

# METODOLOGÍA STEM Y SU ARTICULACIÓN CON GEOGEBRA

## STEM METHODOLOGY AND ITS ARTICULATION WITH GEOGEBRA

Marcos Manuel Ibarra Núñez  
*Universidad Autónoma de Zacatecas (México)*

### Resumen

*La metodología STEM, (por sus siglas en inglés, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), se enfoca en el trabajo con una gama de asignaturas tradicionalmente complicadas para los estudiantes, las cuales, suelen ser abordadas con una metodología tradicional, donde el alumno permanece estático y pasivo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. STEM, permite a los docentes, cambiar ese enfoque, involucrando a los estudiantes mediante el diseño de actividades dinámicas y lúdicas, que propicien la experimentación, por medio del aprender haciendo y potencien el aprendizaje activo de todos los involucrados. En este sentido, las oportunidades que brindan las TIC cobran relevancia, ya que permiten convertir el aula o ambientes no formales, como el hogar, en laboratorios; sobre todo en un contexto como el actual, donde la educación a distancia protagoniza los procesos educativos.*

*En este escenario, las características que Geogebra posee, entre las que destacan ser un software abierto, multiplataforma, interactivo, con un entorno gráfico, con la capacidad de manipular variables en tiempo real, responde a las necesidades que esta metodología implica.*

**Palabras clave:** STEM, STEAM, Geogebra, Aprendizaje Activo.

### Abstract

*The STEM methodology, (for its acronym science, technology, engineering and mathematics), focuses on working with a range of traditionally complicated subjects for students, which are usually approached with a traditional methodology, where the student remains static and passive during the teaching-learning process. STEM allows teachers to change that approach, involving students through the design of dynamic and playful activities that encourage experimentation, through learning by doing and enhance the active learning of all those involved. In this sense, the opportunities offered by ICT become relevant, since they make it possible to convert the classroom or non-formal environments, such as the home, into laboratories; especially in a context such as the current one, where distance education is the protagonist of educational processes.*

*In this scenario, the characteristics that Geogebra has, among which stand out being an open, multiplatform, interactive software, with a graphical environment, with the ability to manipulate variables in real time, respond to the needs that this methodology implies.*

**Keywords:** STEM, STEAM, Geogebra, Active Learning.

### Introducción

Este texto pretende proporcionar al lector una alternativa para el abordaje de asignaturas vinculadas a las ciencias y matemáticas, con la propuesta de una metodología

## PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

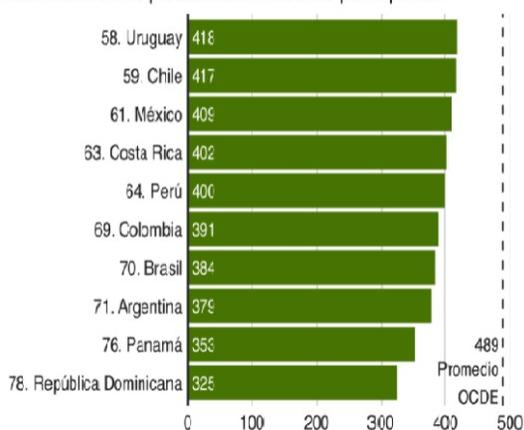
didáctico- pedagógica STEM (por sus siglas en ingles Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), que en conjunto con la integración de Geogebra, aporta las bases para el diseño de secuencias

