

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes

STEAM approach: Challenges and opportunities for teachers

Diana Yicela Pineda Caro¹*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*

Recibido: 12.09.2022

Aceptado: 15.11.2022

Resumen

El enfoque STEAM es una respuesta a las actuales transformaciones económicas, políticas, ambientales, sociales, científicas y tecnológicas. Las bondades de esta tendencia centran su atención en el fomento de vocaciones científicas y en el desarrollo de competencias profesionales para el mundo globalizado, por ende, se ha dado mayor énfasis en el rol del estudiante que en el docente. Este documento tiene por objetivo plantear cinco retos y oportunidades para los docentes STEAM, estos son: 1). Comprender aspectos teóricos y marcos de referencia. 2) Conocer y poseer competencias propias del enfoque para lograr fomentarlas en sus estudiantes. 3) Promover e integrar metodologías activas para los procesos de enseñanza-aprendizaje. 4) Generar espacios de aplicación STEAM a través de actividades como robótica, programación, comunicaciones y producción o espacios maker; por último, 5) Ser docentes autodidactas. A partir de estos aspectos es posible evidenciar la necesidad de promover programas de formación docente, lo cual permitirá consolidar mayor cantidad de experiencias significativas en cada uno de los contextos educativos bajo sus propias necesidades.

¹ diana.pineda01@uptc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-0457-7339>

Palabras clave: Educación, STEAM, docente, competencias, enfoque.

Abstract

The STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics for its acronym in English) is a response to current economic, political, environmental, social, scientific and technological transformations. The benefits of this trend focus their attention on the promotion of scientific vocations and the development of professional skills for the globalized world, therefore, greater emphasis has been placed on the role of the student than on the teacher. Based on the above, this document aims to present five challenges and opportunities for STEAM teachers, these are: 1) Understand theoretical aspects and frames of reference. 2) Know and possess specific skills of the approach to be able to promote them in their students. 3) Promote and integrate active methodologies for teaching-learning processes. 4) Generate STEAM application spaces through activities such as robotics, programming, communications and production or maker spaces; finally, 5) Be self-taught teachers. From these aspects it is possible to demonstrate the need to promote teacher training programs, which will allow the consolidation of a greater number of significant experiences in each of the educational contexts under their own needs.

Keywords: education, STEAM, teacher, skills, approach.

Introducción

Hoy en día el mundo se encuentra en constantes cambios, ya sea a nivel económico, político, ambiental, social, científico y tecnológico (Domínguez et al., 2019). Esto ha llevado a reconfigurar nuevas tendencias educativas, como el enfoque STEAM. Este término hace referencia a Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics, es decir, Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, haciendo énfasis a la educación interdisciplinar entre estos campos del saber.

Aunque el enfoque STEAM realmente surgió en la década de los 50, a partir de la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética, actualmente, se considera una estrategia valiosa para que los estudiantes puedan adquirir habilidades propias de la comunidad científica, desarrollen competencias del mundo globalizado, fomenten el desarrollo económico, social y estructural de las naciones; igualmente, para que se conviertan en ciudadanos que se involucran y toman posturas frente a los retos científico-tecnológicos (López et al., 2020).

Sin embargo, lo anterior no se puede lograr sin tener en cuenta el rol de los docentes en relación a la orientación y gestión de propuestas innovadoras. Por esta razón, el presente artículo reflexiona y propone cinco retos que, a su vez, son oportunidades para los docentes interesados en este enfoque.

Reto 1. Aspectos teóricos y marcos de referencia de la Educación STEAM

En los últimos años el término STEAM ha sido muy relevante para la didáctica de las ciencias; sin embargo, gran parte de los docentes que manejan este acrónimo no tienen los suficientes conocimientos teóricos que abarca esta perspectiva educativa (García, 2020). Por tanto, el primer reto que tienen los docentes es conocer los aspectos teóricos y marcos de referencia de esta tendencia educativa. En cuanto a la conceptualización del término, se puede decir que las tendencias van enfocadas a describirlo como metodología, modelo pedagógico, cultura o enfoque, algunos ejemplos se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Conceptualización de “STEAM”

