas del mundo comparten su opinión respecto a los cambios que afronta la educación y los resultados de una encuesta aplicada a sus estudiantes. Te invitamos a ver el siguiente video:



Fuente: Scholas Occurrentes (abril, 2020) COVID-19 y su impacto en la educación | Scholas Occurrentes Recuperado de <https://youtu.be/zlQnKt8wHG4>



Te invitamos a reflexionar en relación a las siguientes preguntas:



Reflexionemos

1. ¿Te sientes identificado(a) con la opinión de los docentes que intervienen en el video? ¿En qué aspectos coincide tu opinión con la de ellos?
2. ¿Cuáles han sido los retos profesionales que han demandado mayor dedicación en tu práctica pedagógica?
3. ¿Qué conceptos clave, enfoques y prácticas consideras, como profesor, que debes incorporar en tu metodología para adaptarte al cambio que requiere la educación del siglo XXI?



Analiza

1.1. Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) se emplean para la resolución de problemas y para hacer más fácil las actividades que realizamos día a día.

A. ¿Qué son las TIC? ¿Para qué sirven?

Las TIC son las **T**ecnologías de la **I**nformación y la **C**omunicación, son las herramientas que facilitan la administración e intercambio de información. Estas serán útiles para procesar, administrar y distribuir información mediante textos, imágenes, sonidos, entre otros. Ello, permite que su principal función se centre en facilitar el acceso a la información.

B. ¿Por qué es importante impulsar el desarrollo de la tecnología?

Porque permite impulsar el desarrollo de la comunicación, de la salud, de la educación, entre otros rubros. Ello debido a que es posible intercambiar información y descubrimientos.



C. Las TIC en la educación como objetivo mundial

En este contexto es relevante conocer los eventos internacionales que convocan la participación de los representantes de educación de todos los países en los que se fundan las directrices que permitirán alcanzar el objetivo de llevar educación y tecnología a las diferentes realidades de estudiantes, profesores y familias, así como los documentos derivados de estos eventos:

- **Foro Internacional sobre TIC y Educación 2030** organizado por la UNESCO en julio del 2017 en Qingdao, República Popular de China, el cual se centró en el desarrollo de propuestas para el aprovechamiento de las TIC con el fin de lograr el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 para la educación 2030.

- **La Declaración y Marco de Acción de Educación 2030: Incheon;** afirma la necesidad de aprovechar el poder de las TIC para reforzar los sistemas educativos, impulsar la difusión del conocimiento, ampliar el acceso a la información, promover la calidad y el aprendizaje efectivo y garantizar una prestación de servicios más eficaz. La capacidad cada vez más poderosa y el fácil acceso de las TIC han permitido una rápida difusión de dispositivos y aplicaciones digitales, incluso y especialmente en países de bajos ingresos.

D. Las TIC en la educación pospandemia

El siguiente texto nos ubica en el escenario de esfuerzos conjuntos que realizan organismos, empresas privadas y sociedad civil para responder con efectividad ante las nuevas demandas de una educación con tecnología:

Con el objetivo de proteger el bienestar de los niños y garantizar que tengan acceso a un aprendizaje continuo, la UNESCO, en marzo de 2020, inició la **Coalición Mundial para la Educación COVID-19**, una alianza multisectorial entre el sistema de las Naciones Unidas, las organizaciones de la sociedad civil, los medios de comunicación y los asociados para diseñar e implantar soluciones innovadoras. Juntos, ayudan a los países a abordar las lagunas de contenido y conectividad, y a facilitar las oportunidades de aprendizaje inclusivo para los niños y los jóvenes durante este periodo de alteración educativa repentina y sin precedentes.

En especial, la Coalición Mundial para la Educación aspira a los siguiente:

- ✓ Ayudar a los países a movilizar recursos e implementar soluciones innovadoras y adecuadas al contexto para proporcionar una educación a distancia a la vez que se aprovechan los enfoques de alta tecnología, baja tecnología o sin tecnología.
- ✓ Buscar soluciones equitativas y el acceso universal.
- ✓ Garantizar respuestas coordinadas y evitar el solapamiento de los esfuerzos.
- ✓ Facilitar la vuelta de los estudiantes a las escuelas cuando vuelvan a abrir para evitar un aumento significativo de las tasas de abandono escolar.



Fuente: Naciones Unidas (abril, 2020) No olvidemos a los niños. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

1.2. Alfabetización digital

La alfabetización digital es un término que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, en el contexto de la Declaración de Persépolis en el año de 1975 (UNESCO, 1975) se busca relacionar a esta con la participación del individuo en el cambio social. En este contexto las habilidades de lectura y escritura son consideradas como un medio para el desarrollo del individuo.

