

Curso virtual

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

Unidad 2

De la teoría a la práctica

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

7

Organización de saberes

8

Unidad 2: “De la teoría a la práctica”

9

2.1. Oportunidades de la enseñanza-aprendizaje digital para potenciar la educación STEM

11

2.2. Oportunidades de la educación STEM para potenciar la enseñanza-aprendizaje digital

14



2.3. Metodología activa para la educación STEM:
Aprendizaje Basado en Proyectos

23

2.4. STEM para todos

28

Vocabulario

30

Referencias bibliográficas

31



Introducción

En la actualidad, empleamos diversos artefactos digitales, softwares y todo tipo de apps para realizar nuestras actividades cotidianas, incluso hemos hecho parte de nuestro inventario personal una pequeña computadora de bolsillo denominada teléfono inteligente o smartphone. Pero aún en pleno siglo XXI, muchas personas desconocen cómo es que estos programas funcionan y cómo es que, muchas veces, estos aparatos nos ayudan a solucionar problemas. Las computadoras son máquinas poderosas, capaces de ejecutar muchas operaciones, sin equivocarse, en muy poco tiempo.

Sin embargo, estas herramientas, softwares y apps sólo pueden resolver operaciones sencillas: sumas, restas, multiplicaciones, comparaciones, almacenamiento y recuperación de datos, entre otras. Es responsabilidad de las personas crear programas que puedan utilizarse para resolver problemas reales. Para construir estos nuevos programas, primero se debemos analizar la situación que queremos resolver, dividirla en pequeñas partes, plantear el conjunto de pasos que se deben seguir para resolver cada una de esas partes y luego buscar una solución posible que ha de ser traducida a instrucciones que una computadora pueda ejecutar.

La oferta amplia variedad de herramientas que disponemos en la actualidad, permiten desarrollar software con un alto nivel de abstracción y facilitan la tarea. En este contexto, las posibilidades de creación de software aumentan y se pueden desarrollar aplicaciones para realizar desde gestiones y operaciones bancarias en un cajero automático hasta simulaciones complejas de mundos virtuales en videojuegos o experiencias de recorrido geográfico. Para crear programas y softwares es necesario emplear habilidades para programar, dichas habilidades no solo están enfocadas en entender cómo funciona una computadora y qué es capaz de hacer, sino también en desarrollar herramientas y técnicas para analizar los problemas y diseñar sus posibles soluciones.

Estas habilidades y conocimientos, en la actualidad, reciben el nombre de pensamiento computacional o PC, por su sigla. Este tipo de pensamiento, no debe considerarse como una llave maestra de todos los métodos disponibles para solucionar problemas, sino como una forma complementaria, propia de este tiempo, que se puede utilizar y explotar más allá del simple uso las tecnologías.

Finalmente, en la educación STEM, es muy importante determinar la metodología más apropiada a emplear, como es: el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), definido como un enfoque metodológico que promueve el aprendizaje de los conceptos científicos empleando distintos instrumentos para la resolución de un



problema o elaboración de un producto. El diseño de actividades ABP implica tomar en cuenta las relaciones y diferencias en la relación entre contextos y contenidos, y el grado de desarrollo del contenido de las áreas científicas en relación a la interdisciplinariedad y apertura del proyecto. En esta unidad revisaremos una herramienta de análisis conformado por componentes didácticos que permiten evaluar proyectos ABP STEM y su relación con el desarrollo de la Competencia Científica.

Competencias y capacidades

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

COMPETENCIA	CAPACIDADES
<ul style="list-style-type: none">• 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">• Reflexiona acerca de los actuales escenarios de enseñanza de las materias STEM y la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje digital que apelan a la complejidad del currículum y permite atender y respetar las diferencias en los estudiantes.• Identifica experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias y actividades centradas en el desarrollo de las competencias STEM.

Organización de saberes

Revisa los siguientes contenidos que estudiarás en este fascículo:

UNIDAD	CONTENIDOS	DURACIÓN
<p>Unidad 2: “De la teoría a la práctica”</p>	<p>2.1. Oportunidades de la enseñanza-aprendizaje digital para potenciar la educación STEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Para la experimentación con fenómenos naturales y el diseño de soluciones ingenieriles B. Para la modelización científico-matemática y el diseño y manipulación virtual de representaciones abstractas C. Para la argumentación científica y matemática, la comunicación y la interacción en contextos STEM <p>2.2. Oportunidades de la educación STEM para potenciar la enseñanza-aprendizaje digital</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Para contribuir a la alfabetización digital de los futuros ciudadanos B. Para la modelización científico-matemática y el diseño y manipulación virtual de representaciones abstractas C. Para contribuir al desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes <p>2.3. Metodología Activa para la educación STEM: Aprendizaje Basado en Proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> A. La competencia científica: componentes didácticas B. El Aprendizaje Basado en Proyectos <p>2.4. STEM para todos:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. En la escuela: Greenpower Inspiring Engineers B. Para los profesores: STEAMConf Barcelona C. Organismos públicos y privados: Observatorio Educación STEM 	<p>Semana 02</p>

Unidad 2:

De la teoría a la práctica

Este fascículo, busca que reconozcas las oportunidades de la enseñanza-aprendizaje digital para potenciar la educación STEM y las de la educación STEM para potenciar la enseñanza-aprendizaje digital. Asimismo, revisarás la metodología activa para la educación STEM y su Aprendizaje Basado en Proyectos. ¡Te invitamos a iniciar el estudio!