Tendencia	Definición	Autor(es)
Metodología	La metodología STEAM tiene como objetivo fundamental aprovechar los elementos análogos entre las distintas disciplinas del saber.	(Celis & González, 2021)
	La metodología STEAM se fundamenta en el aprendizaje	(Santillán et

	integrado de las disciplinas científico-técnicas y el arte en un único marco interdisciplinar.	al., 2020)
Modelo Pedagógico	STEAM es un modelo pedagógico incipiente para el sujeto del siglo XX.	(Santillán et al., 2021)
	El modelo pedagógico se enfoca en el desarrollo de competencias (...), donde se articula conocimientos (habilidades duras), habilidades, actitudes y valores (habilidades blandas).	(Santos et al., 2021)
Cultura	Se define la Cultura STEAM como una cultura favorecedora de la innovación científica, artística y tecnológica sostenible, basada en el aprendizaje significativo y dinámico como prioridad dentro de la concepción del otro como par.	(Gómez, 2018)
Enfoque	Es un enfoque educativo interdisciplinario donde los conceptos académicamente rigurosos se acoplan a lo real.	(Domínguez et al., 2019)
	(...) Este enfoque podría ser una de las políticas educativas más relevantes de este siglo.	(Mori, 2020)

Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda definir STEAM como un **enfoque** educativo que se aproxima al aprendizaje interdisciplinar de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Es importante destacar que, si el término se definiera como una *metodología*, implicaría que este se concibiera netamente como un procedimiento. Cabe aclarar que para implementar el enfoque STEAM sí se recurren a metodologías activas, como indagación, basado en problemas o diseño de ingeniería (Greca, 2018).

Tampoco puede encaminarse como un *modelo pedagógico*, puesto que la educación interdisciplinar STEAM ya se encuentra enmarcada en el modelo constructivista y construccionista, donde se busca que los estudiantes sean garantes de su propio conocimiento a través de la experimentación creativa, el diseño y la elaboración de productos (Aparicio & Ostos, 2018) y mucho menos, sería conceptualizado como *cultura*, puesto que los conocimientos, estrategias y actividades STEAM aún no están arraigadas en la sociedad.

El surgimiento de este acrónimo data de la década de los noventa por The National Science Foundation (NSF) (Celis & González, 2021), institución que sería lo equivalente a Minciencias en Colombia, y cuyo propósito es impulsar la investigación y la educación, principalmente en áreas científicas e ingenieriles; por dichas fechas se usaba el acrónimo STEM, es decir, se omitía la “A” de “Arts”. Desde el año 2006 Georgette Yakman impulsó el acrónimo STEAM (Sánchez & Rodelo, 2021), con el fin de ampliar los campos de estudio científico-tecnológicos, esto permitió incluir áreas como las humanidades, la música, los estudios sociales y el lenguaje, centrandose siempre su atención en el fomento de la creatividad de los estudiantes y profesores.

Es importante destacar que el enfoque STEAM realmente inició décadas atrás bajo un trasfondo político propiciado por la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética. En este contexto, Estados Unidos se vio amenazado cuando el 4 de octubre de 1957 la Unión Soviética puso en órbita el primer satélite artificial: el Sputnik 1; en respuesta los estadounidenses decidieron fortalecerse en materia de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, lo cual permitió ir configurando un nuevo sistema educativo.

Por lo anterior, es posible concluir que la educación STEM surgió como una estrategia de competitividad entre las potencias mundiales, tal como el expresidente Barack Obama lo expresó en uno de sus discursos del año 2011.