didácticas que involucren y motiven a los estudiantes en la construcción de aprendizajes, conocimientos y desarrollo de habilidades, por medio de la experimentación y el descubrimiento. Además, que, la presente propuesta puede contribuir con alternativas frente a los retos que surgen en el contexto actual, donde la oferta educativa en modalidad a distancia se encuentra en aumento junto a la búsqueda por encontrar alternativas que posibiliten el planteamiento de actividades con mayor dinamismo e interacción desde el hogar.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas como ciencias y matemáticas, representa un reto importante para la mayoría de docentes, ya que lograr la transposición didáctica (proceso de transformación que un saber o conocimiento recibe para ser enseñado y aprendido) de los distintos contenidos curriculares propuestos en función del nivel educativo (Chevallard, 1997; Chamorro, 2003), es una tarea compleja, consecuencia de trabajar con teorías e información descontextualizada, impersonal y atemporal, hecho que resulta en una falta de interés por parte del estudiante. Esta situación se refleja en nuestra región, en indicadores como los del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA por sus siglas en inglés), perteneciente a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), en su edición 2018 se muestra que, de los 79 países que participaron, los latinoamericanos obtienen resultados insipientes en estas áreas, (ver figura 1), al quedar ubicados en los últimos puestos, por ejemplo, Uruguay fue el mejor posicionado en matemáticas en el lugar 58, mientras que en ciencias el mejor ubicado fue Chile, con la posición 45 (Schleicher, A, 2019). Lo que implica que las competencias esperadas no se están consolidando. Esta situación genera preocupación, debido a que el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y científico es relevante en una educación de calidad

### Pruebas PISA 2018: matemáticas

Resultados de los países latinoamericanos participantes



### Pruebas PISA 2018: ciencia

Resultados de los países latinoamericanos participantes

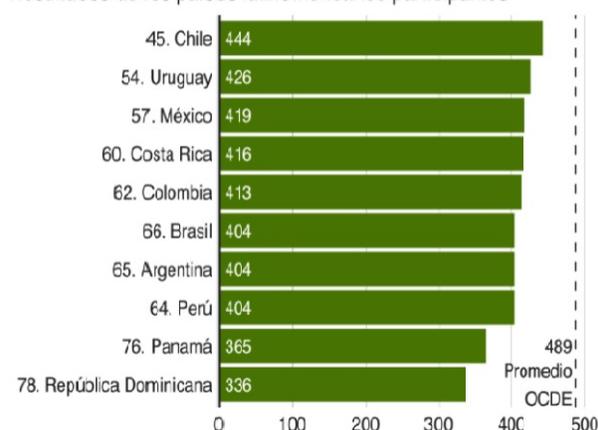


Figura 1. BBC News (2019)

Frente a esta problemática, la búsqueda de alternativas para lograr mejorar los aprendizajes y hacer atractivas estas asignaturas cobra relevancia. En este sentido, el trabajo desde un enfoque pedagógico que convierta al estudiante en participante activo de

## PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

su aprendizaje, retomando metodologías y estrategias didáctico-pedagógicas que se centren en la experimentación y el aprendizaje por descubrimiento, que ofrezcan la opción al estudiante de construir su propio conocimiento y aprendizajes.

## Metodología STEM ¿en qué consiste?

La metodología STEM, surge como una respuesta al intento de articular el currículum y trabajarlo de forma holística, transversal e interdisciplinar, es decir, pasar de una educación basada en asignaturas (fragmentada), hacia una que sea integradora y que propicie el aprendizaje continuo. Debido a esto, se considera la integración de las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), dada la conexión que existe entre todas ellas y la dificultad que presentan para la mayoría de estudiante, mediante el aprendizaje activo (Yakam, 2018, Ortiz, 2018). También se pretende generar interés en niñas y niños hacia el estudio de estas disciplinas, ya que como se ha comentado, estas suelen ser abordadas en el aula de manera tradicional, a pesar de haber evidencia que indica que el abordaje desde una perspectiva del aprendizaje centrada en el estudiante genera mejores resultados en la comprensión, retención y transferencia de conocimiento (Connor, Karmokar, & Whittington, 2015).

Existen aproximaciones recientes que pretenden tener un enfoque más interdisciplinar, e integran a las artes “A”, (STEAM), que implica no solo la incorporación de esta disciplina, sino de las humanidades; es así que esta articulación tiene el objetivo de formar estudiantes para la resolución de problemas a través de la innovación, la comunicación, la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración. Este enfoque considera esencial la diversidad de ideas y perspectivas para la construcción de conocimiento (Quigley y Herro, 2016). Para este caso, nos enfocaremos en el concepto de STEM, como una aproximación inicial en la integración de Geogebra con esta metodología.

Al respecto Suweken (2019), propone distintos niveles de integración de las disciplinas STEM (ver tabla 1), en relación a las habilidades y el conocimiento de estas áreas por parte del docente, dónde el nivel máximo e ideal de integración serían desde un enfoque transdisciplinar.