Identifica

Lee el siguiente extracto:

Para explicar lo que es un FabLab (Fabrication Laboratory) se puede echar mano de la definición más romántica (o política) y afirmar que se trata de un lugar en el que “democratizar la tecnología y empoderar a los ciudadanos con el objeto de hacer un cambio a nivel de producción”, según las palabras de Santiago Fuentemilla, coordinador de Future Learning en Fab Lab Barcelona, centro de investigación, educación, diseño y fabricación digital en el Institut d’Arquitectura Avançada de Catalunya (IAAC). Pero también se puede apelar a una mirada más economicista y aceptar la definición de la revista Forbes, que resumió el objetivo de los FabLabs parafraseando la famosa cita de los peces y la pesca: «Dale un gadget a un hombre y habrás satisfecho sus necesidades tecnológicas por un día. Enséñale a fabricar gadgets, y podrás alimentarle por sí mismo -y a un pequeño grupo de inversores- de por vida».

El concepto de crear espacios cercanos al ciudadano donde a través de tecnologías digitales y sofisticadas máquinas se puedan crear diferentes objetos nació a comienzos de este siglo en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. La idea parte de Neil Gershenfeld, director del Center for Bits and Atoms del MIT, quien ha reconocido que jamás pensó que el laboratorio iniciado en 2001 iba a convertirse en una red con más de 1000 centros, completamente autónomos pero unidos por una misma filosofía. Los

FabLabs de todo el mundo están impulsados por el espíritu del DIY (Do It Yourself, hazlo tú mismo) y el software libre, una forma de compartir y hacer crecer el conocimiento. El acceso a los FabLabs es, por lo tanto, universal y la gente que se acerca a ellos puede fabricar cualquier cosa (siempre que no sea dañina) e investigar por sí sola, aunque en muchos de ellos los proyectos de educación tienen un peso significativo.

Natalia Sprenger ha visitado el Fab Lab Barcelona y allí ha comprobado en primera persona tanto esa filosofía ciudadana que lo anima como la capacidad y precisión de sus máquinas. Como por ejemplo el brazo robótico creado por el Máster en Robótica y Construcción Avanzada o el proyecto Creative Food, ambos del Advanced Architecture Group de IAAC.

Fuente: Vodafone (2020) Un laboratorio de barrio para que puedas fabricar cualquier cosa. España. Recuperado de <https://youtu.be/qJHLLFmiTNM>

Te invitamos a reflexionar en relación a las siguientes preguntas:



Reflexionemos

1. Según el video, ¿cuáles son los principios que se practican en un FabLab?
2. Desde tu práctica pedagógica ¿qué proyectos te gustaría trabajar en un FabLab?
3. ¿Qué habilidades requieres desarrollar como educador para dirigir un proyecto en un FabLab?
4. ¿Cuáles serían los aprendizajes más potentes que podrían lograr tus estudiantes en una FabLab?
5. ¿Qué metodología sugieres en el trabajo de proyectos?



Analiza

2.1. Oportunidades de la enseñanza-aprendizaje digital para potenciar la educación STEM

La educación STEM plantea la necesidad de abordar tres dimensiones interdependientes de la práctica científica en el aula:

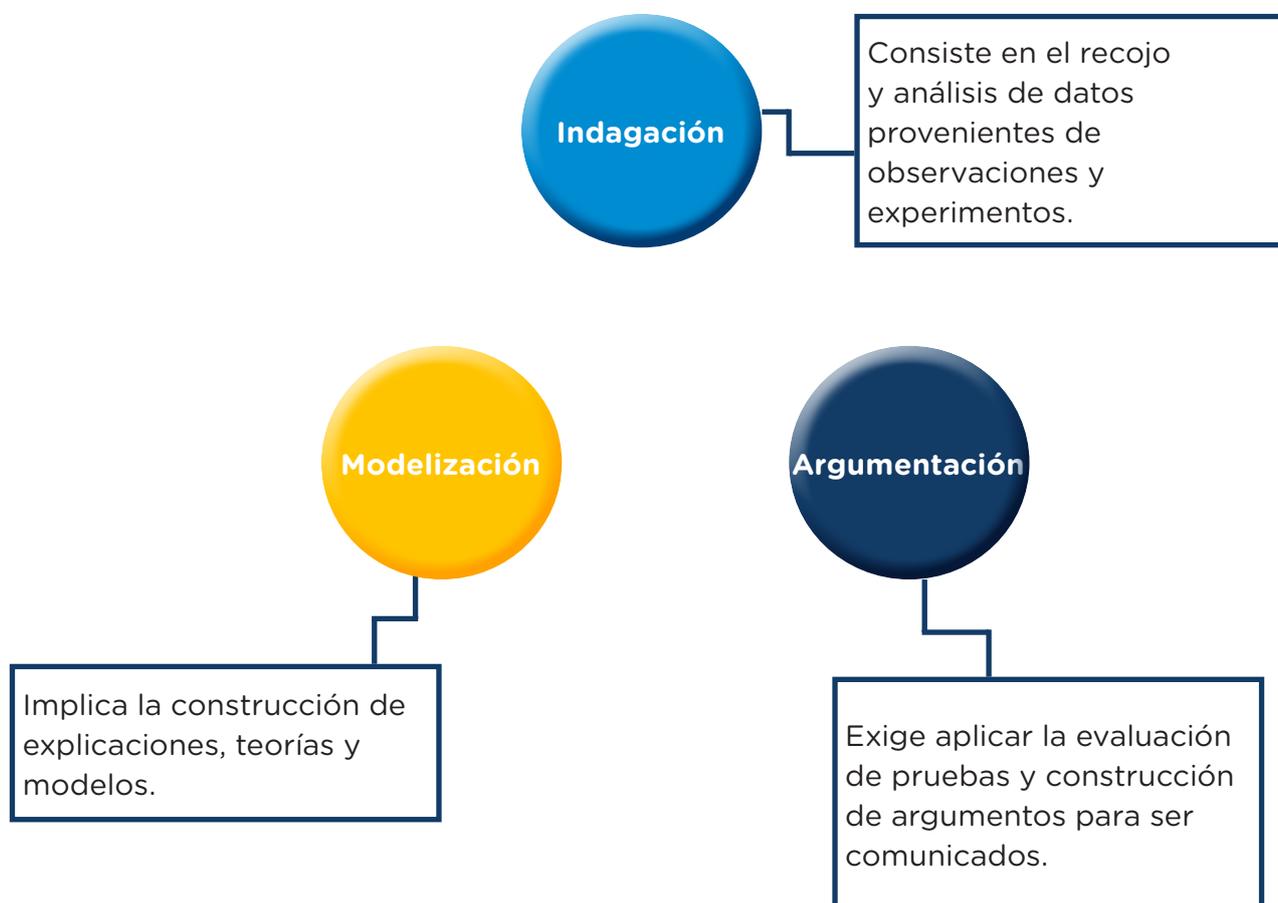


Figura 1. Dimensiones de la práctica científica en el aula

Fuente: Elaboración propia

Estas tres dimensiones de la práctica científica sirven de punto de partida y orientación que permite plantear las dimensiones de la práctica STEM, que además son comunes en todas sus disciplinas:



✓ **La experimentación** con fenómenos naturales y tecnológicos mediante la observación, manipulación, recogida y análisis de datos.



✓ **La elaboración de modelos** científicos y matemáticos, y la interacción con representaciones virtuales de entidades abstractas.



✓ **La argumentación y comunicación de soluciones** científicas, matemáticas y tecnológicas, así como la evaluación de pruebas y argumentos aportados por los demás.



Basándonos en estas tres esferas de la práctica STEM, revisemos qué oportunidades ofrecen las herramientas digitales presentadas en la Unidad 02, para promover un mejor y mayor aprendizaje STEM en el aula:

Tabla 1. Oportunidades de la enseñanza-aprendizaje digital para potenciar la educación STEM

Para la experimentación de fenómenos naturales y el diseño de soluciones ingenieriles	Para la modelización científico-matemática y el diseño y manipulación virtual de representaciones abstractas	Para la argumentación científica y matemática, la comunicación y la interacción en contextos STEM
<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a más y mejores datos experimentales y herramientas para su análisis. • Menos barreras de tiempo, distancia, riesgo y complejidad respecto a los fenómenos naturales a investigar. • Mejor orientación y adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes para el desarrollo de prácticas STEM 	<ul style="list-style-type: none"> • Visualización mediante simulación por ordenador de modelos y objetos abstractos propios del área STEM. • Posibilidad de interacción con fenómenos y sistemas científico-matemáticos virtuales. • Oportunidad para que sean los propios estudiantes quienes elaboren y expresen sus ideas y modelos con soporte digital. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejores herramientas para comunicar en el aula de forma análoga a como se hace en profesiones STEM. • Mayor interactividad e inmersión en contextos, retos y problemáticas STEM. • Más vínculos entre la escuela y las comunidades científicas y sociales.

Fuente: Elaboración propia



A. En aprendizaje experiencial con fenómenos naturales y el diseño de soluciones en ingeniería

En la educación STEM, se promueve el desarrollo de la indagación escolar, una de las dimensiones centrales en la práctica STEM, que implica el recojo y análisis de algún tipo de datos, provenientes de observaciones y experimentos realizados por los propios estudiantes o también datos recogidos por terceros que tienen a su disposición. En cualquiera de las dos situaciones, las herramientas digitales ofrecen una diversidad ilimitada de oportunidades que facilitan el acceso a estos datos experimentales, y permiten enriquecer el análisis.

En algunas instituciones, se hace uso de sensores digitales en el aula y el laboratorio, estas herramientas se caracterizan porque representan en tiempo real y en forma de gráficos los datos obtenidos, estas herramientas son denominadas como [Microcomputer based laboratory](#), demostrando su gran utilidad para facilitar a los estudiantes el recojo de datos, reduciendo el tiempo invertido y la complejidad para hacerlo.

También cabe resaltar la diversidad en la oferta de acceso a experiencia con fenómenos científicos representados a través de simulaciones terminadas en donde el estudiante simplemente debe interactuar, en otros casos también puede diseñar sus propios experimentos virtuales añadiendo y combinando todo tipo de material de laboratorio, en los denominados micromundos virtuales como [Algodoo](#) o [ChemLab](#). En el caso de las matemáticas, disponemos de entornos manipulativos para interactuar, como [Geogebra](#), que se adapta a las necesidades de aprendizaje de cada estudiante. En todas estas experiencias es muy importante resaltar que, la mayoría de entornos virtuales para representar sistemas físicos (animaciones, simulaciones o micromundos virtuales) brindan al estudiante la alternativa de repetir los fenómenos o procesos que se representan tantas veces como quiera, una alternativa que está disponible en la experimentación “analógica” de laboratorio.

B. En la manipulación virtual de representaciones abstractas y el modelado científico-matemático

La práctica STEM desarrollada en aula ha sufrido una considerable transformación al disponer de nuevas herramientas digitales para recoger y analizar datos, resolver problemas y diseñar soluciones, esta transformación ha evolucionado aún más con el acceso al desarrollo de interfaces virtuales y entornos de simulación para la

representación digital de constructos matemáticos y abstractos propios de las áreas STEM.

En la actualidad, los estudiantes disponen de experiencias para visualizar e interactuar mediante animaciones 2D o 3D, simulaciones, videojuegos y otros entornos virtuales de simulación, que



sirven para representar constructos abstractos y matematizados, por ejemplo: los átomos y moléculas, los genes, las líneas de campo, los vectores, los haces de luz, los frentes de onda, las placas tectónicas, las galaxias, etc., así como las rectas numéricas, las figuras geométricas, las figuras fractales, etc. Poniendo a disposición del docente una amplia variedad de herramientas digitales que emplean las imágenes para representar y hacer mucho más visibles los modelos y teorías abstractas de la ciencia, haciendo fácil su asimilación y conectando el ámbito macroscópico o físico y el microscópico o teórico. La comprensión conceptual en los estudiantes de objetos abstractos se enriquece sin límites.