“Hace medio siglo”, dijo Obama en su discurso, “cuando los soviéticos nos ganaron en el espacio con el lanzamiento del Sputnik, no teníamos ni idea de que algún día los venceríamos en la Luna. No teníamos la ciencia necesaria. La NASA no existía”. “Pero después de invertir en mejor investigación y mejor educación”, añadió, “no solamente sobrepasamos a los soviéticos, sino que desatamos una ola de innovación que creó nuevas industrias y millones de nuevos puestos de trabajo. (El País, 2011, p.1)

La frase subrayada en la anterior cita, nos permite reflexionar sobre el rol del docente en estos escenarios políticos e ideológicos, puesto que, de manera directa, son quienes tienen la

responsabilidad de orientar una educación para la empleabilidad y el fortalecimiento científico-tecnológico de las naciones. Según el informe *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution* del Foro Económico Mundial, las habilidades, que los nuevos empleos están en constante cambio (Domínguez et al., 2019). En la figura 1 se encuentra el top de las diez habilidades profesionales del año 2020, destacando la: resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, manejo de personal, coordinación con otros, inteligencia emocional, juicio y toma de decisiones, servicio, negociación y flexibilidad cognitiva.

Figura 1. Habilidades de empleabilidad para el año 2020



Fuente: Propia

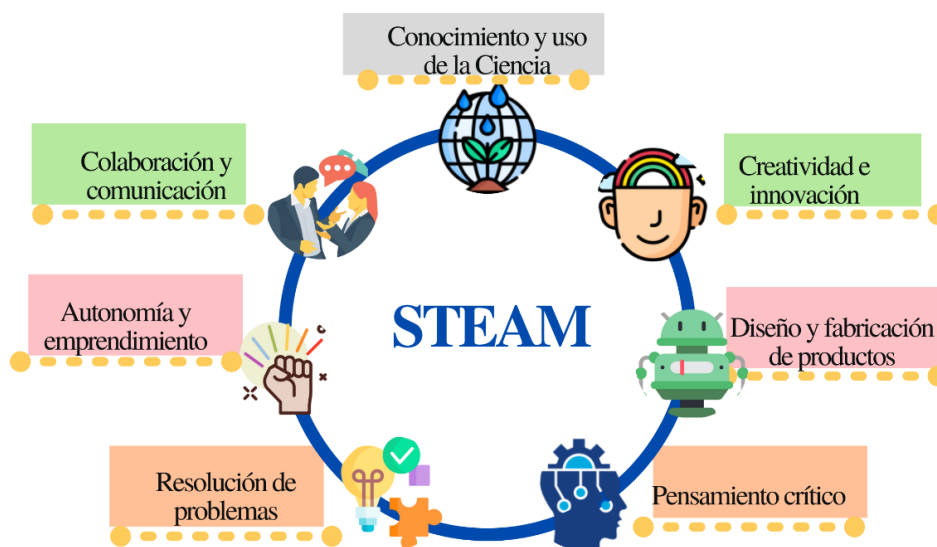
Al comparar las habilidades de empleabilidad entre el año 2015 y las mencionadas anteriormente para el año 2020, se da gran prioridad a la resolución de problemas complejos, el pensamiento crítico, creatividad y trabajo en equipo porque se encuentran enmarcadas dentro del enfoque STEAM; además de ello, se evidencia la aparición de nuevas habilidades, como inteligencia emocional y flexibilidad cognitiva (Domínguez et al., 2019). Esto quiere decir que los docentes cuentan con el reto de desarrollar en sus estudiantes la capacidad de percibir, comprender y regular sus emociones propias y las de los demás (Sánchez & Robles, 2018), así mismo, generar situaciones inesperadas para que sus estudiantes exploren diferentes maneras de afrontar un problema en la vida cotidiana. Por tanto, es importante cuestionarnos:

¿realmente, los docentes están preparados para fomentar en sus estudiantes las habilidades que requiere en el mundo laboral?, ¿de qué manera los docentes pueden fortalecer una educación que dé respuesta a un mundo globalizado y en constante cambio?

Reto 2. Orientación de competencias en el enfoque STEM

El segundo reto de un docente STEAM es poseer competencias propias del enfoque y propiciar escenarios para transmitir las a sus estudiantes. Según Sánchez (2019) las competencias STEAM son siete, tal como se puede apreciar en la figura 2.

Figura 2. Competencias del enfoque STEAM.



Fuente: Propia

A continuación, se destacan los retos y oportunidades que los docentes deben propiciar en relación a estas competencias.

. Resolución de problemas: se deben generar espacios para resolver problemas propios del contexto, esto implica que los docentes cuenten con conocimientos para obtener y analizar datos, incluso se recomienda el desarrollo del pensamiento computacional; por tanto, es

importante que los docentes propicien situaciones donde los estudiantes relacionen competencias abstractas desde el nivel matemático, pragmático e ingenieril con su vida cotidiana (Balladares et al., 2016).

. Autonomía y emprendimiento: si bien, el docente se convierte en un guía u orientador en el enfoque STEAM, también permite que sus estudiantes exploren sus propias ideas, aprendan por sí mismos y desarrollen a nivel personal y profesional competencias como autonomía, liderazgo y emprendimiento.

. Colaboración y comunicación: Los docentes deben fomentar el trabajo en equipo a través de la expresión y comunicación asertiva entre quienes participen en las actividades o proyectos STEAM. De igual manera, deben hacer uso de las tecnologías digitales y comprender sus implicaciones en la educación y el desarrollo social de los estudiantes.

. Conocimiento y uso de la Ciencia: Los docentes deben ser conocedores de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta que estos son ejes fundantes en el enfoque STEAM; sin embargo, debido a la interdisciplinariedad que éste propone, se sugiere que las propuestas estén acompañadas por un grupo de expertos en cada una de las áreas de conocimiento, de manera que sus aportes sean mucho más significativos para los estudiantes.

. Creatividad e innovación: los docentes deben estimular la capacidad de generar ideas y permitir que sus estudiantes experimenten, modifiquen y contrasten sus ideas con conocimientos previos.

. Diseño y fabricación de productos: implica el conocimiento de conceptos, técnicas y metodologías asociadas al diseño y la fabricación de objetos o prototipos. El fomento de esta competencia está bastante asociada con lo que se ha denominado “cultura maker” la cual consiste en el diseño y fabricación de objetos personalizados a través de kits, componentes, herramientas e instrumentos de bajo costo (Sánchez, 2019), aspecto que deben tener en cuenta los docentes a la hora de implementar este enfoque en sus entornos educativos.

. Pensamiento crítico: implica acompañar a los estudiantes en la interpretación, análisis y evaluación de sus razonamientos (Sánchez, 2019). Dentro de esta competencia el docente también debe ser crítico frente a los marcos de referencia e intereses personales, institucionales, nacionales e internacionales relacionados con la implementación del enfoque STEAM.

Reto 3. Promueven e integran de metodologías activas para el enfoque STEAM

La implementación de propuestas STEAM implican un cambio en la metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional (Greca, 2018); por consiguiente, los docentes tienen un gran reto y a la vez, una gran posibilidad al integrar metodologías activas en sus aulas de clase.

Figura 3. Metodologías activas en la educación STEAM.



Fuente: Propia

Las metodologías más relevantes en el enfoque STEAM diluyen el rol que tienen los docentes en la educación tradicional, de manera que todos aprenden de todos (Lopez et al., 2015). Desde esta perspectiva, a continuación, se describen las metodologías más recomendadas; cabe destacar que su implementación, selección o integración, dependerá de la capacidad reflexiva y crítica del docente para adelantar sus propuestas.

. Metodología basada en proyectos: es una estrategia central en la educación STEAM, puesto que a través de ella se valoran los conceptos claves de las disciplinas asociadas en marco de una situación problematizadora (Castro, 2022). Para desarrollar esta metodología el docente debe comprender que básicamente sigue las siguientes fases: elección del tema, detección de ideas previas, búsqueda y tratamiento de la información, desarrollo diversas actividades de enseñanza-aprendizaje y la presentación del producto final (Lopez et al., 2015). Para este caso, el docente tiene la responsabilidad de orientar el desarrollo de los proyectos, planificarlos y evaluarlos de acuerdo a las necesidades curriculares y situaciones de su contexto.

. Metodología basada en problemas: en términos generales, es una metodología que se caracteriza por emplear el contexto de una situación problematizadora, para que los estudiantes contribuyan en su aprendizaje a través del descubrimiento de posibles soluciones que contrarresten el problema. La implementación de esta metodología permite la identificación y análisis de problema, planteamiento de hipótesis de solución, acopio de información, valoración de soluciones y extrapolación a la vida diaria (Montejo, 2019).