Tabla 1: Niveles de integración

Forma de integración	Características
1. Disciplinar	Conceptos y habilidades son aprendidos de manera separada en cada disciplina
2. Multidisciplinar	Conceptos y habilidades son aprendidos de manera separada en cada disciplina pero con un tema en común
3. Interdisciplinar	Conceptos y habilidades estrechamente vinculados son aprendidos de dos o más disciplinas con el objetivo de profundizar en dichos conceptos y habilidades
4. Transdisciplinar	Conocimiento y habilidades de dos o más disciplinas son aplicados en problemas y proyectos de la vida real, ayudando a dar forma a la experiencia de aprendizaje.

*Nota:* Retomado de Suweken (2020, p. 259)

Estos niveles propuestos, otorgan libertad al docente para el diseño y planteamiento

## PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

de actividades STEM, las cuales integrarán las disciplinas según las necesidades y complejidad de los

temas, así como del nivel educativo en que se encuentre. Se sugiere, para tener mejores resultados, trabajar como mínimo desde un enfoque multidisciplinario, para de ahí, a partir de las experiencias y resultados obtenidos aspirar a dar el salto hacia el enfoque interdisciplinario y/o transdisciplinario.

Para comprender de mejor forma cómo se articulan estas disciplinas, se presentan las principales ideas expuestas por Yakam (2008) y Ruiz (2017) sobre lo que implican cada una de estas áreas del conocimiento y la relación entre ellas.

- **Matemáticas:** Es una de las primeras asignaturas que surge en la educación moderna, considera que la educación matemática es necesaria para resolver problemas vinculados a la ciencia, tecnología y de la vida cotidiana, la cual, para una mejor comprensión deberá de trabajarse mediante proyectos y problemas basados en la realidad, no solo con situaciones abstractas sin un fin. Por ende, las matemáticas se han convertido en más que hojas de trabajo y memorización, por el contrario, se pretende la comprensión de cómo se definen y entender las cosas mediante las matemáticas.
- **Ciencia:** Trata todo lo que existe de forma natural, incluyendo a la física, química, biología, entre otras, parte de ella. De igual forma, considera que es a través de dar sentido a la ciencia y no solo conocer hechos de esta, el cómo los estudiantes podrán comprender y aplicarla en nuevas situaciones. Otro factor importante a considerar, es que se debe aprender a pensar de manera disciplinada y racional para fortalecer el intelecto, que el pensamiento científico es transferible a contenidos no científicos, con la finalidad de formar personas más capaces para la sociedad.
- **Tecnología:** Se argumenta que la educación tecnológica es aquella encargada del análisis de todo lo creado por el ser humano, con el objetivo de formar personas con habilidades técnicas y funcionales, capaces para adaptarse a los rápidos avances de la tecnología. Es la última en incorporarse a los planes y programas de estudio, lo que permitió evidenciar su relación con las ciencias y matemáticas, ya que la primera es necesaria para el desarrollo tecnológico y la matemática es el lenguaje común entre ellas.
- **Educación en ingeniería:** Con el desarrollo de la ciencia y la tecnología se crean nuevas disciplinas, una de ellas es la ingeniería, la cual es definida como el uso de la lógica y la creatividad, basado en las matemáticas y la ciencia con la tecnología como elemento articulador que permite generar desarrollo o contribuciones para la vida. Se pretende que los estudiantes aprendan a aplicar técnicas asociadas a principios matemáticos y científicos con la finalidad de desarrollar la capacidad de aprender para la vida. La ingeniería, como ya se mencionó, está muy ligada a la ciencia, por lo tanto, lo está de igual manera a las matemáticas y a la tecnología.

Para lograr una articulación adecuada de estas disciplinas, es importante tomar en cuenta factores en la creación de actividades bajo esta metodología.

- a) **Trabajo colaborativo:** STEM se enfoca en la resolución de problemas, por lo que el trabajar colectivamente con los compañeros de clase para encontrar soluciones a las

## PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

problemáticas planteadas enriquece el aprendizaje.

