

Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante

EDVCATIO PHYSICORVM



Diego Leonardo Tovar Rodríguez

*CICATA. Legaria. Instituto Politécnico Nacional. Calzada Legaria 694.
Col. Irrigación. Miguel Hidalgo, 11500, CDMX, México.*

E-mail: dltr2000@gmail.com

(Recibido el 12 de julio de 2019, aceptado el 25 de agosto de 2019)

Resumen

Una educación STEM de alta idoneidad significa que los estudiantes desarrollen una comprensión del contenido disciplinar, así como habilidades de comunicación, colaboración, investigación, resolución de problemas y flexibilidad de pensamiento; que les servirán a lo largo de su vida. Para el desarrollo idóneo, miramos los Estándares de Ciencia de Próxima Generación (NGSS), que brindan una expectativa de rendimiento conceptual dentro de la ciencia y dado que las iniciativas STEM se han instalado como imaginario articulador de un buen número de comunidades académicas en varios países. En este artículo se hace un barrido de la actividad y la producción académica relacionada con esta corriente. Además, el presente escrito forma parte del estado del arte del proyecto de investigación “*Construcción y Aplicación de una metodología STEM para el desarrollo de competencias de física en la educación secundaria*”.

Palabras clave: STEM, tipología documental, líneas transversales.

Abstract

A STEM education of high suitability means that students develop an understanding of disciplinary content, as well as communication skills, collaboration, research, problem solving and flexibility of thought, which will serve them throughout their lives. For the ideal development, we look at the Next Generation Science Standards (NGSS), which provide an expectation of conceptual performance within science and given that STEM initiatives have been installed as an imaginary articulator of a good number of academic communities in several countries. In this research paper there is a scan of the activity and academic production related to this current. In addition, this writing is part of the state of the art of the research project “*Construction and Application of a STEAM methodology for the development of physics competencies in secondary education*”.

Keywords: STEM, documentary typology, transversal lines.

PACS: 01.40.ek, 01.40.fk, 01.40.gb,

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Puesto que la física es disciplina medular en el campo de las ciencias, es absolutamente pertinente explorar las posibilidades que ofrece esta forma de integración disciplinar que invita a enfatizar en la colaboración sinérgica de los saberes aportados desde la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática. Aunque el discurso STEM surge en los países del primer mundo y el mismo se estructura como respuesta a necesidades y proyecciones específicas de estas naciones, lo cierto es que en prácticamente todos los países sudamericanos dicho discurso ha resonado y generado réplicas o versiones propias de esta tendencia. Se inicia identificando la tipología de la información considerada en este artículo, en seguida se establecen los elementos transversales identificados en los países analizados. El apartado central da cuenta de los principales estudios y acciones que se refieren directamente a las áreas STEM o que favorecen su desarrollo iniciando con el cono sur y terminando con los más ecuatoriales, finalmente se entregan un conjunto de

conclusiones y recomendaciones auto-referenciales con miras a mejorar el estado del arte de la investigación de la que formará parte.

II. TIPOLOGÍA DOCUMENTAL Y PAÍSES ANALIZADOS

El espectro de estudio focaliza en los países del continente que comparten el castellano, esto deja por fuera a Surinam cuya lengua oficial es el holandés, en Guyana el inglés, en Brasil el Portugués y a la Guyana France; sin embargo, el estado del arte final involucrará estudios anglófonos principalmente norteamericanos y francófonos de Bélgica y la provincia canadiense de Quebec.

Un barrido inicial de los materiales disponibles en la red permitió identificar tres tipos de información documental relacionada con el estado de educación STEM: *a. Documentos investigativos orientados de forma explícita a la educación STEM incluyendo los que incorporan otras*

Diego Leonardo Tovar Rodríguez

disciplinas como las artes, sociales, idiomas, etc. b. Congresos y/o eventos en los que se promueven las iniciativas que buscan integrar las áreas a las que se refiere el acrónimo. c. Documentos que hacen referencia a políticas, orientaciones o debates que de manera directa o indirecta contribuyen a sentar base para el desarrollo de la educación STEM. Esta tipología se asume de manera indistinta para el análisis de cada uno de los países de la región que se incluyen, estos son Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia, es decir que la información que se expone puede estar originada en todo el espectro documental identificado.