. Metodología por indagación: permite que los estudiantes desarrollen sus propias ideas gracias a un aprendizaje basado en la experimentación. En este proceso, el docente tendrá un rol orientador en destrezas propias del campo científico, como hacerse preguntas, obtener datos, razonar, revisar evidencias a la luz de lo desconocido, discutir y concluir el conocimiento construido en el proceso (Sbarbati, 2015). Esta metodología implica una adecuada formación de los docentes para que puedan implementar una indagación de calidad (Romero, 2017). En consecuencia, Greca (2018) recomienda fomentar la indagación acoplada, donde el docente ayuda a sus estudiantes con el desarrollo de las investigaciones o experiencias, por su parte, los estudiantes generan preguntas y aportan en el diseñar, conducir y comunicar resultados.

. Metodología de diseño de ingeniería: implica reconocer que el problema que se aborde es abierto, por tanto, los docentes deben persuadir a sus estudiantes para encontrar más de una solución correcta; en este sentido, se elimina el estigma de fallo, puesto que se considera como

parte del proceso para aprender (Greca, 2018). Para abordar esta metodología es necesario definir un problema, reunir información relacionada con el problema, generar múltiples soluciones, analizar y seleccionar una solución, probar e implementar una solución (Greca, 2018).

. Aula invertida: este método implica que los docentes seleccionen el material de estudio pertinente para sus estudiantes, de manera que pueda ser revisado antes de la clase, para después profundizar y ejercitar su comprensión en el espacio grupal (Prieto et al., 2019). Una de las principales bondades del aula invertida es la educación personalizada; sin embargo, esto no será posible mientras los profesores no cuenten con una preparación idónea frente a la selección, preparación u orientación de recursos educativos, que, además, atendiendo a las oportunidades de lo globalización, deberían involucrar recursos tecnológicos o multimodales.

. Gamificación: está estrechamente relacionado con la metodología por retos, cuyo propósito es generar motivación en los estudiantes. La gamificación se basa en usar elementos del diseño de videojuegos en contextos que no son exclusivos para el juego, sino para desarrollar productos, servicios o aplicaciones mucho más atractivas. Esta metodología se puede llevar a cabo en tres momentos: primero, la creación del juego; segundo, la modificación del mismo y, por último, un análisis del juego y su diseño. Desde esta perspectiva, los docentes tienen la importante tarea de realizar un análisis y selección de aquellas actividades gamificadas que atiendan a los intereses y necesidades del alumnado dentro de su labor (Ortiz et al., 2018).

Reto 4. Ambientes de aplicación STEM

Los ambientes de aplicación STEM más favorecedores son la robótica, la programación, las comunicaciones y producciones audiovisuales, así como los espacios maker. Esto implica que los docentes cuenten con los conocimientos y habilidades básicas para desarrollar estos ambientes, por tanto, uno de los retos y oportunidades más relevantes para los docentes será explorar programas, aplicaciones y dispositivos, algunos de estos pueden ser: Geogebra, DragonBox, HoodaMath, iStage, Tracker, PhET, PhysicsGames, Virtual Labs de Chem

Collective, Electricity, ChemLab, Minecraft, GoLab2, Scratch, Arduino, App Inventor, Kodu, CODE, Lego Education, Makey, Raspberry Pi, entre otros (López et al., 2020). Es importante recalcar que los ambientes de aplicación deben estar asociados a las metodologías activas elegidas y en lo posible, deben responder a problemáticas propias de su realidad.

Figura 4. Ambientes de aplicación STEAM.



Fuente: Propia

Reto 5. El enfoque STEAM requiere de docentes autodidactas.

Probablemente la mayoría de docentes no fue formado desde el enfoque interdisciplinar STEAM; sin embargo, desde su innovación y comprensión por las realidades educativas se ve motivado a ser autónomo en su propio conocimiento en ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y evidentemente, artes. Por consiguiente, los docentes STEAM se verán sumamente atraídos por participar en actividades de formación como cursos, clubes, semilleros, consejerías, congresos y talleres, laboratorios.

Figura 5. Actividades autodidactas del docente STEAM.