- b) Creatividad: Es importante que el diseño de actividades incentive la creatividad de los

estudiantes, esto contempla que la solución a los problemas planteados no sea evidente, que les motive a proponer salidas, superando el temor a equivocarse.

- c) Experimentación/práctica: En consecuencia, al punto anterior, es fundamental que el estudiante mediante la investigación, exploración y experimentación, acompañado por el profesor/a y puedan llegar a sus propias conclusiones, potenciando el pensamiento crítico y en función del medio donde se lleva a cabo la actividad pueda desarrollar otras habilidades.
- d) Contextualizar el tema: Las actividades deben contemplar temas relevantes, enfocados a situaciones de la vida cotidiana.
- e) Utilizar recursos de fácil acceso: Existen un sinfín de materiales y recursos que pueden ser de utilidad, desde elementos concretos que se pueden encontrar en el aula o el hogar, hasta software como Geogebra.

Como puede observarse, hay una relación implícita y explícita entre las disciplinas que conforman la metodología STEM, enfocadas en lograr que los estudiantes construyan un sentido tanto de manera individual como integral entre ellas, más allá de la información que se pueda otorgar o de la realización de ejercicios. Es aquí donde Geogebra toma relevancia, ya que más que un software para la resolución de ejercicios matemáticos es un recurso que permite la construcción de sentido, de acuerdo a la orientación que el docente le otorgue y mediante la resolución de problemas o el planteamiento de casos. Para lograrlo es necesario centrar el aprendizaje en el estudiante, en la experiencia, el descubrimiento, el aprender haciendo, en concebir el error como una oportunidad de edificar estas estructuras cognitivas que den paso al aprendizaje y al desarrollo de habilidades.

### ***Aprendizaje activo***

Como se ha argumentado, la metodología STEM, por medio de la articulación de las disciplinas que la componen, fundamenta su desarrollo en el aprendizaje activo, el cual, sitúa al estudiante como partícipe del proceso de enseñanza-aprendizaje, no solo como un simple receptor de información. Desde esta perspectiva, deja de castigarse el error, el cual se convierte en una fuente de aprendizaje dada por la experiencia, cada vez que se diseña y se socializa una estrategia para llegar a la solución deseada de una actividad, acompañado por el docente durante todo el proceso, es así que, el estudiante se convierte en partícipe en la construcción del aprendizaje.

Ante ello, uno de los principales referentes de este enfoque del aprendizaje es el filósofo John Dewey (1995), quien argumenta que es necesario más que el proceso de comunicación entre emisor y receptor para lograr adquirir conocimiento, para poder dar sentido a lo que se comunica es necesaria la experiencia, de otra manera, la idea o concepto quedará en el aire.

En el artículo “*La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo*” Ruíz (2013) hace un análisis sobre la propuesta teórica-epistemológica hecha por Dewey, en la que retoma algunos elementos relevantes postulados por Dewey que perduran hasta la actualidad, los cuales dan soporte a la pertinencia de orientar las actividades mediante el aprendizaje activo.

## PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

- La valoración positiva del aprendizaje por descubrimiento

- La promoción e incorporación del debate entre los dispositivos didácticos en todos los niveles de enseñanza,
- La inclusión de los medios y actividades para que los estudiantes trabajen en proyectos individuales y en grupos
- La atención a los resultados de estudios empíricos sobre el aprendizaje, el desarrollo, y la motivación de los niños
- El ajuste de la enseñanza y de los currículos para que se adapten a los resultados de investigación
- La concepción del docente no como autoridad, sino como un guía, como la fuente de recursos y el constructor del entorno en el que aprenderán. (p.122)

### ***Geogebra como recurso educativo y STEM***

Para la integración de Geogebra en esta metodología, desde un enfoque didáctico es importante retomar el concepto Recurso Educativo Abierto (REA), entiéndase este como “materiales digitalizados ofrecidos gratuitos y abiertos a educadores, estudiantes, y autodidactas para su uso y reutilización en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación”. (OCDE, 2009, p.14). En este sentido, desde un enfoque didáctico, Geogebra representa un recurso que resulta práctico para la metodología STEM, ya que por sus características, como el ser un software abierto, multiplataforma, interactivo, con un entorno gráfico, con la capacidad de manipular variables en tiempo real flexibiliza las posibilidades en el diseño de secuencias didácticas. Además de contar con una amplia comunidad que aporta con contenido y actividades orientadas a una amplia diversidad de niveles educativos y áreas del conocimiento, otorgando la opción de convertir una computadora, tablet, o teléfono inteligente, en un entorno virtual de aprendizaje totalmente interactivo, equivalente a un mini laboratorio.

