

REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL USO DE STEAM EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Bladimir Enrique Urgiles Rodríguez

✉ bladimir.urgiles@esPOCH.edu.ec
 Facultad de Administración de Empresas
 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador

Marcelo Eduardo Allauca Peñafiel

✉ mallauca@esPOCH.edu.ec
 Técnico Docente del Centro de Idiomas
 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador

Katherine Gissel Tixi Gallegos

✉ ivan.arias@unach.edu.ec
 Facultad de Ciencias, Ingeniería Química
 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador

Gabriela Natalí Fonseca Romero

✉ gaby.fonseca1990@gmail.com
 Investigadora Independiente - Ecuador

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación, fue realizar una revisión sistemática del uso del modelo conceptual STEAM en la Educación Superior, ya que al ser usada a nivel escolar han destacado y han sido notorios sus avances. Por lo que se realizó la búsqueda sobre el tema de la investigación a través de la selección de estudios y estrategia basadas en información primer y segundo orden, obtenidas de bases de datos especializadas en internet. La revisión de la información se realizó durante los meses de diciembre 2020, enero y febrero del 2021 y consideró dimensiones tales como: soluciones en base a problemas, integración disciplinaria, promoción de habilidades, apoyo al desarrollo profesional, soporte estructural y soporte tecnológico. La información seleccionada proviene de investigaciones con evidencia científica, citados según normas APA y fueron analizadas, contrastadas y sintetizadas por parte del investigador. Finalmente, se establecieron las conclusiones que permitieron determinar que, en la Educación Superior en Ecuador, existe el eje transversal de la investigación, la cual incide en la formación de los estudiantes a través de un trabajo colaborativo y multidisciplinario, siendo el escenario ideal para su integración micro curricular considerando las respectivas técnicas de evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Uso, STEAM, Educación Superior, Revisión Sistemática, Metadisciplina.

ABSTRACT

The objective of this research was to carry out a systematic review of the use of the STEAM conceptual model in Higher Education, since, when used at the school level, its advances have been outstanding and notable. Therefore, the search was carried out on the research topic, through the selection of studies and strategies based on first and second order information, obtained from specialized databases on the Internet. The information review was carried out during the months of December 2020, January and February 2021 and considered dimensions such as: solutions based on problems, disciplinary integration, promotion of skills, support for professional development, structural support and technological support. The selected information comes from research and authors, with scientific evidence, who were cited according to APA standards, while the evidence from the respective research or content was analyzed, contrasted, and synthesized by the researcher. Finally, the conclusions were established that allowed determining that, in Higher Education in Ecuador, there is a transversal axis of research, which affects the training of students through collaborative and multidisciplinary work, being the ideal setting for their micro-curricular integration considering the respective techniques for evaluating student learning.

Keywords: Use, STEAM, Higher Education, Systematic Review, Metadiscipline.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) se reconoce y se utiliza ampliamente como una metadisciplina que vincula aplicaciones en disciplinas de áreas de contenido como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para crear conocimiento en su conjunto (Morrison, 2010). Las organizaciones y líderes económicos, políticos, educativos y mundiales apoyan la enseñanza centrada en STEM como una forma de mejorar el rigor académico en las escuelas e introducir a los estudiantes habilidades y conocimientos que son de creciente importancia para la fuerza laboral del mañana. El enfoque del presidente Obama en la educación STEM con la iniciativa Educate to Innovate de la Casa Blanca, se extiende más allá de las agencias federales para incluir organizaciones sin fines de lucro, empresas y socios comunitarios (Brady, 2014). El objetivo de estas iniciativas al inculcar STEM en las aulas no es crear más científicos, ingenieros o matemáticos (Vasquez et al., 2013) sino desarrollar estudiantes capaces que puedan funcionar en un mundo altamente tecnológico que se basa en múltiples disciplinas. En consecuencia, los centros educativos y de investigación STEM se pueden encontrar en países de todo el mundo (Delaney, 2014).

La ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) se las reconoce como una metadisciplina que vincula una variedad de aplicaciones tecnológicas en post de la construcción del conocimiento en su conjunto (Morrison, 2010). A este concepto se ha sumado varios líderes económicos, instituciones educativas, que inducen con habilidades y conocimientos

con rigor académico en la enseñanza centrada en STEM.