III. LÍNEAS TRANSVERSALES Y LUGARES COMUNES IDENTIFICADOS.

La pesquisa realizada en los diferentes países mencionados en la introducción dejó en evidencia elementos que se transversalizan, a continuación, se presentan aquellos que se definen de manera más clara.

1. Reconocimiento de la importancia que juegan las carreras científico-tecnológicas en el posicionamiento de los países en el concierto internacional y en el desempeño de estos a nivel económico [1, 2].
2. Se destaca que las soluciones a problemas sociales superlativos como la conservación del medio ambiente, el cambio climático, la distribución de la riqueza, la seguridad agroalimentaria, entre otros; solo pueden ser buscadas mediante la participación de saberes interdisciplinarios otorgando gran relevancia a las disciplinas STEM [3, 4, 5, 6].
3. En todos los países, aunque en diferentes proporciones se ha identificado un decremento en el interés por parte de los estudiantes en las carreras científico-tecnológicas [7, 5, 6].
4. El tema de la participación femenina en la región sigue presentando indicadores negativos, la proporción de las mujeres en las carreras STEM aún es minoritaria, principalmente en las ingenierías, también se detectó que muchas de las graduadas en estos campos de formación, se desenvuelven en otras actividades profesionales o se concentran en la academia siendo subrepresentadas en dirección empresarial, en general, el fenómeno es de erosión progresiva de la participación femenina en la medida que se alcanzan niveles profesionales más altos [8, 9, 10].

A. Argentina

En comparación con otras naciones de la región, Argentina exhibe consistencia no sólo en las líneas fundamentales de promoción de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas sino además en acciones para promoverlas [2]

lo que desde luego pasa por acciones como el financiamiento de becas doctorales en campos estratégicos y políticas dirigidas a promover disciplinas STEM. Lo anterior ha quedado plasmado en *Argentina innovadora 2020* el que da continuidad y actualiza líneas de trabajo definidas en planes anteriores, además cuentan con un amplio abanico de instituciones y programas oficiales orientados a apalancar estos campos.

El tema de pensar el papel que juega la ciencia y la tecnología en el modelamiento del futuro en Argentina aparece de manera persistente, además de *Argentina innova 2020* está el documento titulado *Argentina 2050: el futuro de la tecnología y el trabajo* [11] en el que adicionalmente de construir un marco en el que se incorpora un gran número de variables que tienen el potencial de intervenir en el modelamiento del campo laboral a futuro, se citan desde el *Millenium Project*, tres posibles escenarios altamente definidos por la ciencia y la tecnología: el primero implica una condición en la que tras haber levantado muchos temores por cuenta de la tecnología, los mismos se despejan dando paso a una sociedad en la que no hay mayores alteraciones a nivel laboral, llama la atención que de manera explícita plantea que la educación STEM contribuiría a generar empleo hasta 2035 pero reduciría su protagonismo a partir de ese año; en el segundo las corporaciones utilizan la normativa para poner a su favor las leyes laborales generando grandes acumulaciones de riqueza pero disparando incluso en los países del primer mundo el desempleo a niveles devastadores; el tercer escenario se acerca mucho a una utopía en la que el trabajo se vincula más con la auto-realización que con la sobrevivencia pues la ciencia y la tecnología suplirán o facilitarán gran parte de las necesidades humanas.

Aunque el documento de Quaglia y Plata [11], es una propuesta de proyecto, invoca uno de esos temas que suelen ser obviados o esquivados cuando se impone el entusiasmo al hablar de educación STEM: la generación de empleo. Lo anterior es consistente con lo mencionado en el primer párrafo pues las disquisiciones teóricas se encuentran alineadas con una política pública medianamente consistente que parece ir más allá de lo declarativo.

En las pruebas internacionales este país no ha obtenido buenos resultados: dos terceras partes de los estudiantes presentan bajos desempeños en matemáticas, los niveles de lectura son absolutamente deficientes y no ha habido mejoramiento apreciable. En general, la literatura Argentina que hace referencia a la educación STEM diagnostica que la enseñanza de la misma y los aspectos relacionados han entrado en obsolescencia y debe ser intervenida desde las bases cambiando esa concepción de una educación diseñada para moldear masas [1].

Sbarbati [1] cita los buenos resultados de los ejercicios STEM analizados en el meta-análisis de la *National Academic of Science (2016)* los cuales, son tan consistentemente positivos a nivel pregradual que no justifican la investigación usando grupos de control pues argumentan que se les priva de los beneficios del ejercicio integrativo.

Prieto y Chroback [12] presentaron dos escritos [13] en el que exhiben un ejercicio aplicado en la región de Comahue con motivo de la expulsión de cenizas del volcán Calbuco de Chile, las que alcanzaron su zona y en torno a la cual, se desarrolló un ejercicio de integración STEM contrastando la ceniza volcánica contra otras dos sustancias como abono en la siembra de rabanito. Los artículos evidencian el aporte desde las disciplinas, aunque no se hace gran esfuerzo en ello tal vez porque centran en el abordaje del problema y la defensa de los clubes de ciencia como una alternativa de trabajo informal, adicionalmente desarrollan un importante ejercicio metacognitivo.

B. Chile

Araya [14] reconoce inquietudes y lineamientos desde algunos sectores académicos norteamericanos, uno de los más interesantes es la necesidad de mejorar la calidad de la integración disciplinar entre los campos STEM, y la misma debe ser *explícita* pues según Honey *et al.* [15] la integración entre los saberes que debería darse entre estas y otras disciplinas, no se da de manera silvestre o espontánea.

Se establece que para que un proceso sea definido dentro del campo STEM, además de incluir las disciplinas del acrónimo debe clasificar dentro de las ciencias duras las que se definen como tal por enfatizar en lo cuantitativo, relacionar las leyes y principios con la generación de soluciones de orden práctico. Plantean que, a pesar de la proximidad existente entre las ciencias, la tecnología, la ingeniería y la matemática, lo cierto es que a nivel educativo persiste el parcelamiento de saberes.

Zamorano, García y Reyes [16], miembros de la universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, hacen un barrido de información sobre el enfoque STEAM en el periodo 2007-2017 de casi cuatro decenas de documentos discriminando el tema en siete categorías así: objetivo de la educación STEAM, concepto de aprendizaje, de enseñanza, rol del estudiante, del docente, metodología y herramientas. Los autores concluyen que este es un tema noble y aún tomará un tiempo para que madure a nivel conceptual, también llama la atención que, de los artículos analizados, solo uno fue escrito originalmente en español y es de una docente de una Universidad Vasca.

En la mayoría de los escenarios, desde los congresos hasta las producciones académicas se destaca la importancia de implementar un currículo STEM como una efectiva herramienta de posicionamiento de Chile en el concierto internacional [5]; lo importante de esta posición es que ha alcanzado el nivel central, la *Unidad de Currículo y Evaluación* [17]. MEC, 2016, un ente gubernamental encargado de orientar de manera explícita los saberes que se deben desarrollar en Chile, establece un apartado específico para la educación STEM alojado en la página de currículo nacional [18] en donde se declara oficialmente que la línea que orienta este trabajo es el Aprendizaje Basado en Proyectos y se ofrece un pequeño repositorio de materiales con los que se detallarían asuntos relacionados con la aplicación de este enfoque, aunque un par de ellos

toca el tema de integrar conocimientos lo cierto es que no hacen referencia específica a STEM.

Se promueve la participación de los docentes en acciones que impliquen colaboración, esencialmente por dos factores: el primero es que el hecho mismo de buscar dicha colaboración es un primer paso para ceder en la territorialidad propia de la disciplina y el segundo es que las miradas de personas formadas en diferentes saberes frente a un mismo problema dan la posibilidad de enriquecer la solución de los problemas abordados [19]. Aunque en Chile se han desarrollado acciones como concursos, intercambios y cursos de verano/invierno para promover el aprendizaje social horizontal, lo cierto es que se reconocen como insuficientes pues no hay muchos equipos de trabajo interdisciplinarios declarados o generando producción académica tipo STEM.

También se encuentran en el territorio chileno, varias iniciativas aplicadas, García, Reyes y Burgos [5] desarrollan un ejercicio centrado en el modelo traslacional de Glancy y Moore en un escenario universitario con la expectativa de que los estudiantes puedan establecer conexiones entre conceptos de diferentes disciplinas, este estudio arroja resultados positivos, aunque no se verifica contra grupo de control. Entidades como la Universidad de Chile [20] han realizado a lo largo de este año actividades orientadas a promover de manera específica las competencias STEM entre docentes en práctica.

Ferrada, Díaz y Salgado [21] investigadores de las universidades de Granada y Maule, identificaron mediante su estudio bibliométrico entre los años 2010-2018 que hay un incremento efectivo en el tema STEM, aunque las cifras no hablan bien de la región latinoamericana, se debe tener en cuenta que este estudio se limita a la base de datos SCOPUS. La exploración ha arrojado desde el lado de Chile, documentos que dan cuenta de miradas más inquisitivas y que apuntan a contribuir al abordaje teórico de la educación STEM.

C. Uruguay

El debate sobre educación STEM pareciera estar llegando hasta ahora a este país, esto se menciona porque no se encontraron artículos que hagan referencia al tema de manera específica, sin embargo entre los medios que la promocionan se halló que el *Departamento Académico de Ciencias Biológicas* [22] cuenta con un apartado que funciona como repositorio de herramientas para ser aplicadas por docentes, un buen número de los enlaces no funcionan y otros solo descargan presentaciones PPT o talleres inconexos. En la misma dirección, se dio la actividad: *Educación en las áreas STEM: acciones para el fortalecimiento del recorrido de niñas, adolescentes y jóvenes mujeres en carreras científico-tecnológicas*, en Julio de 2018 en la que los oradores cubren el espectro educativo y es realizada en la facultad de ingeniería de la Universidad de la República, no hay memorias. Eventos como los mencionados se ajustan a lo que se describe así: "La creación de estas interfaces son débiles aún en la región, lo que explica que los cambios sean declarativos,

Diego Leonardo Tovar Rodríguez

pero las evaluaciones nacionales, regionales e internacionales muestran que los cambios no han llegado al nivel de los aprendizajes” [23].

Uruguay se encuentra muy vinculado con la UNESCO [24, 25] y uno de sus más fuertes frentes de trabajo es SAGA (STEM And Gender Advancement) con la participación del Ministerio de Educación y la Cultura y lo presentan como una forma de contribuir al cumplimiento de la agenda 2030 del organismo internacional mencionado.

De manera específica este proyecto busca mejorar los indicadores de participación femenina en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas [26] (MEC, 2016) y se debe mencionar que es uno de los pocos espacios en los que se nombra específicamente el acrónimo STEM, eso no implica carencia de acciones dirigidas a mejorar la educación en los campos involucrados sino un abordaje desde otras miradas.

D. Paraguay

No se encuentran producción investigativa propiamente dicha en el campo STEM por tanto lo referido solo menciona eventos y documentos oficiales que al menos de manera declarativa se refieren al tema. Sin embargo, el CONACYT desarrolla en Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Paraguay 2017-2030 en el que se hace un diagnóstico que incluye la mayoría de los elementos que también sustentan la educación STEM, sin embargo y aunque se habla de la necesidad de fortalecer la formación del capital humano, en realidad se refiere a nivel pre y postgradual, y la referencia a la formación primaria y secundaria es tangencial.

La empresa privada *reeduca*, desarrolla actividades orientadas a promover sus servicios y productos (reeduca, 2019). Forma parte de su gestión realizar eventos por el territorio nacional, algunos de ellos en acuerdo con otras entidades como *academia STEM Iberoamérica*.

E. Perú y Bolivia

Se encuentran iniciativas promovidas por entidades como Siemens que ha direccionado sus esfuerzos a través de *Experimento: red STEM Latinoamericana* la que opera tanto en Perú como en Bolivia, entre los cuales está la formación de maestros en la integración disciplinar de las disciplinas afines. El instituto *Apoyo* [27], que en realidad incluye a las artes en su propuesta, ha participado de la promoción de este enfoque de trabajo y en 2016 fue consultado en el tema de la *popularización de la ciencia, la tecnología y la innovación* (2016); aunque el balance inicial con el que se sustenta la propuesta incluye cosas como el reconocimiento del papel capital que juega la ciencia, la tecnología y la matemática, también se identifica reducción en el interés de la juventud por estos campos; además el término STEM no es mencionado en ninguna parte del texto, el espíritu de esta iniciativa, es como su nombre lo sugiere, el de mejorar los índices de alfabetización científica y tecnológica. El Ministerio de Educación del Perú, MINEDU [28] ejecuta la promoción de los campos

científico tecnológicos en el marco de la *Estrategia Nacional de las Tecnologías Digitales en la Educación Básica 2016-2021*, aunque de nuevo, no aparece el acrónimo de interés, la estrategia proyecta su trabajo apoyándose en cinco hitos que son armónicos con las iniciativas STEM o STEAM, sin embargo se percibe una debilidad en el escaso énfasis en la integración entre las tecnologías digitales y la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (+Artes). En uno de los documentos del CONYCT [29] se presenta una muy interesante clasificación de las características de los actores sociales del Perú, con relación a la cultura científica de ese país. El poster presentado por García [30] para el evento Gender Submit 12 [31] exalta el aporte que ha hecho la mujer científica en las disciplinas STEM en el Perú pero se mantiene la desigualdad de género exponiendo cifras el que en investigación en estos campos por cada mujer hay 2 hombres; en estas disciplinas solo hay un 32% de profesoras y en general en estos mismos campos solo hay un 34% en el ámbito profesional; de otro lado, la matrícula femenina 55.6% contra un restante 44.4% masculino, sin embargo no hay datos de graduaciones exitosas. Hay una marcada diferencia de género entre las ciencias médicas y las ingenierías-técnicas. En Bolivia UNISEF (2019) promovió una actividad cuyo centro fue la participación femenina en carreras STEM [32], los datos presentados ratifican el desbalance de género pero además [33] plantea en su presentación que la generación de políticas públicas debe incorporar el hecho de que las mujeres no son un grupo homogéneo y por consiguiente hay diferentes expectativas sociales; Khantuta [34] además trae a colación un dato según el cual la brecha de género también se ve influenciada por el nivel de especialización.

F. Ecuador

Coello, Crespo, Hidalgo y Díaz [35], son autores de uno de los artículos académicos desarrollados en torno al tema STEM específicamente aplicado al aprendizaje de la física.

El estudio se desarrolla bajo el paradigma cualitativo y de diseño descriptivo-exploratorio. Se les aplica a estudiantes de las asignaturas de termodinámica y mecánica analítica en la Universidad de Guayaquil, el Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje. CEA, de escala Likert, con el que se evalúan 26 ítems. Las conclusiones favorecen lo que los autores llaman “paradigma” de educación STEM pues además de mejorar la capacidad de resolución de problemas, también despierta el interés científico. Advierte, sin embargo, que el éxito de un ejercicio STEM a nivel universitario ingenieril, debe incorporar contenidos exigentes y que los alcances educativos estén claramente definidos. Junto con otros investigadores, la misma Coello [36] desarrolla otro estudio en la universidad de Guayaquil descrito por los autores de tipo mixto, como instrumento de recolección de información se utiliza un cuestionario que acopia información en tres frentes; la primera de ellas apunta directamente a las habilidades que desarrolla la integración disciplinar tipo STEM mediante la percepción del estudiante, el segundo se refiere al aprendizaje

IV. CONCLUSIONES

motivacional y por último el grado en el que es aceptado el modelo que se aplica. Se concluye que se pueden desarrollar habilidades cognitivas, actitudinales y de pensamiento crítico en ambientes no estructurados; también se concluye que la motivación es de tipo intrínseco y que al darse sobre la base de la autonomía se potencian los procesos formativos. A pesar del estudio referenciado en el párrafo anterior, no se puede decir que en el caso ecuatoriano haya un gran desarrollo de las iniciativas STEM, sin embargo, de manera explícita el ministerio de educación de Ecuador manifiesta su interés en promover el fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la matemática [37, 38].

G. Colombia

Existen instituciones sin ánimo de lucro como *pequeños científicos*, hoy devenida en *Academia STEM*, que han promovido estas iniciativas desde hace más de diez años, han sido consultores para entes gubernamentales y aunque algunos de sus postulados aparecen en documento oficiales, lo cierto es que los micro-currículos no han sido suficientemente afectados por sus recomendaciones. El British Council es una de las entidades que han afectado positivamente este *trending* educativo, de hecho, además de estar presente en el proceso de *pequeños científicos* ha promovido dentro del premio compartir al maestro¹ la conformación de la categoría STEM.

Autores como Ávila y Barragán [39] planean y ejecutan un proyecto de aula en la institución educativa en la que laboran, tal vez lo más interesante de la descripción es que hay apoyo del nivel directivo de la institución lo que es un factor muy importante para llevar a cabo este tipo de actividades, además el tema STEM se ha ido insertando en el discurso pedagógico del área y ha llegado a la práctica del aula. A nivel académico un documento relevante en este país es el libro de Botero [40] pues entre las varias virtudes que exhibe, está el de hacer un muy juicioso recorrido de las situaciones que dieron como resultado toda una política en Estados Unidos con relación a la educación STEM. Sustenta que de lo que se trata es básicamente de alcanzar diferentes niveles de integración disciplinar, ofrece un conjunto de recomendaciones para desarrollar este tipo de proyectos e iniciativas, además relata varias experiencias desarrolladas en el territorio nacional.

Dulce, Maldonado y Sánchez [41] establecen que existe una relación positiva entre la proporción de profesoras STEM y la escogencia por parte de estudiantes mujeres de este tipo de carreras; la correlación entre la composición de la planta docente y la amplitud de la brecha de género, se ve influenciada por los resultados en matemáticas en las pruebas estandarizadas; la brecha se amplía con puntajes más altos y este puntaje opera de forma diferente en cuanto a lo probabilidad de matrícula STEM a nivel de género.

¹ Este premio busca incentivar en Colombia la gestión educativa entre docentes y rectores, tiene varias categorías y una de ellas es precisamente la que incentiva y reconoce la gestión de los maestros con relación a las iniciativas STEM.

La producción investigativa sudamericana es escasa, varios de los autores reconocen que es un campo incipiente, los estudios de tipo exploratorio experimental y explicativo suelen ser aplicados a poblaciones reducidas y por tanto difícilmente generalizables. Una explicación tentativa a este fenómeno es que el grado de penetración del discurso en torno a la integración de las disciplinas STEM en el ámbito educativo no ha llegado de manera homogénea a las naciones del sur y no tiene por qué hacerlo, finalmente es una propuesta que aunque muy interesante, nace en los países del primer mundo pero este no es hegemónico y por tanto es absolutamente legítimo que tanto los académicos como los encargados de generar políticas públicas desarrollen constructos vernáculos para abordar el tema de la educación en los campos del saber científico-tecnológico. En Países como Argentina, Chile, Ecuador y Colombia se percibe enraizamiento del tema STEM y un interés creciente en los costados que lo componen, evidencia de ello es que es en estos donde se pueden encontrar documentos investigativos o el discurso ha permeado algunos sectores de la academia y/o sectores de la administración pública. Desde la mirada educativa, los temas de pedagogía, didáctica, currículo, etc. son los que reclaman la mayor parte de la atención, sin embargo, es justo mencionar que el interés de varias iniciativas privadas y/o mixtas, han apalancado el posicionamiento del discurso STEM. Se entiende que en la dinámica del mercado estas empresas intentan promover sus productos y si bien algunos de estos pueden potenciar los procesos siempre y cuando sean utilizados como las herramientas que son, la academia no puede perder de vista que lo principal son los enfoques con los que se definan y ejecuten las acciones integrativas entre las disciplinas STEM. La mayoría de las ideas fundamentales no son de cuño propio en ninguno de los países, sin embargo y sin desatender las heterogeneidades regionales son apreciables los esfuerzos por involucrarse en el movimiento STEM y desarrollar ejercicios situados a nivel local y en las instituciones de todo nivel educativo. En América el principal referente ha sido la producción académica norteamericana, sin embargo, también circulan documentos, miradas y posiciones provenientes de Corea del sur, Europa y Canadá.

REFERENCIAS

- [1] Sbarbati, N., *Urgencia de transformar la educación en ciencias en Argentina*, Revista Iberoamericana de Ciencia, tecnología y Sociedad **12**, 161-178 (2017).
- [2] Marquina, M. y Ferreira, M., <http://www.saece.com.ar/docs/congreso5/trab043.pdf>, Consultado el 3 de febrero de 2018.
- [3] Bosh, H., Di Blasi, M., Pelem, M., Bergero, M., Carvajal, L. y Geromini, N., *Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de las ciencias y matemática*, Avances en Ciencia e Ingeniería **2**, 131-140 (2011).

[4] Allard, S. y Allard, E., *Aspectos fundamentales sobre educación STEM (enfoque interdisciplinario de ciencia, tecnología y matemáticas/medicina)*, (Lecciones aprendidas en la Universidad de Tennessee, Estados Unidos, 2013).

[5] García, Y., Reyes, D. y Burgos, F., *Actividades STEM en la formación inicial de profesoras: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del S.XXI*, *Diálogos Educativos* **33**, 1168-1177 (2017).

[6] Ferrad, C., Díaz, D. y Salgado, N., *Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles de ciencias*, *Revista de Pedagogía* **39**, 111-130 (2018).

[7] Bosh, H., Bergero, M., Nasso, C., Pérez, M. y Rampazzi, M., *Innovaciones didácticas para ciencias y matemáticas asistidas por TIC*, *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* **19**, 60-64 (2017).

[8] López-Bassols, V., Guillar, C., Grazi, C. y Salazar, M., *Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe: resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición* (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018)

[9] Iriarte, R., *Educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnologías ingenierías y matemáticas. PPT.*, En VII conversatorio: Diseñando el futuro, la ciencia y tecnología en manos de las niñas, (2019).

[10] Camacho, J. *Identificación y caracterización de las creencias de docentes hombres y mujeres acerca de la relación ciencia - género en la educación científica*. En: *Estudios pedagógicos*, XLIII **3**, 63-81 (2017).

[11] Quagia, N., *Argentina 2050: el futuro de la tecnología y el trabajo*, Proyecto de investigación (2018).

[12] Prieto, A. y Chroback, R., *Estudio de caso: enseñanza mediante el enfoque de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas STEM, para desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creatividad e innovación en los estudiantes*, Conferencia 3er. Congreso Argentino de Ingeniería (2016).

[13] Prieto, A. y Chroback, R., *Estudio de caso: la educación no formal en clubes de ciencias para desarrollar pensamiento crítico, creatividad e innovación en la escuela agrotécnica*, Presentado en: III congreso argentino de ingeniería (2016).

[14] Araya, R., *Stem y modelamiento matemático*, Conferencia en la XIV CIAEM (2015).

[15] Haney, M., Pearson, G. y Schweingruber, H., *STEM integration in K12 education: Status, prospects, and an agenda for research*, (National Academy of Engineering and National Research Council, National Academies, Washington, DC, 2014).

[16] Zamorano, T., García, Y. y Reyes, D., *Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional*, *Revista contextos: estudios de humanidades y ciencias sociales* **41** (2018).

<http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395/1428>, Consultado el 28 de septiembre 2019.

[17] Osandón, L., *Recomendaciones para una Política Nacional de Desarrollo Curricular*, (Ministerio de

Educación de Chile Unidad de Currículum y Evaluación, 2016).

[18] Currículum Nacional, *STEM y Metodología de Proyecto*, https://www.currículumnacional.cl/614/w3-article-89501.html#in_presentacion, Consultado 18 de agosto de 2019.

[19] Corfo y F. Chile, 2017.

http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/documentos/STEM_FCh_digital.pdf, Consultado 20 de septiembre 2019.

[20] UCHILE., Universidad de Chile lleva la experimentación al aula con diplomado STEM para profesores., 19. Marzo. 2019 <http://divulga.cl/?p=762>, Consultado 26 Agosto de 2019.

[21] Ferrada, C., Díaz, D. y Salgado, N. *Análisis bibliométrico sobre educación STEM*. *Revista espacios* **40**, p. 2 (2019).

[22] Departamento académico nacional de ciencias biológicas, *Formación en enseñanza de STEM*, <http://depbiologia.cfe.edu.uy/index.php/docencia/practica-docente/ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematica-stem>, Consultado 9 de septiembre de 2019.

[23] Macedo, B., *Educación científica. Oficina regional para América Latina y el Caribe, Oficina Montevideo. CILAC*, Foro abierto de ciencias latinoamericanas y del Caribe. (2016).

[24] UNESCO, Uruguay es el país piloto de SAGA, Oficina de la Unesco en Montevideo, Oficina regional de ciencia para América Latina y el Caribe, http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/about-this-office/single-view/news/uruguay_is_the_first_saga_pilot_country/, Consultado el 21 de septiembre 2019.

[25] UNESCO, STEM and gender advancement. (SAGA), <https://en.unesco.org/saga>, Consultado el 28 de septiembre de 2019.