A partir de esta Declaración, la UNESCO (1978) definió que:



“Es alfabeto funcional la persona que puede emprender aquellas actividades en que la alfabetización es necesaria para la actuación eficaz en su grupo y comunidad y que le permitan asimismo seguir valiéndose de la lectura, la escritura y la aritmética al servicio de su propio desarrollo y del desarrollo de la comunidad.”

En este contexto, en la Conferencia de Jomtien se suscribe la Declaración Mundial sobre Educación para Todos: Satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje (UNESCO, 1990), se proclama que:

Las necesidades educativas fundamentales abarcan tanto las herramientas esenciales para el aprendizaje -lectura, escritura, expresión oral, cálculo, solución de proble-

mas- como los contenidos básicos del aprendizaje-conocimientos teóricos y prácticos, valores y actitudes-necesarios para que los seres humanos puedan sobrevivir, desarrollar plenamente sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar la calidad de su vida, tomar decisiones fundamentadas y continuar aprendiendo. (UNESCO, 1990)

En este escenario, podemos asumir que las personas que no se encuentren capacitadas para incorporar las TIC en su mundo laboral, educativo, social e incluso personal, se van a ver notablemente marginadas de la ciudadanía, y con menos posibilidades para desarrollarse y desenvolverse en todos los niveles sociales.

Te invitamos a ver el video **Nativos digitales vs. Inmigrantes digitales**:



Fuente: Agencia Notable (2011) Nativos digitales vs. Inmigrantes digitales Uruguay. Recuperado de <https://www.youtube.com/embed/JCCw9NcMWyM?feature=oembed>

Ahora, reflexiona en relación a la siguiente pregunta:



Reflexionemos

¿Es suficiente para las personas poseer solo habilidades de lectoescritura en un mundo globalizado?

La respuesta puede ser obvia, ya que aquellas personas que no puedan desenvolverse en un entorno rodeado por las tecnologías de la información y la comunicación difícilmente podrán acceder a una sociedad informatizada e hiperconectada lo cual podría descalificarlos para integrarse al mercado laboral, acceder a servicios públicos y ubicarlos en desventaja frente a la masificación de la información.

En un mundo globalizado, el concepto de alfabetización se transforma y el dominio de la lectoescritura es insuficiente ya que no permite a las personas acceder a un gran cúmulo de información vinculada a nuestra sociedad, actual ya que **“una persona analfabeta tecnológicamente queda al margen de la red comunicativa que ofertan las nuevas tecnologías”**.



La alfabetización digital se refiere al desarrollo del conjunto de competencias y habilidades necesarias para que las personas se puedan integrar plenamente en la cultura digital, incluyendo su participación activa, tanto como productores como consumidores, en el entramado de los medios digitales.

1.3. Educación digital

«Tan solo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre. El hombre no es más que lo que la educación hace de él» - Immanuel Kant

La educación digital se define como un campo multidisciplinario orientado a elaborar propuestas de aprendizaje innovadoras, en el contexto de la cultura digital. Esto incluye promover la colaboración y la creación de redes de aprendizaje, y la integración del ciberespacio en las prácticas de enseñanza y de aprendizaje, como espacio fundamental de encuentro, de construcción y circulación de saberes.

A. Lineamientos pedagógicos de la educación digital:



a. Integrar la cultura digital desde la innovación pedagógica:

Esto supone impulsar:

- ✓ El aprendizaje participativo, abierto y permanente
- ✓ La producción colaborativa
- ✓ Una pedagogía centrada en el estudiante y en red
- ✓ Propuestas pedagógicas contextualizadas y basadas en proyectos



b. Asignar nuevos roles en la comunidad educativa:

Se promueve la construcción de nuevas dinámicas de trabajo integrando:

- ✓ Al alumno como protagonista y constructor de conocimiento
- ✓ Al docente como líder del cambio y mediador
- ✓ A la escuela como espacio de encuentro y de articulación de saberes
- ✓ A la comunidad al proceso de enseñanza y de aprendizaje



→ c. Promover el conocimiento continuo y social:

En la sociedad digital, los espacios asumen un nuevo significado, confluye lo físico con lo virtual. Relocalizando los espacios de saber, incluida la escuela, que se abre, proyecta sus fronteras y se extiende a una multiplicidad de espacios, desde los hogares de los alumnos hasta los ámbitos comunitarios.

Para que esto sea posible, se invita a alentar:

- ✓ El acceso al ciberespacio
- ✓ La integración de espacios físicos y virtuales
- ✓ La promoción de escuelas ubicuas y abiertas

→ d. Explorar nuevos modos de entender y construir la realidad:

Esto requiere generar espacios de aprendizaje con acercamientos a:

- ✓ Las narrativas emergentes y construcciones en red
- ✓ Las ideas conectadas y el universo de lo hipertextual
- ✓ Los mundos paralelos: lo físico y lo virtual

→ e. Aprender, producir y compartir el lenguaje de los nuevos medios:

Este desafío supone considerar:

- ✓ La resignificación de las imágenes y los sonidos en el mundo del saber
- ✓ El tránsito de lo escrito a la diversidad multimedia
- ✓ Los modos emergentes de producir conocimiento



f. Aprender y jugar en entornos digitales:

La escuela tiene así la posibilidad de impulsar:

- ✓ El juego como articulador de la motivación y de la producción de saberes
- ✓ La diversión y la alegría como ejes del aprender
- ✓ Los ambientes digitales como espacios de confianza y de creatividad
- ✓ Las tecnologías flexibles, abiertas y adaptativas



g. Construir una percepción crítica, responsable y solidaria:

De esta manera, se potencia:

- ✓ La cultura participativa como escenario de compromiso cívico
- ✓ El ciberespacio como ámbito de convivencia y de construcción de identidad
- ✓ Lo local y lo global como ambientes de socialización y de aprendizaje
- ✓ La ética y la seguridad como recursos facilitadores del encuentro social



h. Educar en el presente con visión en el futuro:

Esta visión promueve:

- ✓ El desafío permanente de conocimientos emergentes
- ✓ La innovación como motivación
- ✓ El cambio como oportunidad educativa
- ✓ La conexión creativa entre el pasado y el futuro

1.4. La Educación STEM

El término STEM, acrónimo de las siglas en inglés de Ciencia (*Science*), Tecnología (*Technology*), Ingeniería (*Engineering*) y Matemáticas (*Mathematics*) ha tomado mucha relevancia en los últimos años, tanto en los documentos marcos de política educativa, en la literatura especializada, en los medios de comunicación, en los foros de debate sobre educación y formación, así como en múltiples foros económicos y sociales.

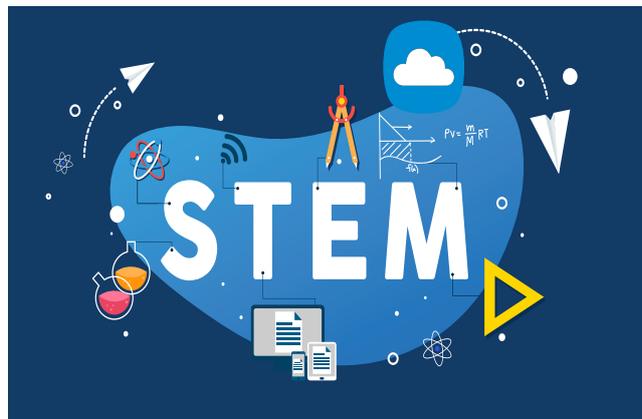


Figura 1. STEM

Fuente: Elaboración propia

El siguiente fragmento del artículo: **“Educación STEAM: la integración como clave del éxito”**, que nos brinda un marco histórico de la creación de este término y las nuevas integraciones que surgen a raíz de la apropiación y empoderamiento de este enfoque en distintos campos de investigación y estudio:

Un poco de historia

Antes de incorporar la educación artística como quinta disciplina en liza, el término STEM fue acuñado por primera vez por la [National Science Foundation](#) (NSF), en los EE.UU. a mediados de la década de los noventa. Fue una respuesta a la creciente demanda formativa que se prevé para que el alumnado de entonces –y no digamos ya el de hoy– pudiese valerse en un futuro perfilado por el cambio tecnológico constante y para el que se preveía la eclosión de una serie de empleos por entonces inexistentes, cuando no directamente inimaginables, con muchos de ellos relacionados de un modo u otro con los avances en tecnologías. Para resolver, siquiera mínimamente, la incertidumbre ante estos cambios, una parte de la comunidad educativa demandó una mayor concentración en prácticas y habilidades para el aprendizaje y construcción de modelos físicos, biológicos, computacionales y matemáticos que sirviesen de base para una serie de formaciones y condiciones concretas. Son las siguientes:

- **Formación científica continua y al alcance de todos.** En un mundo como el recién descrito, el alumnado debe poder formarse constantemente para no perder comba en un escenario laboral y social siempre cambiante.
- **Formación interdisciplinar**, que facilite la llamada “educación para la empleabilidad” fortaleciendo las interrelaciones existentes entre ciencia, innovación y emprendimiento.

- **Disolución de las fronteras entre aprendizaje formal e informal, y empresa e investigación**, para lograr una mayor integración de saberes y conocimientos.
- **Construcción global de la sociedad** a partir de una mayor comunicación entre lo local, regional, nacional e internacional, de cara a encarar proyectos que puedan beneficiar al mayor número de ciudadanos posible y teniendo en cuenta todos los factores en juego.

Más adelante, y buscando reforzar el factor creativo indispensable para la puesta en práctica de todo lo anterior, se añadió el aprendizaje artístico a esta ecuación pedagógica dando luz al STEAM, con A de Arts.

Fuente: Aulaplaneta (s.f.) Educación STEAM: la integración como clave del éxito. Recuperado de <https://www.aulaplaneta.com/2018/01/15/recursos-tic/educacion-steam-la-integracion-clave-del-exito/>

La educación STEM tienen por objetivo brindar espacios que permitan alfabetizar y desarrollar competencias STEM a los ciudadanos, indistintamente que desarrollen o no vocación por profesiones STEM, dotándolo s de herramientas que les permitan involucrarse y participar en la toma de decisiones que afronten retos científico-tecnológicos.

A. Fundamentos de la educación STEM

Desarrollar la educación STEM responde a cuatro fundamentos:

- **Fundamento práctico:**

Toda persona necesita tener una formación científica, tecnológica y matemática básica, útil para tomar decisiones, comprender los fenómenos naturales y tecnológicos de su entorno, resolver pequeños retos cotidianos, etc. Por ejemplo: la efervescencia del movimiento “maker” en el que las personas que construyen sus propios artefactos (programas informáticos y apps, dispositivos electrónicos domésticos, objetos decorativos, etc.), poniendo en práctica sus habilidades para diseñar soluciones creativas a partir de sus conocimientos STEM (Rychen & Salganik, 2003).

- **Fundamento democrático:**

Muchas de las discusiones y debates sociales existentes en nuestra sociedad están estrechamente ligados a los efectos de la ciencia y la tecnología en nuestras vidas, y para poder participar de estos procesos democráticos, es necesario estar no solo informados sino comprender aquello que se critica o defiende (desde los transgénicos hasta las centrales nucleares, pasando por la robotización de la producción industrial y la monitorización de nuestras vidas con Big Data).

- **Fundamento cultural:**

Siendo las disciplinas STEM construcciones humanas que han transformado nuestra vida, la comprensión de nuestra sociedad y cultura pasan por conocer y comprender estas contribuciones, según Sjøberg (1997) Las ciencias, las matemáticas y las ingenierías son, por lo tanto, parte de la cultura y del patrimonio cultural que influencia nuestra visión del mundo y nuestra manera de actuar como lo hace la literatura, la música o la filosofía.

- **Fundamento económico:**

Finalmente, el principal argumento económico que ha puesto de relieve recientemente la educación STEM es el hecho que la fuerza de trabajo que comprende el ámbito STEM será mucho más productiva y, por tanto, decisiva en el desarrollo económico de los países en las próximas décadas (European Commission, 2013).

Este conjunto de fundamentos constituye la razón por la que existen muchas iniciativas que contribuyen a mejorar la educación STEM, entre ellos: Programas vocacionales dirigido a jóvenes y escolares, programas de formación y entrenamiento docentes que promueven la mejora de la metodología docente, etc. También existen iniciativas no formales como: los muesos, fablabs o laboratorios de fabricación, proyectos que promueven la equidad en el acceso a profesiones STEM, estudios que fomentan la práctica STEM en aula, investigaciones respecto a la amplia propuesta de enfoques para abordar STEM en las escuelas, etc.



Te invitamos a reflexionar en relación a la siguiente pregunta:



Reflexionemos

Dentro de estas iniciativas, el papel de todo lo referente al “mundo digital” está también en debate. ¿Qué aportan las herramientas digitales a la manera de enseñar y aprender ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas? ¿Qué oportunidades ofrecen? ¿Qué riesgos cabe señalar?

B. Consideraciones teóricas que sustentan la educación STEM

Surge entonces la necesidad de comprender la correlación del saber filosófico y el saber científico para extender las oportunidades de la educación STEM.

Para hacerlo, nos centraremos en la propuesta de Chesky y Wolfmayer, quienes plantean tres categorías filosóficas en la educación STEM: Axiología, Epistemología y Ontología. Estas categorías orientan los propósitos de reforma en las políticas educativas o reestructuración de las actividades en un ambiente de aprendizaje, acciones que deben plasmar la connotación y denotación científica que respondan a la crisis micro y macro en educación.

Durante la evolución histórico-científico de la humanidad, cabe destacar que la ciencia desplegó su atención no sólo en los fenómenos naturales lo que contribuyó al continuo avance de la misma (Guadarrama, 2019). Por otro lado, cobra relevancia tener en cuenta el contexto en el que se desarrolló la primera revolución industrial, en la que el desarrollo de la técnica primó sobre la ciencia, situación que cambió en el siglo XIX por los avances en Física y la Química que nuevamente atrajeron el interés en la ciencia.

Se dieron dos revoluciones más hasta que se consolidó la cuarta revolución industrial, que se caracteriza por sus sobresalientes avances tecnológicos. En el siguiente cuadro se aprecia algunas características que diferencian las distintas revoluciones:



Tabla 1. Síntesis histórica de las Revoluciones Industriales

Epoca	Orden	Características
1800	Primera Revolución Industrial	Mecanización y primeras máquinas de vapor
1900	Segunda Revolución Industrial	Electricidad y producción en serie
2000	Tercera Revolución Industrial	Automatización y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)
Actualidad	Cuarta Revolución Industrial	Internet de las cosas, la nube, robótica, inteligencia artificial, big data, machine learning, etc.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Domínguez, Oliveros, Coronado y Valdez (2019).



Reflexionemos

1. ¿Cuál era el estado de las políticas educativas, si existían, en la primera revolución industrial?
2. ¿Será este el momento histórico en que somos conscientes de la cuarta revolución industrial y de las necesidades educativas que ello demanda?

La cuarta revolución industrial sucede en la actualidad y está relacionada con el internet de las cosas, la nube, entre otros que suceden a las tres anteriores caracterizadas por las tecnologías de la información, las redes eléctricas y la mecanización de un periodo comprendido desde 1800 hasta la actualidad.

Cabe destacar que la “educación” aprendió de la ciencia y de la industria la formación en competencias. En este contexto, la palabra STEM resume la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas; áreas que son consideradas y desarrolladas con mayor énfasis por países como estados Unidos, Reino Unido, Japón, China, Singapur, Australia, entre otros; generando una cultura política en ciencia y tecnología más estable que en otros campos de



estudio. Situación inversa a la que se desarrolla en gran parte de Latinoamérica, en donde se limita el acceso a los recursos y se promueve sólo el consumismo de conocimiento por parte de los usuarios.

Tabla 2. Propuesta de la Filosofía de la Educación STEM

	Filosofía	Educación
Axiología	La rama de la filosofía que trata con la naturaleza de los valores que están en la moral, la estética, la religión y la metafísica.	Para la educación, esto se encuentra en los supuestos normativos acerca de los propósitos a los que la educación STEM debería servir en los discursos públicos y los documentos de políticas.
Epistemología	La rama de la filosofía que está interesada en comprender el conocimiento, cómo lo adquirimos y si es factible o válido más allá de la comprensión humana.	Para la educación, esto se encuentra en las teorías pedagógicas sobre la mejor manera de la educación STEM, las creencias cognitivas acerca de los procesos humanos, los conceptos STEM.
Ontología	La rama de la filosofía que está interesada en explorar cuestiones de existencia, ser y realidad. Pregunta cuáles son los componentes subyacentes de la realidad y que implicaciones tienen estos conceptos en nuestra realidad como seres humanos que viven en un mundo que intentamos comprender.	Para la educación, esto se encuentran en los supuestos subyacentes sobre lo que el contenido de STEM puede decirnos “sobre la realidad” y cómo influye tal comprensión en la forma en que percibimos el mundo que nos rodea.

Fuente: Chesky y Wolfmayer (2015)



C. Educación STEM en la era digital

En el siglo XXI se han desarrollado diferentes herramientas tecnológicas, que lo caracterizan por la progresiva aparición y sofisticación de las mismas. Entre estas herramientas podemos citar las físicas: ordenadores personales, periféricos de primera generación, teléfonos móviles inteligentes y diversidad de dispositivos táctiles. También las intangibles como los programas y aplicaciones que usamos en las herramientas físicas: apps, videojuegos,



Figura 2. Era digital

Fuente: Elaboración propia

buscadores, programas de educación y creación, plataformas, entornos virtuales, redes sociales, etc. Todos ellos forman parte de un uso cotidiano que nos permite interactuar entre nosotros, intercambiar y almacenar información cada vez a mayor velocidad, de forma eficaz, directa, multidireccional y multimodal.

La enorme cantidad de herramientas digitales que caracterizan esta era de cambio ha transformado la forma en cómo las personas interactuamos en las comunidades sociales interviniendo en el mundo que nos rodea. La educación STEM está inmersa en la era digital en la que desde las dos primeras décadas del siglo XXI, se ha desechado la idea que “el aula de informática” era un espacio que servía sólo para trabajar con ordenadores.

Te invitamos a reflexionar en relación a la siguiente pregunta:



¿Qué nuevas maneras de enseñar y aprender disciplinas STEM ofrece esta nueva oferta de dispositivos digitales?

En tu práctica pedagógica ¿qué habilidades has potenciado en tus estudiantes por medio de proyectos colaborativos? ¿cuáles fueron las herramientas digitales que empleaste?

¿Cómo puedes mejorar tu práctica docente con tus estudiantes en tu rol como orientador en la exploración, investigación y creación de conocimiento?

1.5. Enseñanza y aprendizaje de Matemática, Ciencia e Ingeniería con herramientas digitales

A. Para Matemáticas:

La matemática es una de las áreas más desarrolladas entre las diferentes disciplinas STEM, debido a que la complejidad en sus cálculos conlleva el uso de máquinas que faciliten estas tareas. Citaremos algunas herramientas muy útiles, por ejemplo, para el cálculo algebraico se puede usar [Wiris](#) o [MathPapa](#), ambos son softwares interactivos matemáticos que permiten al representación y manipulación de objetos matemáticos, también tenemos a [GeoGebra](#) que dispone de diversas herramientas para desarrollar el pensamiento geométrico con vistas en 2D y 3D de los diferentes objetos de estudio, además de fórmulas y planos.

La gamificación es un campo que ha colaborado de forma impresionante en el desarrollo de herramientas que hacen posible dinamizar el aprendizaje

con un componente de alto impacto como es el juego. Un buen ejemplo de este desarrollo es [DragonBox](#), un mundo de repositorios digitales de mini-juegos didácticos matemáticos del tipo [HoodaMath](#), que son consideradas por los profesores como una gran oportunidad para renovar la actitud del estudiante ante áreas que suelen tornarse poco atractivas y en algunos casos hasta frustrantes.

Cabe citar otros materiales físicos como las hojas de cálculo que brindan nuevas maneras de plantear soluciones, representar datos, usar funciones lógicas, realizar análisis estadísticos, representar funciones matemáticas, etc. y en algunos casos se complementan con apps de uso convencional y las que actúan a través de RA y RV.

B. Para Ciencias:

Las clases de ciencias han experimentado en los últimos años un gran crecimiento en la oferta de programas y aplicaciones disponibles en la red y de dispositivos diseñados para el trabajo experimental en laboratorios escolares.

Si a finales del siglo XX se popularizó la idea del “*microcomputer-based laboratory*” que consistía en el uso

de sensores periféricos conectados a ordenadores para captar a tiempo real datos de temperatura, presión, velocidad, pH, concentración de CO₂ y otras magnitudes experimentales, estos dispositivos son cada vez más asequibles y adaptables a diferentes soportes como móviles y tabletas, y de hecho, el propio móvil es cada vez más un pequeño “laboratorio de bolsillo” que incluye sus propios sensores.

Proyectos como [iStage2](#) de la red europea ScienceonStage o Science Journal de Google ofrecen actualmente diferentes actividades para recoger y analizar datos experimentales usando los propios sensores internos del móvil.

En paralelo, el uso de cámaras digitales también ha tenido una importante implantación en las aulas. También a finales del s. XX apareció la idea del “video-based laboratory” para analizar movimientos desde la cinemática, un formato que cuenta con una importante tradición en la enseñanza de la Física a través de softwares gratuitos tipo [Tracker](#). En otros casos, las cámaras digitales son usadas para grabar y analizar de todo tipo de fenómenos naturales, así como para presentar estos

fenómenos a través del slow motion o el time lapse.

La experiencia inmersiva en mundos virtuales es cada vez más común para el trabajo en aula, a través de los conocidos micro-mundos virtuales como [Algodoo](#) que brinda experiencias de aprendizaje en física, [Virtual Labs](#) de Chem Collective para experiencias de aprendizaje en química, [Virtual Greenhouse](#) para biología, [Electrocity](#) con experiencias que promueven la educación ambiental.

Incluso los mundos virtuales multijugador como [Second Life](#) o [Minecraft](#), en donde los estudiantes experimentan con fenómenos naturales en distintos contextos.

C. Para Ingeniería:

Lo que en nuestro contexto se asocia a las asignaturas de tecnología y a educación por el trabajo, también vive una importante revolución de metodologías y enfoques didácticos debido a la eclosión de las llamadas “tecnologías creativas” adaptadas a las diferentes edades y contextos escolares.

Una de las ramas de estas tecnologías creativas está asociada con el aprendizaje de la programación basada en bloques, que ha tenido un importante crecimiento a través de la popularización del lenguaje [Scratch](#), así como su versión adaptada a los primeros años de escolaridad [ScratchJR](#), la extensión de este lenguaje de programación [Snap](#), y otros lenguajes parecidos con finalidades más específicas como [mBlocks](#) para

programar robots, [App Inventor](#) para la programación de apps para el móvil o [Kodu](#) para la programación de videojuegos 3D.

A su vez, diferentes plataformas como [CODE](#) ofrecen decenas de recursos para estudiantes y docentes para introducirse en el mundo de la programación, que pasa por introducirnos en el emocionante ecosistema de los videojuegos, por ejemplo, [CodedArena](#) no solo promueve el juego y las competencias e-Sports sino el aprendizaje de lenguajes profesionales como Python y Java, los dos lenguajes más usados en la creación de tecnología. Estrechamente ligada a la programación, el mundo de la robótica también vive una importante efervescencia en la educación inicial,

primaria y secundaria, ya sea mediante los pequeños robots para educación infantil [Bee-Bot](#) y [Blue-Bot](#), y la infinita colección de accesorios que permiten usarlos en las diferentes áreas curriculares, las distintas versiones de robots escolares de [Lego Education](#) (Wedo para edades 6-10, Mindstorm para edades 10-14, etc.), o las versiones más “maker” como [Marty](#), un robot cuyas piezas pueden descargarse de internet e imprimirlas en una impresora 3D reduciendo los costes por reemplazo de piezas y de programación abierta en multilingües: Scratch, Python, Java y Html; existiendo actualmente una variada oferta de robots educativos adaptados a los diferentes niveles de escolaridad.

En paralelo, otra de las ramas de la tecnología creativa asociadas al movimiento maker, que en algunos casos también cuenta con el uso de lenguajes computacionales, ofrece a los estudiantes el diseño de pequeños artefactos electrónicos de bajo coste, como es el caso del kit de electrónica [Makey Makey](#), las placas [Arduino](#) o los ordenadores mono-placa [Raspberry Pi](#).

Finalmente, las aulas o laboratorios de tecnología también han experimentado en los últimos años la implantación de entornos 3D para el diseño (programas Computer assisted design), así como el reciente ámbito de la impresión en 3D.

Te invitamos a reflexionar:



Reflexionemos

Observa el siguiente video:

1. La herramienta empleada en este video ¿Es de uso EXCLUSIVO para las matemáticas, ciencias e ingeniería escolar?



Fuente: (2013) MaKey MaKey Music Examples.
Recuperado de <https://youtu.be/wkPt9MYqDWO>

2. ¿Qué conocimientos y habilidades que se desarrollen en las áreas de: comunicación, personal social, arte, educación física, historia se requieren para su explotación?
3. ¿Existe o no una integración interdependiente de las áreas curriculares en la **educación STEM**?

1.6. Educación STEM en la era digital: retos y oportunidades

Es importante enfatizar en la necesidad de comprender no solo las características técnicas sino la función y el potencial de cada herramienta, teniendo en cuenta la concepción implícita de aprendizaje que hay en cada una. No es lo mismo trabajar con herramientas con una concepción implícita de aprendizaje transmisiva, reproductiva y memorística como la que encontramos en JClick o Hot Potatoes, cuya única actividad es el relleno de casillas, definir el valor de verdad o falsedad de una determinada afirmación, emparejamiento, etc. promoviendo la idea de que existe una única respuesta correcta y en consecuencia el estudiante solo tienen dos opciones: o sabe o no sabe, sin considerar el error como una oportunidad de aprendizaje.

Bajo el enfoque socio-constructivista podemos citar las herramientas para creación e mapas conceptuales, editores y programas de modelización, en donde los estudiantes pueden crear, organizar y definir conceptos, por tanto, crean conocimiento mientras las usa.

Un promotor del uso de herramientas tecnológicas para la creación de conocimiento, haciendo énfasis en la transformación del conocimiento previo a través de la programación con ordenadores fue Papert (1999), el padre del primer lenguaje de programación LOGO.

El uso de diversas herramientas digitales ayuda al desarrollo de la educación STEM, sin embargo, también son el centro de temas que ejercen una enorme influencia en los procesos de decisión, como la equidad en el acceso a las mismas, su influencia en la diferenciación e incluso segregación en estudiante y escuelas, ensanchando la brecha digital, como también el impacto del proceso de adaptación y gestión al introducir estas herramientas al ambiente escolar y no menos importante el trabajo de la seguridad digital ante el ciberbullying o las falsas identidades, la ciber-adicción y otros asuntos que no necesariamente sean aspectos pedagógico-didácticos.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente descritos, es relevante que tanto investigadores, legisladores, profesores, padres y ciudadanos en general se informen para valorar de manera adecuada el impacto positivo y negativo de los cambios que conlleva la introducción de estas herramientas al ámbito escolar, orientando la toma de decisiones correctas y de mayor beneficio.



Te invitamos a reflexionar en relación a las siguientes preguntas:



Reflexionemos

1. ¿Realmente se aprende más y mejor cuando se usan herramientas digitales? ¿Qué evidencias dan soporte a esta hipótesis?
2. ¿Qué puede aportar el aprendizaje digital a la educación STEM?
3. ¿Qué puede aportar la educación STEM al aprendizaje digital?





Vocabulario

<p>Maker</p>	<p>“Hacedor”, este término complementa la frase “Cultura maker” o “Movimiento Maker” que nace de la corriente creativa DIY (Do it Yourself), en donde se promueve la creación de ideas y la construcción física de las mismas, bajo el lema “házlo tú mismo”, alcanzando un gran auge al integrar las herramientas digitales de diseño y fabricación; poniendo en práctica como principal valor la colaboración y aprendizaje compartido. Cabe resaltar como uno de sus grandes aportes el concepto de “fabricación de alquiler”.</p>
<p>FabLabs</p>	<p>Son laboratorios de fabricación de acceso libre, en donde todo creativo puede hacer uso de las herramientas de fabricación disponibles. La red FabLab fue creada por The Center of Bits and Atoms del MIT.</p>
<p>Cyberbullying</p>	<p>Es una forma de acoso y hostigamiento virtual, en donde el acosador ejerce una violencia invisible a través de las redes sociales y espacios virtuales, con acciones que van desde las burlas hasta el fomento de odio hacia la víctima.</p>
<p>Slow Motion</p>	<p>Es un efecto visual que se logra usando la cámara en el modo de grabación ralentizado, haciendo capturas de distintas posiciones de los objetos y modificación de la escena que la unirlos crean atractivas y dinámicas presentaciones visuales.</p>



Referencias bibliográficas

- Asinc, E. & Alvarado, B. (2019). Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales [Conference]. *5to Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas*. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://bit.ly/3iTwKsp>
- Domènech, J., Lope, S., & Mora, L., (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16 (2), 2203 - 2203-16. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4762>
- European Commission. (2013). *Horizon 2020. Work Programme 2014-2015. General introduction*. Recuperado de https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-intro_en.pdf
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25 (6), pp. 645-670 <https://bit.ly/3jb7MoO>
- Meza, H. & Duarte, E. (2020). La metodología STEAM en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas. [Conference]. *II Congreso Internacional de Educación: UNA nueva mirada en la mediación pedagógica*. Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/3foQulz>
- Organización de los Estados Americanos [OEA]. (2016). *Ciencia y Tecnología*. Recuperado de http://www.oas.org/es/temas/ciencia_tecnologia.asp
- Organización de los Estados Americanos [OEA]. (2016). *Red EducaSTEM*. Recuperado de <https://portal.educoas.org/es/redes/educasteam/conecta>
- Perelejo, M. (2018). *Educación STEAM, ABP y aprendizaje cooperativo en 2º ESO* [Unpublished master dissertation]. Universidad Internacional de La Rioja. Recuperado de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6838>

- Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículo actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, Flippedclassroom y robótica educativa*. [Doctoral dissertation, Universidad CEU Cardenal Herrera]. Alfara del Patriarca. Recuperado de <https://bit.ly/2ZvFNby>
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.) (2003). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science: arguments and second thoughts. In S. Sjøberg & E. Kallerud (Eds.) *Science, Technology and Citizenship. The Public Understanding of Science and Technology in Science Education and Research Policy* (pp. 9-28). Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.