Brady (2014) manifiesta que el presidente de los Estados Unidos Barack Obama, mediante la iniciativa Educate to Innovate de la Casa Blanca, se enfocó en la inclusión de organizaciones sin fines de lucro, empresas y socios comunitarios en la educación STEAM, con el propósito de inculcar a STEAM en las aulas, a fin de desarrollar entes con destrezas y competencias en múltiples disciplinas (Vasquez et al., 2013) mas no crear más ingenieros científicos o matemáticos. Según Delaney (2014) dicha iniciativa se ha replicado a nivel mundial y ha sido acogida desde la perspectiva de formación multidisciplinaria.

Educational Testing Service (2015) indica que para fortalecer la fuerza laboral de STEAM, se requiere cambiar la perspectiva de como que se piensa y como se enseña. La misma debe iniciar desde la primaria a través de los docentes y el resto de la fuerza laboral, con el fin de atraer y retener perspectivas alternativas que ayudarán a resolver los problemas más urgentes del mundo.

Barragan et al. (2020) en su artículo EDUCACIÓN STEM INTEGRADA COMO ESTRATEGIA PARA LA PERMANENCIA ESTUDIANTIL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR” concluye que “la educación STEM integrada puede contribuir en aspectos relacionados con la Mejora de la Calidad Académica”, adoptándola como una metodología que se basa en estilos de aprendizajes mediante la adopción del enfoque interdisciplinario o transdisciplinario de la educación STEM integrada” (p. 107).

Kang et al. (2012) indican, que las planificaciones que se basan en la metodología STEAM incrementan la motivación efectiva, el compromiso y el aprendizaje disciplinario, produciendo un porcentaje más alto y diversidad amplia de estudiantes con interés de seguir carreras para el apoyo en el campo de la ciencia y matemáticas (Masata, 2014).

Muchos autores coinciden o conceptualizan a STEAM como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a través de programas de desarrollo profesional o actividades referentes a la ciencia. Y entre las aplicaciones, Kim y Song (2012) resaltan la importancia de la aplicación de la resolución de problemas incluidos en los planes de estudio basados en STEAM. Donde se establece como objetivo, el cambiar las actitudes de los estudiantes en miras de la tecnología con el uso problemas abiertos y del mundo real. En base al contexto, se puede establecer que los estudiantes crearon conexiones con las disciplinas STEM y que se trazaban como meta buscar empleos en el área de la tecnología para poder ayudar en la resolución de problemas del mundo real.

Connor et al. (2015) realizaron un estudio sociológico sobre STEAM y la resolución de problemas. Donde se examinó, cómo la combinación de las disciplinas podía contribuir en las desmantelaría del “egocentrismo disciplinario”, donde se crean límites artificiales basadas en la inclusión de una única perspectiva. Por lo que se crearon enfoques centrados en los estudiantes con problemas interdisciplinarios. Es decir, la inclusión de las artes liberales en STEM a fin de que los límites interpuestas por las asignaturas tradicionales, puedan ser eliminados y que puedan ser integradas en un plan de

estudio; entre ellas: la ciencia, tecnología, ingeniería y las artes. Con el estudio, se aportó a que el enfoque de aprendizaje esté dirigido al estudiante en lugar de que sea dictado por el maestro.

El modelo STEAM de Yackman (2008) lo define como ciencia y tecnología, que es interpretada a través de la ingeniería y las artes, que se basa en elementos matemáticos que va más allá de la estética. Cuestionando los estudios enmarcados a la estética e incorporó otras áreas temáticas como las del idioma inglés, estudios sociales, etc. El modelo de Yackman integra a las matemáticas con la ciencia y la tecnología, define de manera estricta la ingeniería y las artes como el método de investigación, asumiendo que los otros modelos de investigación (matemáticas, ciencias, tecnología) son inadecuados. En tal sentido, el enfoque es interdisciplinario y no fomenta la ampliación o las perspectivas alternativas. Además, existen rubricas de cómo los maestros pueden lograr este enfoque interdisciplinario y no hay estudios que examinen la efectividad de este programa.

Hmelo (2004) sostiene que para la resolución de los problemas, los estudiantes deben reflexionar acerca de alternativas o formas diferentes para resolverlos: Con ello se fomentan los múltiples tipos de habilidades de resolución, entre ellas la creatividad y la colaboración. Otro factor que se debe considerar al utilizar el enfoque basado en STEAM, es que, el problema sea auténtico y relevante en el contexto cultural de los estudiantes y por sobre todo que esté correctamente planteado. Su dependencia es fundamental en la inclusión metadisciplinas (Herrington et al., 2014).