Fuente: Propia

También es importante que los docentes se involucren con entidades o asociaciones que fomentan la educación STEAM, solo por citar algunos casos: Fundación Virtual Educa, OEA, Fundación SIEMENS, UNESCO, Universidades y Ministerios de educación.

Conclusiones

A partir de las anteriores reflexiones y revisiones conceptuales es posible inferir que el uso del término STEAM debe responder al enfoque interdisciplinar que plantea entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Por otra parte, es necesario repensar la formación de los docentes en ejercicio y los docente en formación, ya que de ello dependerá que nuestros estudiantes descubran sus vocaciones científicas y desarrollen competencias que les exigirá el mundo laboral. Por último, se destaca que al implementar el enfoque STEAM implica que los docentes sean reflexivos y críticos en cuanto al marco conceptual y de referencia, desarrollen y orienten competencias básicas, conozcan e implementen metodologías activas, promuevan espacios de aplicación y sean autodidactas.

Referencias

Aparicio, O. Y., & Ostos, O. L. (2018). El constructivismo y el construccionismo. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 11(2), 115–120. <https://doi.org/10.15332/s1657-107x.2018.0002.05>

Balladares, J., Avilés, M., & Pérez, H. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea. *Sophía*, 2(21), 143. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.06>

Castro, P. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM , alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1).

Celis, D., & González, R. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279–302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>

Domínguez, P., Oliveros, M., Coronado, M., & Valdez, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación Educativa*, 19(80), 15–32. www.innovacion.ipn.mx

García, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35–50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>

Gómez, L. (n.d.). Enfoque STE(A)M en Colombia: Inicios, Perspectivas y Posibilidades. *Magazine RDI Marimount*, 2018.

Greca, I. (2018). La enseñanza STEAM en la Educación Primaria. In *Proyectos STEAM para la Educación Primaria* (pp. 19–40).

Lopez, A., Ugalde, A., Rodríguez, P., & Rico, A. (2015). La enseñanza por proyectos: Una

metodología necesaria para los futuros docentes. *Opcion*, 31, 395–413.

López, V., Couso, D., & Simarro, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>

Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 353–368. <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v7n2/a14v7n2.pdf>

Mori, A. (2020). El reto educativo del siglo XXI: el enfoque STEAM en la Cuarta Revolución Industrial. *Futuro Hoy*, 1, 19–21. <https://doi.org/10.52749/fh.v1i1.5>

Ortiz, A., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44(0), 1–17. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>

País, E. (2011). Obama alerta del peligro de que Estados Unidos pierda la supremacía mundial. *El País*, 1.

Prieto, A., Barbarroja, J., Lara, I., Díaz, D., Pérez, A., Montserrat, J., Corella, A., & Álvarez de Mon, M. (2019). Aula invertida en enseñanzas sanitarias: recomendaciones para su puesta en práctica. *Revista de La Fundación Educación Médica*, 22(6), 253. <https://doi.org/10.33588/fem.226.1031>

Romero, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(2), 14. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/document \(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/document%20(1).pdf)

Sánchez, D., & Robles, M. (2018). Instrumentos de evaluación en inteligencia emocional: una revisión sistemática cuantitativa. *Perspectiva Educativa*, 57(2), 27–50. <https://doi.org/10.4151/07189729-vol.57-iss.2-art.712>

Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros*, 379, 45–51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>

Sánchez, R., & Rodelo, M. (2021). Enfoque STEAM, integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural. *Acta Scientiae Informaticae Publicación*, 5(5), 5. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/asinf/article/view/2721/3795>

Santillán, J., Santos, R., & Jaramillo, E. (2021). STEAM “Educación para el sujeto del siglo XXI.” *Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 1461–1478. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2181>

Santillán, P., Jaramillo, E., Santos, R., & Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo Del Conocimiento*, Vol. 5(08), 467–492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>

Santos, E., Maia, C., Fitz, H., & Camargo, R. (2021). Formação STEAM : vivenciando novas metodologias na educação profissional. *XVII Congresso Internacional de Tecnologia Na Educação*, 13.

Sbarbati, N. (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *Revista CTS*, 10(28), 11–22.