[26] MEC, Taller SAGA en Uruguay, Ministerio de la Educación y la Cultura, Dirección para el desarrollo de la ciencia y el conocimiento.

<http://d2c2.gub.uy/mecweb/imprimir.jsp?contentid=258&site=1&channel=mecweb>, consultado, 23 septiembre 2019.

[27] Instituto Apoyo, Seminario STEAM <https://institutoapoyo.org.pe/steam/seminario>, Consultado, 26 noviembre 2018.

[28] Minedu, *Estrategia nacional de las tecnologías digitales en educación básica: de las TIC a la inteligencia digital*, Repositorio MINEDU.

<http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/MINEDU/5937/Estrategia%20nacional%20de%20las%20tecnolog%C3%ADas%20digitales%20en%20la%20educaci%C3%B3n%202016-2021%20de%20las%20TIC%20a%20la%20inteligencia%20digital.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Consultado, 14 noviembre 2018.

[29] Concytec, *Programa especial de popularización de la ciencia, la tecnología y la innovación*,

http://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro_popularizacion_oct.pdf, Consultado, 2 octubre de 2019.

- [30] García, B. *Dimencionamiento y capacidades de la mujer peruana en la STEM*.
https://conicyt.cl/gendersummit12/wp-content/uploads/2017/12/Bertha-Garcia_Poster.pdf, Consultado, 3 Septiembre de 2019.
- [31] G. S. 12, *Ciencia, tecnología e innovación sin límites: nos cambia la vida*, <https://conicyt.cl/gendersummit12/>, Consultado, 19 de agosto 2019.
- [32] Unicef, *Diseñando el futuro: la ciencia y la tecnología en manos de la ciencia: memoria VII conversatorio*, https://www.unicef.org/bolivia/Memoria_VII_conversatorio_ninez360_ciencia_tecnologia_en_manos_ninas_baja.pdf, Consultado, 8 de octubre 2019.
- [33] Sonia, J. *Políticas de TIC con perspectivas de género. PPT. En VII conversatorio: diseñando el futuro, la ciencia y la tecnología en manos de las niñas*, https://www.unicef.org/bolivia/WebFoundation_A4AI_UNICEF_Bolivia_Gender_Responsive_ICT_Policy_Presentation_Sonia_Jorge.pptx, Consultado, 5 de julio 2019.
- [34] Khantuta, M., *Transformando mujeres: de usuarias a productoras de tecnologías. En VII conversatorio: diseñando el futuro, la ciencia y la tecnología en manos de las niñas*, https://www.unicef.org/bolivia/VII_conversatorio_Transformando_a_las_mujeres_de_usuarias_a_productoras_de_tecnologias_Khantuta_Muruchi.pdf, Consultado, 9 de agosto 2019.
- [35] Coello, S., Crespo, T., Hidalgo, J. y Díaz, D., *El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de física*, Latin American Journal of Physics Education. LAJPE **12**, 2306-1 - 2306-8 (2018).
- [36] Coello, S., González, Y., Hidalgo, J., Barzola, J. y Alonso, A., *Desarrollo de habilidades STEM en estudiantes universitarios de física mediante proyectos I+D+i. Caso: estimación de la demanda de la energía eléctrica en zonas rurales y urbano-marginales*, Revista Mexicana de física, **65**, 44-51 (2019).
- [37] Educarecuador, <https://www.educarecuador.gob.ec/index.php/noticias/1503-el-ministerio-de-educacion-forma-parte-de-la-coalicion-stem>, Consultado 7 de septiembre 2019.
- [38] Stem.ec. Coalición Stem Ecuador. <http://www.stem.ec/>, consultado 7 de agosto 2019.
- [39] Ávila, C. y Barragán, A., *Educación STEM, una ruta hacia la innovación*. Revista TICals **1**, pp. 146-162 (2018).
- [40] Botero, J., *Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*, (Librería universitaria, Bogotá Colombia, 2018).
- [41] Dulce, O., Maldonado, D. y Sánchez, F., *¿Influencian mujeres a otras mujeres? El caso de las docentes en áreas STEM de Bogotá*, Documentos de trabajo. Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo, Universidad de los Andes. <https://egob.uniandes.edu.co/images/books/DT/DT-60.pdf>, Consultado, 2 de octubre de 2019.