Lee y Butler (2003) sostiene que con las alternativas basada la resolución de problemas, se requiere comprender y dar relevancia a las áreas de los contenidos. y el problema de estudio; pues si no se establece de manera adecuada su relación, los estudiantes no tendrán una conexión auténtica y se sentirán “forzado” para adoptar el enfoque. Por tanto, el propósito del contenido para resolver el problema debe ser explícito a través de correctas metodologías o métodos que se puedan aplicar para la resolución del problema (Norman y Schmidt, 2000).

Al hablar de trabajo multidisciplinario o múltiples áreas de contenido durante su enseñanza. Es importante que los docentes consideren la alineación de las disciplinas para la resolución basada en problemas con el concepto de Kauffman et al. (2003) donde “la mejor manera de preparar a los maestros, es proporcionar una preparación sólida en el área de contenido junto con una ‘contextualización’ de la limitación de un campo de conocimiento disciplinar” (p. 156).

La integración disciplinaria como dimensión del contenido educativo, implica las diferentes formas en las que se combina el contenido (integración interdisciplinaria, multidisciplinaria y transdisciplinaria) y los métodos de varios campos orientados a la enseñanza conceptual curricular para resolver problemas complejos, a través de una planificación y ejecución de niveles.

Wickson et al. (2006) sostiene que una deficiencia de la enseñanza multidisciplinaria, es el enfoque utilizado para la resolución de problemas específicos; pues, la multidisciplinaria se la considera que está organizada temáticamente más que orientada a

problemas y como las prácticas STEAM se enfocan en el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, la multidisciplinaria es desventajosa para el enfoque STEAM.

Stock y Burton (2011) sostienen que los enfoques interdisciplinarios se centran en analizar los problemas específicos del “mundo real”; animando a los estudiantes a crear nuevos conocimientos en todas las disciplinas a través de reunir ideas de diferentes disciplinas, que sintonizan de forma conjunta en un problema, y luego permiten establecer el enfoque metodológico y su análisis de los datos (Hammer y Söderqvist, 2011). Es decir, que en la investigación interdisciplinaria requiere la construcción cuidadosa de un problema, para promover una variedad de métodos a fin de resolverlo, sin que se requiera de un enfoque multidisciplinario (Robinson, 2008).

Wang et al. (2011) sostiene que la transdisciplinaria, requiere integrar contexto y contenido. Para que el contenido sea más relevante, se requiere su análisis con respecto a otra disciplina diferente. Haciendo que un tema sea más relevante y propicie una mejor plataforma como una alternativa para resolver el problema.

La integración de contenidos, pueden ser evidenciados a nivel de la educación superior, a través de los ejes transversales que se determinan en la elaboración de los rediseños curriculares; entre ellos: los proyectos de vinculación e investigación en los que se integran varios contenidos y se enfocan en la resolución de problemas reales del mundo. Además, la participación de los estudiantes es necesaria para evidenciar y cumplir con las metas y fines del proyecto.

STEAM da relevancia al desarrollo de habilidades de resolución de problemas por parte de los estudiantes. Se la considera como una dimensión, que determina la forma en que los docentes, motivan el desarrollo de las habilidades inherentes y necesarias para la entrega efectiva de resolución de problemas, sin descuidar y monitoreando el proceso a fin de perfeccionarlo para mejorar las habilidades de resolución de problemas.

STEAM considera tres criterios en la dimensión del modelo de enseñanza: habilidades cognitivas, interactivas y creativas. Las habilidades cognitivas incluyen abstraer, analizar, aplicar, clasificar, formular, interpretar, percibir, modelar, sintetizar y cuestionar. Las habilidades cognitivas de resolución de problemas permiten que los estudiantes puedan adquirir múltiples tipos de conocimiento durante el aprendizaje transdisciplinario y además los ayuda en su razonamiento (Biggs, 1999)

Las habilidades de interacción, incluye la comunicación y la colaboración. La comunicación incorpora formas en que los docentes desarrollan en los estudiantes la capacidad para intercambiar ideas, comunicar evidencia, construir explicaciones, participar en argumentaciones, diseminar evidencia, presentar, responder y explicar (Rivet y Krajcik, 2008). Las habilidades de colaboración se orientan a las formas de cómo los estudiantes colaboran en las investigaciones, el diseño, la creación, la indagación; así como en la conexión y la evidencia del conocimiento y la experiencia. Gillies (2014) resalta estas habilidades en el aprendizaje STEAM, ya que los estudiantes adquieren mayor confianza, mejoran el aprendizaje, mejoran

la autoestima y pueden resolver conflictos de una manera más efectiva.