Siendo la matemática, un campo de representación de ideas abstracta, se han desarrollado herramientas de gran utilidad para el aprendizaje del álgebra como [Dragon Box Algebra](#), un programa muy efectivo porque brinda la experiencia de manipulación de objetos algebraicos para la resolución de problemas. Aunque las herramientas mencionadas brinden experiencias de aprendizaje mucho más efectivas, en la educación STEM se destaca que la oportunidad principal que brindan estas herramientas es permitir que los estudiantes elaboren y expresen sus ideas abstractas, construyan modelos científicos y matemáticos mediante el uso y explotación del soporte digital.

C. En la comunicación, la argumentación científica y matemática y la interacción en contextos STEM

El acceso a múltiples canales de comunicación dentro del aula, o los blogs y las redes sociales para la interacción de puertas afuera, ofrecen no solo herramientas que facilitan la comunicación, sino que la promueven de una forma análoga a cómo la hacen los profesionales STEM.

Para la interacción dentro del aula, la introducción de aplicaciones de

respuesta inmediata, las llamadas [Classroom Response Systems \(CRS\)](#) puede enriquecer las interacciones entre estudiantes, especialmente por lo que requiere a los aspectos afectivos. Las llamadas herramientas de inmersión, como los videojuegos y las plataformas multijugadores, también pueden contribuir a promover la argumentación STEM.

2.2. Oportunidades de la educación STEM para potenciar la enseñanza-aprendizaje digital

Para analizar que aporta la educación STEM al desarrollo de la competencia digital, conozcamos los indicadores de logro que permiten medirla:

- a. **Información:** Identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar información digital, juzgando su relevancia y propósito.



- b. Comunicación digital:** comunicarse en entornos digitales, compartir recursos a través de herramientas en línea, vincularse con otros y colaborar a través de herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes con sensibilización intercultural.
- c. Creación de contenidos digitales en múltiples formatos,** integrando y reelaborando conocimientos y contenidos previos y teniendo en cuenta los derechos de propiedad intelectual y las licencias.
- d. Seguridad digital personal: protección de datos,** protección de identidad digital, medidas de seguridad, uso seguro y sostenible de las herramientas digitales.
- e. Resolución digital de problemas:** identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones informadas sobre cuáles son las herramientas digitales más apropiadas de acuerdo con el propósito o necesidad, resolver problemas conceptuales a través de medios digitales, usar creativamente tecnologías y resolver problemas técnicos.

En este contexto, la escuela debe considerar integrar el desarrollo de habilidades digitales enfocado en:

✓ **La alfabetización digital**, la cual es tan importante como la lectura y la escritura, y que por lo tanto es necesario poseerlas para acceder a todas las materias enseñadas a través del currículum

✓ **El pensamiento computacional**, que no solo incluye nociones de programación informática mediante código, sino toda una manera de razonar y resolver problemas

Basándonos en esta aproximación holística, revisemos qué oportunidades ofrece la educación STEM en escenarios escolares digitalizados para promover una mejor y mayor enseñanza-aprendizaje digital en el aula.



Tabla 2. Oportunidades de la educación STEM para potenciar la enseñanza-aprendizaje digital

En la contribución para lograr la alfabetización digital de los futuros ciudadanos	En el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes
<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de los retos y contextos STEM para aprender a identificar, organizar y analizar información digital, así como crear y comunicar contenidos digitales. • Uso de las maneras de pensar STEM para aprender a resolver problemas digitalmente, tomar decisiones y hacer uso de las tecnologías creativas. • Utilización de los conocimientos STEM para ser capaz de entender y modificar adecuadamente las herramientas digitales de forma crítica y segura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contribución del pensamiento matemático y lógico para comprender y usar conceptos computacionales (variables, condiciones, secuencias, algoritmos, etc.) • Aprovechamiento de la modernización científica (expresión y revisión iterativa de los modelos) como contexto privilegiado para experimentar y desarrollar prácticas computacionales propias de la modelización por ordenador. • Aportación del diseño ingenieril: preguntarse, imaginar, planificar, crear y mejorar para promover las prácticas y perspectivas computacionales asociadas al diseño de programas informáticos.

Fuente: Elaboración propia

A. En la contribución para lograr la alfabetización digital de los futuros ciudadanos

La educación STEM promueve el desarrollo de maneras de pensar y razonar que son especialmente interesantes a la hora de aprender a resolver problemas digitalmente, tomar decisiones y hacer uso de las tecnologías creativas. Así mismo, en la sociedad postindustrial o del conocimiento se da mayor valor a la capacidad de utilizar el conocimiento con sentido y en un determinado contexto, este valor se denomina competencialidad y ha transformado las demandas laborales tradicionales. Trabajos que anteriormente habían implicado tareas repetitivas y rutinarias han cambiado, incorporando nuevas funciones que incluyen tareas no rutinarias, como la búsqueda activa de soluciones a problemas, la necesidad de colaboración con otros compañeros, o un grado de competencia tecnológica alto, o bien han sido eliminados del todo.



Reflexionemos

Luego de leer el artículo: “Así son los perfiles profesionales con mejores perspectivas de futuro en el 2021”, que puedes revisar en el siguiente link:

https://elpais.com/economia/2020/10/20/actualidad/1603217848_971734.html

1. ¿Cómo ha afectado la pandemia a las perspectivas laborales en Perú?
2. Al momento de elegir una carrera profesional, la empleabilidad y la vocación juegan un rol muy importante, en tu práctica pedagógica ¿cómo integras estos dos aspectos de forma tangible? (módulos de aprendizaje, visitas guiadas, charlas vocacionales, experiencias compartidas en espacios abiertos profesionales, interacción entre profesionales y estudiantes en la escuela, etc.)

EL PAÍS

SUSCRIBETE HOLA

FORMACIÓN >

Así son los perfiles profesionales con mejores perspectivas de futuro en 2021

Las ofertas relacionadas con las ciencias jurídicas y sociales e ingeniería y arquitectura concentran ocho de cada 10 ofertas laborales en España



Fuente: Menses, N. (2020, octubre 21) Así son los perfiles profesionales con mejores perspectivas de futuro en 2021 [artículo]. Madrid: El País. Recuperado de https://elpais.com/economia/2020/10/20/actualidad/1603217848_971734.html

Los trabajos que implicaban tareas repetitivas y rutinarias han cambiado, incorporando nuevas funciones que incluyen tareas no rutinarias, como la búsqueda activa de soluciones a problemas, la necesidad de colaboración con otros compañeros, requieren de un alto grado de competencia tecnológica, o en muchos casos, ya han sido eliminados del mercado laboral.

Por tanto, la escuela del siglo XXI debe considerar el desarrollo de competencias en el dominio de tecnología sofisticada, comunicación compleja, pensamiento crítico o la capacidad de resolver problemas imprevistos garantizando una mejor preparación para los ciudadanos del futuro y trabajadores en general.

La cuarta revolución industrial, está centrada en la incorporación de la Internet de las cosas, la creación de fábricas inteligentes y los sistemas ciber-físicos que combinan el mundo real con el virtual, implican introducir procesos de producción cada vez más complejos que requieren usar la tecnología y para ello será necesario ser capaz de entenderla y modificarla adecuadamente. Los retos que se presentan a los trabajadores del futuro involucran conocimientos y competencias STEM integradas con competencias digitales de alto grado de sofisticación.

El conocimiento científico, matemático y tecnológico juega un rol importante papel en esta capacidad de uso y adaptación de las tecnologías digitales para promover la personalización e incluso fabricación digital de apps, video-juegos, wearables, simulaciones y otras herramientas y entornos digitales. En este sentido, se habla incluso de una nueva competencia denominada “de diseño” o “de invención”, dentro del paradigma de la democratización del diseño cada vez más al alcance del ciudadano de a pie y que se plasma en la eclosión de los laboratorios de creación digital: los denominados Fablab, o por ejemplo las placas Arduino de hardware libre, que permiten la creación y personalización de todo tipo de dispositivos electrónicos.

Exploremos:



Wearables:

prendas de vestir (o que se pueden sujetar al cuerpo) que llevan incorporados en su diseño, dispositivos electrónicos capaces de cumplir una función particular.

¿Qué es la tecnología wearables?

Imaginar la moda del futuro, hasta ahora, nos trasladaba a ideas de dudoso gusto estético casi siempre influenciadas por lo que hemos visto en las películas. Basta recordar el aspecto futurista que los diseños de Jean Paul Gaultier otorgaban a los protagonistas de “El Quinto Elemento”, o la elegancia aséptica mostrada en los uniformes de “2001. Una odisea en el espacio”, por poner un par de ejemplos icónicos, que dan cuenta de que la ropa imaginada por el cine para las próximas décadas no es una muestra de comodidad.

Excepción hecha, claro está, de las galas elegidas por la teniente Ripley en “Alien, el octavo pasajero”, capaz de enfrentarse a un extraterrestre asesino en ropa interior y camiseta.

Afortunadamente para quienes aspiran a llevar algo más que un polo plagado de lucecitas, la tecnología y la moda se acercan cada vez más. En realidad, nunca han estado demasiado lejos (para ser precisos, la industria textil fue esencial durante la Primera Revolución Industrial). Sin embargo, los aportes tecnológicos parecían más encaminados hacia los materiales o los procesos de fabricación que al diseño de las prendas. Así ha sido, al menos, hasta ahora, cuando la irrupción de los wearables y la necesidad de estar siempre conectados invita a dar un paso más allá. Una de las primeras compañías en entender el potencial existente en la hibridación entre la moda y la tecnología ha sido CuteCircuit. Fundada en 2004 por los diseñadores Ryan Gentz y Francesca Rosella, la firma asegura que los wearables no pueden limitarse a “un gadget enroscado alrededor de tu muñeca. Un wearable debería ser una prenda bella que permita al cuerpo humano convertirse en una interfaz, una suerte de segunda piel que puede conectarnos con gentes y lugares, incluso con los que están lejos de nosotros”.

Esta idea, la de la ropa inteligente y conectada, ha llevado a CuteCircuit a convertirse en una firma de moda reconocida internacionalmente. Estrellas como Katy Perry, U2 o Laura Pausini han elegido alguno de sus diseños para aparecer en el escenario, y marcas como Converse les encargan creaciones exclusivas.

La convergencia entre la tecnología y las prendas conseguida por Gentz y Rosella es absoluta. “Estamos haciendo la moda del futuro, asegura Gentz. Utilizamos materiales futuristas, telas inteligentes, microelectrónica y diseños innovadores aplicados a nuestras prendas”. Las colecciones de CuteCircuit -que han seducido por igual a semanas de la moda y encuentros de tecnología- incluyen camisetas, faldas o chaquetas que pueden cambiar de color y dibujo según lo desee el usuario, pero también prendas conectadas con las que enviar abrazos a personas que se encuentren en la otra punta del planeta, o con sensores que pueden transmitir las vibraciones de la música a invidentes. “Pensamos, dice Gentz, que ha llegado la hora de que la moda entre en el futuro y se integre en nuestro estilo de vida digital”.

Fuente: Fuente: Vodafone (2016) La ropa del futuro que ha seducido a U2 y Katy Perry. España. Recuperado de <https://youtu.be/7f6yym4Y208>

B. En el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes

La creatividad, el pensamiento crítico, la discusión ética y moral y la conciencia cultural, por mencionar solo algunos ejemplos, son competencias fundamentales para lograr una educación de calidad adaptada a las necesidades del siglo XXI. Es importante plantear el pensamiento computacional “más allá” del modelo STEM, precisamente en un ámbito (la Ética y los Valores Éticos) en el que los problemas a abordar deben ser analizados lógicamente (“computacionalmente”), pero las conclusiones están muy lejos de poder ser consideradas soluciones y, por el contrario, suelen ser el punto de partida para nuevas discusiones y desafíos para el razonamiento y el pensamiento crítico. En pocas palabras, el pensamiento computacional debe ser promovido y desarrollado como medio para la discusión ética y moral, en lugar de promover el pensamiento computacional como fin en sí mismo.

Jeannette M. Wing afirma con rotundidad que *“el pensamiento computacional expresa cómo piensan los humanos, no los ordenadores”*, porque representa la manera en que los seres humanos resuelven problemas y toman decisiones cuando actúan de manera racional.

¿Cómo actuará un coche autónomo ante un accidente inevitable?

En “Inteligencia Artificial”, película oscura y visionaria ideada por Stanley Kubrick pero dirigida varios años después de su muerte por Steven Spielberg, el niño robótico protagonista es incapaz de entender por qué algunas de sus decisiones, que él considera correctas en base a los parámetros para los que ha sido programado, son malinterpretadas por los humanos. La posibilidad de que las máquinas intenten reproducir nuestras emociones y juicios morales es presentada como una distopía en la que no salimos muy bien parados.

Tal vez porque la lógica y las construcciones sociales, cambiantes y hasta contradictorias, nunca mezclaron bien. Sin embargo, cuando se acerca cada vez más el tiempo en el que muchas de las tareas cotidianas serán hechas por robots, es necesario preguntarse cómo responderán ante dilemas éticos. ¿A quién salvará un robot de rescate en caso de tener una sola posibilidad: a un niño o a un adulto? ¿Y en qué algoritmo moral estará basada esa decisión? ¿Qué hará un coche autónomo: atropellará dos peatones para salvar la vida de su conductor o su decisión será optar por el mínimo daño?

Hace unas semanas, el fabricante alemán Mercedes (que está investigando en coches completamente autónomos) levantó un gran revuelo cuando Christoph von Hugo, directivo de la marca, argumentó: “Si sabes que puedes

salvar al menos a una persona, sálvala. Salva a la persona que está en el coche. Si de lo único que tienes seguridad es de que puedes prevenir esa muerte, esa debe ser tu prioridad”. Que tiemblen los peatones ...

Por supuesto, no todo el mundo está de acuerdo. De hecho, mientras los fabricantes de automóviles y las empresas de tecnología se afanan en colocar sensores cada vez más precisos y mejorar las capacidades de conducción de los vehículos, hay científicos que ya trabajan para resolver este gran dilema moral. Se trata de conseguir que las máquinas se representen de la mejor forma posible cuál sería el comportamiento de un humano en las distintas situaciones para poder reproducirlo. Aunque aquí tampoco hay consenso absoluto.

El equipo dirigido por Iyad Rahwan en el MIT lleva tiempo trabajando en las interacciones entre las ciencias sociales y la inteligencia artificial. Fruto de estos trabajos es una web (<http://moralmachine.mit.edu/hl/es>) en la que, a través de distintas preguntas, tratan de establecer cuál sería el comportamiento más adecuado que debería tener un coche sin conductor desde un punto de vista moral para la mayoría. Y lo primero que han detectado, asegura Rahwan es que “casi por unanimidad la gente quiere coches que minimicen los daños totales. El problema viene cuando les preguntamos si comprarían ese coche. Su reacción fue: nunca compraría un coche que me pudiera hacer daño a mí bajo ninguna circunstancia”.

Las investigaciones de Rahwan parecen demostrar que los humanos nos guiamos en demasiadas ocasiones por esa máxima marxista (de Groucho) en la que afirmaba: “estos son mis principios, si no le gustan, tengo otros”. Por eso, él cree que “al dejar cada vez más decisiones en manos de máquinas, al mismo tiempo debemos desarrollar también un contrato social entre la gente y los algoritmos que toman esas decisiones importantes. Para supervisar su comportamiento, hacerlos responsables y poder desenchufarlos si se da el caso”.

Fuente: Vodafone (2016) ¿Cómo actuará un coche autónomo ante un accidente inevitable?. España. Recuperado de https://youtu.be/qgqt_mfcU2I

Incrementar “sin más” la presencia de materias relacionadas con las TIC y la Informática es inútil si no se fomenta la creatividad, la abstracción, el razonamiento lógico, el pensamiento crítico, etc.; y estas competencias pueden y deben ser estimuladas en todas las materias, a condición de que se haga con los enfoques metodológicos y didácticos adecuados.

Otra definición más sistemática de Wing y otros autores, establece que:



Wearables:

(...) el pensamiento computacional es el conjunto de procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones para que dichas soluciones puedan ser representadas de tal modo que puedan ser ejecutadas por un agente de procesamiento de la información. (Wing, 2011)

Así pues, el pensamiento computacional no puede restringirse a materias relacionadas con la computación o la programación, y la robótica no puede ser el único modo de poner en práctica esta competencia.

En este sentido, es importante que la capacidad de pensamiento computacional pueda ser desarrollada desde un período temprano de formación. Esto redundará en empoderar a los individuos a través de su desarrollo cognitivo y lograr autonomía para interactuar con el mundo que les toca vivir.

Te invitamos a revisar el video: Desarrollo del pensamiento computacional desde la primera infancia. Haz clic en la imagen



Fuente: CEDU Uninorte (2020) Desarrollo del pensamiento computacional desde la primera infancia. Universidad del Norte de Barranquilla (Colombia) Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=OGjRjCv6-OU>

En este contexto, el aprender a programar es considerado como un factor que promueve el desarrollo de una forma de pensamiento más abstracta, analítica y eficiente. En estos procesos de enseñanza y de aprendizaje la fuente de motivación es intrínseca y ayuda a promover la creatividad, en un ambiente donde prima el trabajo experimental a partir de la prueba y el error. Como se puede observar, la temática abordada por el pensamiento computacional se extiende más allá de cualquier visión de orden reduccionista de la informática, que únicamente ve la programación como una técnica industrial de orden menor. En esencia, debemos promover el PC con el objetivo de mejorar la capacidad de entender y solucionar problemas que se puedan automatizar, entendiendo que el beneficio educativo de ser capaz de pensar con la ayuda de estas herramientas cognitivas se transfiere a otros dominios del conocimiento, y refuerza y mejora las habilidades intelectuales de las personas. (Wing, 2011).

Las llamadas competencias STEM no son solo responsabilidad de las materias STEM. El pensamiento computacional es una competencia emergente tanto en la educación primaria como secundaria, y hoy por hoy también en educación inicial. Numerosos estudios como por ejemplo los desarrollados en Reino Unido, Holanda y Estados Unidos ponen de manifiesto que se están realizando importantes esfuerzos por mejorar esta competencia a través de las materias relacionadas con la Informática.

El proceso de modelización científica que debería promoverse en la escuela desde este marco, es decir, la expresión y revisión iterativa de los modelos que construyen los estudiantes, implica una práctica educativa altamente aprovechable para experimentar y desarrollar prácticas computacionales propias de la modelización por ordenador.

A su vez, el dominio de conceptos computacionales está estrechamente relacionada con el dominio del pensamiento y el lenguaje matemáticos. Algunos conceptos computacionales asociados a la programación son la idea de variable (valores, incrementos, ejes de coordenadas, ritmos), los condicionales que se expresan mediante operadores matemáticos (de condición, de orden, lógicos y aritméticos), y los algoritmos matemáticos que se expresan mediante la secuenciación de pasos.

2.3. Metodología activa para la educación STEM: Aprendizaje Basado en Proyectos

A. La competencia científica: Componentes didácticas

- a. **La dimensión conceptual;** es la capacidad de utilizar modelos científicos para la interpretación de fenómenos naturales o contextos, o relacionar distintos modelos entre sí. Es difícil definir “modelo” o “contexto” y en la práctica en el aula a menudo suelen identificarse con los “conceptos” y las “situaciones” en que se ubican las actividades de aprendizaje (Blanco, España y Rodríguez, 2012, Kortland, 2007, Couso, 2015).

b. La dimensión procedimental; se refiere a la capacidad de usar habilidades de razonamiento científico, como identificar pautas, inducir, deducir, o diseñar experimentos. Algunos autores identifican la dimensión procedimental con las “Inquiry skills” (Couso, 2014). En su traducción a las actividades de aula, eso implica que debe existir algún conflicto que requiera el uso de estas habilidades de razonamiento. Podemos definir dos tipos de conflictos:

- ✓ Conflictos entre lo que sabemos y lo que se desprende de los fenómenos (solemos llamarlos conflictos cognitivos).
- ✓ Conflictos entre lo que tenemos y lo que queremos hacer.

c. La dimensión epistémica se asocia al modo que tiene la ciencia de validar el conocimiento. Por ello, implica una cierta apropiación del discurso de la ciencia, y suele reclamar el desarrollo de capacidades de uso de pruebas y argumentación (Bravo, Puig y Jiménez-Aleixandre, 2009), pero también de ideas sobre la Naturaleza de la Ciencia como conocimiento parcial, consensual basado en pruebas, provisional y resultado de un proceso histórico.

B. El Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología didáctica nada reciente, propuesta como tal por Kilpatrick (1918) hace ya un siglo. En la actualidad, el término ABP ha ido cobrando distintos significados, que acostumbran a incluir:

- La enseñanza se produce en el contexto de una situación o problema.
- Los contenidos clave se aprenden a partir del contexto y la actuación.
- Se parte de un reto o propósito compartido por el alumnado.

Kilpatrick (1918) establece que ese propósito compartido por el alumnado permite distinguir entre 4 categorías de proyectos:

- ✓ Elaborar un producto
- ✓ Resolver un problema
- ✓ Disfrutar de una experiencia estética
- ✓ Obtener un conocimiento.

Tabla 3. Instancias y ejemplos de proyectos según las categorías de Kilpatrick, según la instancia

Instancia	Tipos de Kilpatrick	Ejemplos de Metodologías
Queremos hacer...	Elaborar un producto	• “ <i>Design Thinking</i> ”
	Resolver un problema	• Controversias • Estudios de casos • Aprendizaje-servicio • Ciencia ciudadana
	Disfrutar de una experiencia estética	• STE[A]M
Queremos saber...	Obtener un conocimiento	• Indagación y Modelización

Fuente: Elaboración propia

Estas 4 categorías pueden agruparse en dos tipos principales según la instancia que impulsen:

- a. Las tres primeras categorías se identifican el “Queremos hacer”. Existen un objetivo externo al conocimiento (construir un barco, ordenar el tráfico, disfrutar de una observación astronómica) que actúa como propósito para la construcción instrumental de conceptos o modelos y el desarrollo de aspectos procedimentales y epistémicos. Las reformulaciones actuales del ABP se corresponden con las categorías Elaborar un Producto o Resolver un Problema. Estas dos categorías de proyectos se corresponden con enfoques como el Aprendizaje- Servicio o el “Design Thinking”.

Igualmente, dentro de la categoría **Resolver un problema** podríamos ubicar el llamado “Aprendizaje Basado en Problemas”, que en la enseñanza de las ciencias adopta formas como las controversias socio-científicas, la ciencia ciudadana o los estudios de caso.

- b. La última categoría reúne los proyectos con la instancia “Queremos saber” en los que el propósito coincide con el objetivo de aprendizaje (“Queremos saber cómo se alimentan las plantas”) y en la enseñanza de las ciencias encuentra exponentes en la Indagación y la Modelización.