Trabajar con Geogebra desde la perspectiva de REA proporciona a los docentes una infinidad de materiales que pueden retomar, sin la necesidad de tener una gran habilidad en el trabajo con tecnología e inclusive con el propio software y darle la orientación necesaria según la necesidad del tema(s) a desarrollar. Esto aunado a la posibilidad de trabajarlo desde dispositivos móviles, amplía las posibilidades de acción tanto en el aula como fuera de ella, como puede observarse en la imagen 2a y 2b, donde después de registrarse y acceder desde un teléfono inteligente a la comunidad de Geogebra, se pueden encontrar recursos interactivos e interesantes como la explicación del arte desde un enfoque matemático o un tangram digital.

Es así como, con base en la tabla 1 y las actividades de Geogebra retomadas de la red, se puede apreciar la articulación de las disciplinas STEM, para el caso de la imagen 2a, se aprecia la integración del arte al estar trabajando directamente con pinturas famosas, las matemáticas explicando la composición geométrica de las mismas, a esto se le puede agregar la búsqueda de información sobre el autor de la pintura y época en la que vivió, en caso de retomar la actividad desde una perspectiva STEAM; el enfoque científico estaría dado por la investigación sobre cómo se producían los insumos para pintar en aquel tiempo o sobre el propio desarrollo de las ciencias durante ese periodo de la historia. El aspecto tecnológico estaría articulado al trabajo con el propio Geogebra, con el desarrollo de habilidades digitales, además de la conexión que existente entre las ciencias y el desarrollo tecnológico durante el siglo XV.

## PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

En el caso del Tangram (fig. 2b), al tratarse de un tipo de aplicación que emula a un recurso concreto, las posibilidades sobre cómo trabajarlo desde STEM son ilimitadas. Por ejemplo, desde

la orientación matemática puede tratarse el tema de figuras geométricas, mientras que, algunas de las figuras que pueden construirse con el tangram representan animales, desde las ciencias puede trabajarse la clasificación de animales, como vertebrados e invertebrados o de acuerdo a la forma en que nacen; la ingeniería estará dada por la búsqueda de soluciones al problema planteado y la tecnología, al igual que en ejemplo anterior, se vinculará al trabajo con Geogebra y a la posibilidad de trabajar con materiales en casa. Dado lo anterior, es como se puede lograr la integración de las distintas disciplinas que componen la metodología STEM, desde un enfoque multidisciplinar atendiendo lo



Figura 2a



Figura 2b

Figura 2. Para la figura 2a, Mora Sánchez (recupardo el 10 de septiembre de <https://www.geogebra.org/m/tbxfv5ky> ) y para la figura 2b, Larrosa Cañestro (recuperado el 10 de septiembre de <https://www.geogebra.org/m/WzWDtHWU> )

Esta posibilidad de interacción que Geogebra aporta, como puede observarse en los ejemplos expuestos, en conjunto con la metodología STEM genera una manera diferente de abordar las ciencias y las matemáticas, tradicionalmente trabajadas en el aula en libreta y pizarrón, acotada al plano bidimensional, quedan superadas por la capacidad gráfica que posee Geogebra apoyado en la integración de esta asignatura por medio de STEM. Esto rompe las barreras de los recursos ya mencionados y dota a los estudiantes de una visión con mayor amplitud de lo que están trabajando, que aunado a la posibilidad de poder manipular las construcciones realizadas en el software, genera una relación sobre cómo lo que trabaja en el aula se conecta con su entorno.

Si bien, los ejemplos anteriores se enfocan en trabajar respaldándose en recursos educativos abiertos, lo cierto es que, resulta importante que los profesores tengan la posibilidad de crear sus propios recursos con Geogebra, que responda directamente a las necesidades y especificidades del grado, contenidos, metodología, contexto, entre otros aspectos. Esto implica que el docente deje de ser solo un consumidor de contenidos y se dé el paso hacia la conversión de un prosumidor (Scolari, 2013), lo que implica que además de ese consumo, tenga la capacidad de producir contenido, en este caso, que sea un sujeto activo en la comunidad Geogebra, compartiendo lo realizado para que otras personas tengan acceso a ello y retomarlo de acuerdo a su contexto.

Dado lo expuesto en esta propuesta, es necesario resaltar el compromiso que como docentes tenemos de buscar alternativas que sean atractivas, lúdicas, dinámicas para los estudiantes, que respondan a las condiciones del contexto actual, donde se dibuja la posibilidad de asistir a la escuela de manera distinta. Otro compromiso, es el trabajar de manera articulada entre las diversas asignaturas que componen los planes y programas de estudio, no solo de las ciencias y matemáticas, sino tender hacia un enfoque STEAM, donde tanto las áreas de las ciencias como el de las humanidades se trabajen articuladamente, para que además de habilidades técnicas, se propicie el desarrollo del pensamiento crítico, valores y habilidades para la vida, que más allá de mejorar estándares e indicadores nacionales e internacionales, mejore las condiciones de vida de las personas.

Para cerrar, el trabajo con la metodología STEM, con base a los diversos niveles de integración que pueden tener las disciplinas que lo componen, es sin duda alguna enriquecida por la incorporación de softwares como Geogebra, que dotan al estudiante de la posibilidad de manipular, comprobar, contrastar, proponer, compartir y descubrir, todo lo anterior forjará andamiajes cognitivos que se reflejen en aprendizajes y desarrollo de habilidades que, como mencionaba Dewey (1995) dotarán de sentido a la información y comunicaciones recibidas por parte del docente y podrán ser puestas en práctica en otras áreas pues la aspiración es educar para la vida.

### **Bibliografía**

- BBC News. (2019). Pruebas PISA: qué países tienen la mejor educación del mundo (y qué lugar ocupa América Latina en la clasificación) - BBC News Mundo. Retrieved September 10, 2020, from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50643441>
- Chamorro Plaza, M. del C., y Belmonte Gómez, J. M. (2011). *Didáctica de las matemáticas para primaria*. Madrid: Prentice Hall.
- Connor, A. M., Karmokar, S., & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 5(2), 37. <https://doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>
- Delgado, P. (n.d.). Educación STEM: ¿qué es y cómo sacarle provecho? — Observatorio de Innovación Educativa. Retrieved September 10, 2020, from <https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho>

- Larrosa Cañestro, I. (n.d.). Tangram – GeoGebra. Retrieved September 10, 2020, from <https://www.geogebra.org/m/WzWDtHWU>
- Mora Sánchez, J. A. (n.d.). Matemáticas en el arte – GeoGebra. Retrieved September 10, 2020, from <https://www.geogebra.org/m/tbxfv5ky>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Arriasecq, I. (2018). Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria. *28 Encuentros de Didáctica de Las Ciencias Experimentales. Iluminando El Cambio Educativo*, (September), 823–828.
- Quigley, C., & Herro, D. (2016). “Finding the Joy in the Unknown”: Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 410–426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo John Dewey’s experience theory: historical significance and relevance at contemporary pedagogical debate, *11*(15), 103–124. <https://doi.org/10.14516/fde.2013.011.015.005>
- Scolari, C. A. (2014). Núria PUIG BORRÀS, 2, 83–85.
- Schleicher, A. (2019). PISA 2018: insights and interpretations. *OECD Publishing*, 64. Retrieved from [https://www.oecd.org/pisa/PISA 2018 Insights and Interpretations FINAL PDF.pdf](https://www.oecd.org/pisa/PISA%2018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf)
- Suweken, G. (2020). STEM Oriented Mathematics Learning with GeoGebra, *394*(Icirad 2019), 258–263. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200115.042>
- Yakman, G. (2008). STEAM EDUCATION an overview of creating a model of integrative education. *Foreign Affairs*, 91(5), 28. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>