Kim y Park (2012) menciona que las habilidades creativas incluyen diseñar, jugar, modelar y conectar ideas. Las cuales se mejoran y se cultivan gracias a los esfuerzos de aprendizaje creativo, donde los docentes ofrecen conceptos, herramientas y experiencias en escenarios abiertos de resolución de problemas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo, es una revisión sistemática sobre la aplicación de la metodología STEAM en la educación superior. Para ello, la selección de los estudios y la estrategia de la búsqueda se consideró en información de primer y segundo orden, las cuales fueron obtenidas de bases de datos especializadas como Scopus, Redalyc, Scielo y Google Scholar. La revisión de la información se realizó en los meses de diciembre 2020, enero y febrero del 2021.

Los descriptores o metadatos (palabras claves) de búsqueda utilizados, se basan en las variables que contiene el tema del estudio: aplicación, STEAM, metodología, educación superior, además se tomaron como dimensiones de aprendizaje a las habilidades cognitivas, interactivas y creativas.

En la búsqueda de la bibliografía se utilizó el siguiente orden metodológico:

- Identificación de las variables del contexto del estudio para la minería de la información
- Análisis de la información obtenida, para la extracción de la información

pertinente al contexto del estudio planteado.

- Síntesis de la información, para ordenarla de acuerdo a las variables y continuar con la combinación de la información relevante al estudio.
- Concluida la búsqueda de la información, se procedió con la selección, precisión, relevancia, utilidad, credibilidad y experiencia de los autores.
- Se seleccionó 32 estudios que se enmarcaron en los criterios de selección, para luego proseguir con la lectura crítica de los documentos.
- La información seleccionada, fue validada y condicionada según el grado de evidencias concluyentes descritas; así como por la aplicabilidad a nuestro contexto.
- La búsqueda se llevó a cabo por los autores de la investigación.

Para las referenciar bibliográficas y la generación de la bibliografía, se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley y se aplicó las normas APA 7ma versión. Se evaluaron 31 artículos que cumplieron los criterios de selección. De los cuales, 30 están escritos en idioma inglés y 1 en español. Para finalmente realizar el respectivo contraste de la información a través de la discusión.

3. DISCUSIÓN

A continuación, se discuten las formas de promover la educación STEAM desde la perspectiva de abordaje del dominio de contenido, que involucra a los docentes y prestando atención a las dimensiones de: la entrega basada en problemas, la integración de la disciplina y las habilidades de resolución de problemas.

Promoviendo a STEAM, desde un punto de vista de entrega de soluciones en base a problemas. Se evidencia, que se pueden encontrarlos en contextos locales, regionales o globales que motivan a los estudiantes en la entrega de alternativas efectivas de solución, a través de múltiples metodologías o estándares (Costantino 2002; Hmelo-Silver, 2004).

Al implementar un modelo de enseñanza basado en el desarrolla de actividades, en un entorno real de trabajo que se apoya en problemas auténticos y que aterrizan en el desarrollo de los planes de estudio a través de sus contenidos; permite que los estudiantes se involucren con los problemas del mundo real, e implican vivencias con expertos locales (miembros de la comunidad, empresas, organizaciones sin fines de lucro) que pueden contribuir en el proceso de aprendizaje. Es importante la correcta estructuración del problema con un enfoque de enseñanza, a fin de obtener alternativas de solución efectivas y que motiven a los estudiantes en su involucramiento.

Desde el punto de vista de integración de la disciplina, y entendiendo que el modelo se orienta a promover el desarrollo del contenido, en base al contexto y con un planteamiento de un problema. Se plantea que se debe ser analizado y en el caso de ser necesario, debe ser replanteado a consecuencia de reflexiones profundas y específicas de la disciplina. El enfoque permite valorar el contexto y el contenido del planteamiento de los problemas; sirve para tener una orientación completamente diferente o parecido del cómo funciona en el mundo real. Por ello, el modelo puede ayudar a los docentes en la práctica de la enseñanza transdisciplinaria, que permite a los estudiantes producir

nuevas perspectivas (Gibbs, 2015). El proceso requiere la adopción de enfoques pedagógicos STEAM para lograr resultados satisfactorios.