El Aprendizaje Basado en Proyectos es la metodología privilegiada para el despliegue de los objetivos STEM, ya que permite la articulación de diversas disciplinas y enfoques.

La implementación de la metodología ABP requiere la participación de los estudiantes en la planificación, dando por resultado proyectos con mayor o menor grado de apertura y evaluación del proyecto. Siendo así, parece bastante razonable el desarrollo de las “soft skills” y la participación de los estudiantes, algo muy en consonancia con los objetivos STEM, supone un reto en lo referente al papel de contenidos, conflicto, contexto y discurso de la ciencia en el diseño de propuestas didácticas.

A continuación presentamos la rúbrica ABPMap construida por Jordi Domenech-Casals(2018) en la que se propone una serie de componentes que permiten evaluar los proyectos ABP-STEM:



Evaluación de proyectos ABP-STEM:

Criterio	1	2	3	4
Contexto	El proyecto tiene sólo sentido dentro del aula. No incorpora formatos ni elementos del mundo real. Contexto como pretexto.	Se incorporan materiales o voces del mundo real (noticias, formatos...). Contexto y rol del alumnado no verosímil.	El proyecto tiene sentido en el mundo real, del que emerge e incorpora elementos. El contexto y los roles del alumnado son verosímiles.	El proyecto impacta en el mundo real, en el que tiene sentido y utilidad. El contexto y los roles del alumnado son reales.
Conflicto	El conflicto a resolver no instrumentaliza los contenidos. Podría resolverse con contenidos distintos sin ningún problema.	Los contenidos están en la periferia del conflicto. Una gran parte de ellos se encuentra fuera y se trata de forma superficial.	Los contenidos están en el núcleo del conflicto y son esenciales para resolverlo. Una parte del conflicto debe resolverse con otros elementos.	Contenidos y conflicto están identificados los unos con el otro.
Discurso	La actividad de los alumnos es de juego búsqueda y reproducción de datos o representación de información, sin ningún proceso STEM específico.	Se aplican de manera pautada para la obtención de datos procesos y formatos propios de las áreas STEM (diseñar experimentos, hacer prototipos, hacer conjeturas).	Se aplican procesos y formatos propios de las áreas STEM para argumentar a partir de datos y construir conocimiento.	Se aplican dinámicas epistémicas propias de las áreas STEM para la evaluación y validación de conocimiento.
Contenidos y modelos científicos STEM	Los contenidos son transmitidos o reproducidos	Los contenidos son aplicados y desarrollados de forma parcial e informal.	Los contenidos son contruidos y desarrollados de forma parcial y formalizados activamente.	Los contenidos son contruidos y desarrollados de forma completa y formalizados.
Apertura y autonomía del alumnado	El proyecto consiste en una sucesión de tareas completamente cerradas.	Los alumnos pueden tomar alguna decisión dentro de las tareas y participan en la evaluación a partir de criterios preestablecidos.	Los alumnos planifican la consecución de los objetivos, deciden productos y evaluación.	Los alumnos deciden temática y planificación del proyecto.
Interdisciplinariedad	Participa una sola materia STEM.	Participan dos materias STEM.	Participan tres materias STEM.	Participan cuatro o más materias.

2.4. STEM para todos:

A. En la escuela: Greenpower Inspiring Engineers

Greenpower es un proyecto que se desarrolla en muchas escuelas de Reino Unido. Los jóvenes estudiantes trabajan en equipo y desarrollan las competencias STEM/STEAM a través de la construcción de coches eléctricos y ecológicos con los que posteriormente van a competir. De esta forma, se promueve en los alumnos la percepción positiva por la ciencia, la innovación y el medio ambiente.



Figura 2. Fotografía de Greenpower Inspiring Engineers

Fuente: Tomado de Colegio Gaztelueta (2018) Proyecto Greenpower. España. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=OOBrh0cso6w&feature=emb_logo

B. Para los profesores: STEAMConf Barcelona

STEAMConf Barcelona 2020, propone conversaciones y talleres a distancia con propuestas STEAM experienciales, llenas de ideas prácticas estimulantes y pensadas, a la vez, para explorar formas de aprendizaje nuevas o diferentes y para ayudar a orientar el pensamiento y la acción en la creación de entornos de aprendizaje STEAM o crear nuevas simbiosis entre lo presencial y lo remoto.



Fuente: INÈDIT - Educación Innovación Tecnología (2018) STEAMCONF 2018 [VIDEO] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=2rXvOckZloM>



C. Organismos públicos y privados: Observatorio Educación STEM

Es un servicio que comparte el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) con la comunidad en su conjunto, y particularmente con los estudiantes de educación básica (inicial, primaria y secundaria) así como a los docentes del mencionado nivel educativo.



Figura 3. Observatorio de iniciativas STEM para educación básica

Fuente: CONCYTEC (2020) Observatorio de iniciativas STEM para educación básica. Lima: Perú. Recuperado de Tomado de <http://stem.concytec.gob.pe/>

- ¿Cuál es el propósito del observatorio?

Brindar información de utilidad sobre proyectos educativos en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) que se encuentran disponibles en modalidad de educación a distancia.





Vocabulario

Soft Skills	Combinación de habilidades que permiten a las personas realizar un buen desempeño, lograr metas y convivir en armonía con ellos mismos y otros.
Tecnología Wearables	Dispositivos electrónicos inteligentes que se incorporan a la vestimenta o en el cuerpo como implantes o accesorios que pueden actuar como extensión del cuerpo o mente del usuario.



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>
- Blanco A., España E. y Rodríguez F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.
- Bravo, B., Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, 20(2), 137-142.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía).
- 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>
- 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/educas_team/conecta



- Perelejo, M. (2018). *Educación STEAM, ABP y aprendizaje cooperativo en 2º ESO* [Unpublishedmaster 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>