STEAM enfocado a la promoción de habilidades para la resolución de problemas, infiere como un modelo que implementa de forma eficaz, de tal manera que los docentes involucren a los estudiantes para que desarrollen múltiples niveles de habilidad, a través de enfoques conductuales, cognitivos, emocionales y creativos (Fredericks et al., 2004). Es decir, el modelo incide en el desarrollo las habilidades subyacentes, incorporado oportunidades a fin de que modelen, diseñen, innoven o colaboren durante la resolución de un problema (Kim y Park, 2012). Además, fomenta en los estudiantes el enfoque holístico que permite la creatividad, mediante el mundo tecnológico y multimodal con carácter exitoso. En esencia, la enseñanza STEAM debe capitalizar los intereses y fortalezas de la población estudiantil; por lo que se requiere la participación de los estudiantes fuera de las aulas en entornos con problemas comunitarios relevantes.

Desde el punto de vista de apoyo para el desarrollo profesional, se encajan las formas efectivas de aprender y la integración de contenido a través de la colaboración, la indagación y los problemas abiertos que necesitan de tiempo, práctica y oportunidades de reflexión sobre la preparación y la implementación (Grossman, Wineburg & Woolworth, 2001). Es decir, que el desarrollo profesional debe abordar la complejidad de la enseñanza continua y reflexiva en las practicas académicas de los docentes, quienes deben abarcar los dominios y las dimensiones, mediante un seguimiento

reflexivo sobre los aciertos y desafíos que deban ser perfeccionados.

En cuanto al soporte estructural y colaborativo, es importante la alineación o estandarización de planes de estudio, que estén enmarcados con los nuevos enfoques de enseñanza y que requieren el apoyo administrativo, a fin de fomentar la colaboración de los docentes (Glatthorn y Jailall, 2009). Además, el modelo sugiere que las comunidades de aprendizaje, puedan apoyarse en la enseñanza STEAM a través de la programación y las prácticas colaborativas, para que se practique una cultura o un entorno participativo de enseñanza y aprendizaje; las mismas que pueden ponerse en riesgo, cuando el número de involucrado es poco (Chamberlain et al., 2013).

El soporte tecnológico y acceso a los medios digitales deben garantizar un correcto funcionamiento y representa la base para escalar a innovaciones tecnológica; Es decir, que se debe contar con los dispositivos adecuados, la configuración y los soportes tecnológicos continuos (Inan & Lowther, 2009).

4. CONCLUSIONES

- La articulación del modelo STEAM, implica innovación educativa y conlleva a la creación de una agenda formal sobre el eje transversal de la investigación en la educación superior. Por lo que es necesario la monitorización del uso de enfoques como STEAM en la práctica docente en la educación superior para contextualizarla y en caso de ser necesario inducir la en las reformas curriculares como nuevas fronteras

de formación tanto de los estudiantes como de los docentes.

- El modelo conceptual STEAM, ha sido utilizado para el desarrollo profesional docente, por lo que la investigación reconoce la importancia de entender los diferentes contextos de los participantes, para poder resaltar, observar y perfeccionar los aciertos y desaciertos que involucran el desarrollo de este modelo conceptual. Por lo que, es importante iniciar la inclusión en las planificaciones micro curriculares de los itinerarios de formación de los estudiantes como estrategias, técnicas o instrumentos.
- Con base lo mencionado en la discusión del presente artículo, es necesario considerar que al incluir el modelo conceptual STEAM a la educación superior, se debe contextualizar los métodos, técnicas, rubricas de evaluación a fin de monitorear y realizar un seguimiento del aprendizaje significativo que están alcanzando los estudiantes. La técnica e instrumento a realizar deben ser confiables y validadas, a fin de que los datos obtenidos puedan ser contrastados y sometidos a pruebas estadísticas que verifiquen una hipótesis planteada de acuerdo al contexto de la investigación. Esto proporcionaría establecer conclusiones que evidencien que el uso del método conceptual STEAM puede ser aplicado en los planes micro curriculares.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barragán, S. y Cala, F. (2020). Educación STEM integrada como estrategia para la permanencia estudiantil en la educación superior. In Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos. https://doi.org/10.47212/educacion_stem-steam_6
2. Biggs, J. (1999). What the student does: teaching for enhanced learning, Higher Education Research & Development, 18 (1). 57-75
3. Brady, J. (2014). STEM is incredibly valuable, but if we want the best innovators we must teach the arts. The Washington Post, 5.
4. Chamberlain, A., Dronenm, M., Herro, D., Keen, M., Kelley D., Mathews, A., Mundy D., Tenney L., Vinogradov P. y James Bosco (2013). Seven keys to unlocking school transformation with digital media. Consortium for School Networking (CoSN). <http://www.cosn.org/>
5. Connor, A. M., Karmokar, S. y Whittington, C. (2015). STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education.
6. Costantino, T. E. (2002). Problem-based learning: A concrete approach to teaching aesthetics. Studies in art education, 43(3), 219-231.
7. Delaney, M. (2014). Schools shift from STEM to STEAM. EdTech. 1-4. <https://edtechmagazine.com/k12/article/2014/04/schools-shift-stem-steam>
8. Educational Testing Service (2015). The STEM pipeline booklet. Washington, DC: Inside Higher Ed. <https://www.insidehighered.com/booklets>.
9. Fredericks, J. A., Blumenfeld, P. C. y Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the

- concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
10. Gibbs P. (2015) *Transdisciplinary Professional Learning and Practice*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11590-0_11
 11. Gillies, R. M. (2014). *Cooperative Learning: Integrating Theory and Practice*. Thousand Oaks, Sage Publications, Inc., <http://dx.doi.org/10.4135/9781483329598>
 12. Glatthorn, A. A., Jailall J. M. y Jailall, J. K. (2017). *The Principal as Curriculum Leader: Shaping What Is Taught and Tested* Corwin Press.
 13. Grossman, P., Wineburg, S. y Woolworth, S. (2001). *Toward a Theory of Teacher Community*. *The Teachers College Record*, 103, 942-1012. <http://www.tcrecord.org/Content.asp?ContentID=10833>
 14. Hammer, M. y Söderqvist, T. (2001). Enhancing transdisciplinary dialogue in curricula development, *Ecological Economics*, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00168-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00168-9).
 15. Herrington J., Reeves T.C. y Oliver R. (2014). *Authentic Learning Environments*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_32
 16. Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?. *Educational Psychology Review* 16, 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
 17. Inan, F.A., Lowther, D.L. (2010) Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: a path model. *Education Tech Research Dev.* 58, 137–154. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9132-y>
 18. Kang, M., Park, Y., Kim, J. y Kim, Y. (2012). Learning outcomes of the teacher training program for STEAM education. In *International Conference for Media in Education*, Beijing.
 19. Kaufman D., Moss D. M. y Osborn T. A. (2003). *Beyond the Boundaries: A Transdisciplinary Approach to Learning and Teaching*. Greenwood Publishing Group.
 20. Kim, Y. y Park, N. (2012). Development and Application of STEAM Teaching Model Based on the Rube Goldberg's Invention. *SpringerLink*. https://10.1007/978-94-007-5699-1_70.
 21. Kim Y. y Park N. (2012) The Effect of STEAM Education on Elementary School Student's Creativity Improvement. In: Kim T. et al. (eds) *Computer Applications for Security, Control and System Engineering*. Communications in Computer and Information Science. Springer, Berlin, Heidelberg. 339. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35264-5_16
 22. Lee, H. S. y Butler, N. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25(8), 923-948. <https://10.1080/09500690305023>.
 23. Masata, D. (2014). Understanding the steM skills gap. *STEM Education News*. <http://www.educationandcareernews.com>
 24. Morrison, J. (2010). Attributes of STEM education. The student, the academy, the classroom. https://www.partnersforpubliced.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Education/

Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%202%20.pdf

USA. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>.

25. Norman, G. R. y Schmidt, H. G. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: theory, practice and paper darts. *Medical Education*. 39(4). doi: 10.1046/j.1365-2923.2000.00749.x.
26. Rivet, A. E. y Krajcik, J. S. (2008). Contextualizing Instruction: Leveraging Students' Prior Knowledge and Experiences to Foster Understanding of Middle School Science. *Journal Of Research In Science Teaching*. 45(1). <https://10.1002/tea.20203>
27. Stock, P. y Burton, R. J. (2011). Defining Terms for Integrated (Multi-Inter-Trans-Disciplinary) Sustainability Research, 3(8), 1090-1113, <https://doi.org/10.3390/su3081090>
28. Vasquez, J. A., Comer, M. W. y Sneider, C. I. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8*. United Kingdom: Heinemann.
29. Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. y Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2. <https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol1/iss2/2/>
30. Wickson, F., Carew, A. L. y Russell, A. W. (2006). Transdisciplinary research: characteristics, quandaries and quality. *Futures*. 38(9), 1046-1059. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2006.02.011>.
31. Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. Virginia Polytechnic and State University: