

xSTEAM in Action

Gilda R. Romero^{1, 2, 3, 4}[0009-0002-3524-5967] and Daniela López De Luise^{1, 2, 3, 4}[0000-0003-3130-873X]

¹ Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI). Universidad Abierta Interamericana – Facultad de Tecnología Informática. Buenos Aires, Argentina

² CI2S Labs. Buenos Aires, Argentina

³ Sociedad Científica Argentina. Buenos Aires, Argentina

⁴ Universidad de la Cuenca del Plata - Facultad de Ingeniería, Tecnología y Arquitectura. Corrientes, Argentina
gilda.romero@gmail.com

Abstract. In an increasingly interconnected world, characterized by complex and multidisciplinary challenges, the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) educational approach serves as a critical framework for developing the competencies needed for the workforce of Industry 4.0. The STEAM paradigm incorporates disruptive methodologies, challenge-based learning, and emerging technologies. These elements work together to enhance critical thinking, creativity, experimentation, and real-world problem-solving. As a step forward on this, xSTEAM (eXtreme STEAM) constitutes an evolution of the traditional STEAM approach, specifically designed to address the unique needs presented by extremely scarce technology availability contexts. This concept is informed by research from the LINCIEVIS project, which focuses on innovative educational strategies in extreme environments. This paper examines the findings from this project to provide a foundation for developing xSTEAM strategies, and it describes the application of that approach by implementing metrics to analyze diverse environments and exploring strategies to overcome specific limitations. Through case studies and pilot experiments, the researchers analyze the variables defined in the original research, considering key factors such as technological adaptability, organizational structure, pedagogical/andragogical methodologies, sociocultural context, and resource availability. These factors are crucial for assessing the effectiveness and adaptability of the xSTEAM approach in diverse environments. Finally, the paper discusses the challenges to xSTEAM's scalability and future opportunities for its implementation in educational and community sectors, summarizing key findings and insights from the research.

Keywords: STEM, STEAM, xSTEAM, industry 4.0, education.

xSTEAM en acción

Resumen. En un mundo global caracterizado por desafíos cada vez más complejos y multidisciplinarios, el paradigma educativo STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) emerge considerando especialmente las competencias requeridas para el trabajador de la industria 4.0. Tal enfoque incorpora metodologías disruptivas, aprendizaje basado en retos y tecnologías emergentes para potenciar principalmente el pensamiento crítico, la creatividad, la experimentación y la resolución de problemas reales. De igual manera, el xSTEAM (STEAM extremo) emerge como una evolución del enfoque STEAM tradicional para atender a particularidades originadas en contextos que se definen por extrema restricción tecnológica, anteriormente desatendidos, y abordados desde las investigaciones del proyecto LINCIEVIS. Este trabajo describe la aplicación del modelo xSTEAM mediante la implementación de métricas que permiten analizar y evaluar diversos entornos y explorar estrategias para la superación de limitaciones identificadas previamente. A través de estudios de caso y experiencias piloto, se analizan las variables definidas en la investigación original, considerando factores clave como la adaptabilidad tecnológica, la estructura organizativa, las metodologías pedagógicas/andragógicas, el contexto sociocultural y la disponibilidad de recursos. Los resultados confirman que xSTEAM no solo permite la integración de experiencias STEAM en condiciones adversas, sino que también promueve modelos innovadores de aprendizaje y resolución de problemas. Finalmente, se discuten los desafíos para su escalabilidad y las oportunidades futuras de implementación en diversos sectores educativos y comunitario.

Palabras clave: STEM, STEAM, xSTEAM, industria 4.0, educación.

1 Introducción

En la actualidad, la fuerza laboral de la Industria 4.0 debe enfrentar un mundo caracterizado por desafíos multidisciplinarios y entornos de trabajo altamente dinámicos, donde las competencias en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM) son consideradas esenciales ya que permiten desarrollar las competencias requeridas para la fuerza de trabajo requerida para dicha industria. “*La Cuarta Revolución Industrial está transformando rápidamente los panoramas sociales y económicos, creando diversas demandas en los ámbitos educativos*”, Gañán Moreno (2024).

En el ámbito educativo esta situación implica un gran reto, más aún cuando se trata de implementar este tipo de experiencias en contextos con limitaciones tecnológicas, estructurales y/o conceptuales, ya que las dificultades que emergen son significativas. Para abordar estas problemáticas, surge el concepto de xSTEAM (STEAM extremo), una evolución del enfoque tradicional que busca adaptar y aplicar metodologías innovadoras en entornos tecnológicamente adversos típicamente desatendidos o subatendidos.

Investigaciones previas en el laboratorio LINCIEVIS (Laboratorio de INvestigaciones CIENTíficas, Video juegos y STEAM, auspiciado técnicamente por la Sociedad Científica Argentina), y del CI2S Labs (Computational Intelligence & Information Systems Labs), en colaboración con el Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI) de la Universidad Abierta Interamericana (UAI), han demostrado la necesidad de diseñar estrategias específicas para la implementación de STEAM en condiciones extremas. En particular, el estudio de Romero, Salina, Dome, López De Luise y Bejarano (2023) introduce por primera vez el concepto de xSTEAM como un paradigma orientado a la generación de experiencias STEAM en contextos con severas restricciones de infraestructura y acceso a la tecnología, entre los principales factores. El término, definido y acuñado por Romero et al. (2023), propone una estrategia **situada e intencionada para desarrollar educación STEAM en condiciones extremas**, a diferencia de las iniciativas de, por ejemplo, Suhirman & Prayogi (2023), Xie et al. (2015) y Rodríguez Arce et al. (2024) quienes abordan **desafíos pedagógicos y estructurales, factores sociales y contextuales y, falta de formación docente y desarrollo profesional** respectivamente. xSTEAM incluye la identificación de variables esenciales y dinámicas fundamentales para la implementación de este enfoque, proponiendo métricas para evaluar su efectividad en términos de adaptabilidad tecnológica, estructura organizativa, metodologías pedagógicas/andragógicas y disponibilidad de recursos.

Este artículo expone la aplicación práctica del modelo xSTEAM en el mundo real, presentando el uso y validación de las métricas previamente definidas. A través de estudios de caso y experiencias piloto, se analiza su impacto en distintos entornos y se exploran estrategias para superar las limitaciones previamente identificadas de cada caso. Los resultados obtenidos permiten evaluar la escalabilidad del modelo y su potencial para transformar la educación en contextos adversos, ofreciendo una base sólida para futuras implementaciones por gracia de las métricas específicamente definidas.

Este trabajo busca consolidar una estrategia efectiva para la enseñanza de STEAM, un modelo que desde 2001 principalmente se presenta como una renovación elocuente de los procesos áulicos y a la vez un potenciador de los paradigmas científicos y tecnológicos (López De Luise & Tabares, 2020) pero en condiciones extremas, siendo un nuevo aporte.

2 Marco teórico

Este marco teórico recupera los principios clave del paradigma STEAM en relación con la revolución digital y productiva de la cuarta revolución industrial, y profundiza en el concepto emergente de **xSTEAM** como modelo orientado a la inclusión y la adaptabilidad en escenarios adversos

2.1 El paradigma STEAM

El concepto de Industria 4.0 o "Cuarta Revolución Industrial" propuesto por Klaus Schwab (2016), se refiere a una fusión de tecnologías que borra las líneas entre lo físico, lo digital y lo biológico. Este concepto fue propuesto en el Foro Económico Mundial realizado en Alemania en 2011, como parte de un proyecto impulsado por el gobierno

alemán, en colaboración con líderes de la industria y la academia, como una política pública en un contexto de innovación industrial cuyo propósito ha sido anticipar y liderar una nueva revolución industrial marcada por la digitalización integral de los procesos productivos y la incorporación de las tecnologías exponenciales (tales como Internet de las Cosas (IoT), automatización inteligente, fabricación aditiva, Realidad Virtual/Realidad Aumentada, etc.). La Industria 4.0 trajo consigo un nuevo modelo de organización y control de la cadena de valor basado en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) donde la informática y sus profesionales son elementos claves, Burghardt et al. (2017). La fuerza laboral de esta nueva industria se caracteriza por la integración de habilidades técnicas, digitales y humanas, necesarias para desempeñarse en entornos de trabajo altamente automatizados, conectados y dinámicos. *“El trabajador 4.0 surge como resultado de un proceso que consiste en transformar aptitudes naturales (intelectuales, creativas y sociales) en competencias y actitudes intra e interpersonales (motivación, emprendimiento, resiliencia, colaboración, generación de redes, trabajo en equipo, liderazgo, búsqueda constante, capacidad para aprender por uno mismo, entre otras)”*, Burghardt et al. (2017).

El enfoque STEAM ha evolucionado en la educación como una estrategia clave para desarrollar competencias esenciales en el siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. Su implementación ha sido ampliamente estudiada en distintos contextos, destacando su capacidad para fomentar el aprendizaje interdisciplinario y mejorar el desempeño de los estudiantes en áreas científicas y tecnológicas (Suhirman & Prayogi, 2023). Su evolución ha estado marcada por la necesidad de preparar a los estudiantes para un mundo donde la innovación y la tecnología son fundamentales en todas las disciplinas (Quigley, Herro & Jamil, 2017). En los últimos años, su aplicación ha crecido exponencialmente, extendiéndose a diversos niveles educativos y sectores productivos (Beers, 2020).

A lo largo de los años, se han identificado múltiples desafíos en la adopción de STEAM, tales como la falta de formación docente especializada, la resistencia a metodologías activas y la carencia de infraestructura tecnológica adecuada. Investigaciones recientes han explorado estrategias para superar estos obstáculos, incluyendo el diseño de actividades basadas en la experimentación, la integración de herramientas digitales y la flexibilización curricular (Salina et al., 2022).

El paradigma educativo STEAM promueve el desarrollo de las habilidades clave que demanda la Industria 4.0, formando pensadores integrales capaces de liderar, innovar y adaptarse en un entorno en permanente transformación tecnológica y social.

2.2 Introducción al concepto de xSTEAM

A pesar del avance del enfoque STEAM, existen contextos donde su implementación se ve significativamente obstaculizada por limitaciones tecnológicas, socioculturales, generacionales y/o económicas. Para abordar esta problemática, surge el concepto de **xSTEAM** (STEAM extremo o *eXtreme STEAM*) que busca adaptar y aplicar los principios del STEAM en condiciones adversas ya que las personas involucradas e interesadas en tal implementación (Stakeholders) encuentran variables que deben gestionar puesto que condicionan e influyen la experiencia.

xSTEAM se concibe como una evolución del modelo tradicional que permite la enseñanza de STEAM en entornos con restricciones o carencias severas de tecnología, ambiente sociocultural deficiente y/o impedimentos económicos. Las variables que se encuentran en tales contextos extremos representan restricciones que dificultan el acceso a las experiencias inmersivas STEAM de manera plena debido a que se circunscriben a los procesos del paradigma de enseñanza y alteran el proceso pedagógico subyacente.

eXtreme STEAM busca desarrollar estrategias innovadoras y metodologías flexibles que puedan implementarse con recursos mínimos sin comprometer la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje.

3 Metodología

El diseño general de la investigación adopta un enfoque mixto con estudios de caso en entornos educativos que presentan entornos de alta vulnerabilidad tecnológica, sociocultural y/u organizacional. Las variables de análisis, derivadas del marco conceptual de xSTEAM, incluyen: la adaptabilidad tecnológica, la estructura organizativa, las metodologías pedagógicas y andragógicas, el contexto sociocultural y la disponibilidad y gestión de recursos.

3.1 Protocolo de diagnóstico xSTEAM

A fin de que una experiencia STEAM sea considerada extrema deben cumplirse ciertas condiciones específicas que delimitan los casos y los encuadran adecuadamente. Los estudios realizados permiten identificar una o más de situaciones condicionantes (Romero *et. al*, 2023). La determinación de un caso xSTEAM ha sido sistematizada con un protocolo de diagnóstico, orientado a identificar contextos de vulnerabilidad tecnológica, baja conectividad, barreras socioculturales y competencias educativas. La fig. 1 muestra el diseño de protocolo para uso online y en campo.

El protocolo de diagnóstico permite evaluar los parámetros investigados en el marco de este proyecto para establecer una métrica y medir de manera objetiva si encuadra la situación y entorno actual con las condiciones xSTEAM. De este modo se podrá determinar y ajustar las propuestas de enseñanza aprendizaje de manera situada y pertinente a los condicionantes para la experiencia. Este protocolo busca ser ágil, accesible y adaptado al entorno, permitiendo obtener información valiosa para reconocer las condiciones adversas que intervienen en la experiencia STEAM.

3.2 Aplicación del protocolo de diagnóstico a casos testigo

Una vez identificada la experiencia como xSTEAM, por aplicación del protocolo definido en la sección anterior, deben considerarse las circunstancias específicas de modo tal que pueda abordarse con las herramientas y/o frameworks adecuados para soportar a estos casos extremos y alternativos a los tradicionales abordajes. El protocolo opera como métrica base para la toma de decisiones educativas (pedagógicas/andragógicas), facilitando la identificación de obstáculos y potencialidades. De este modo, posibilita

la adaptación localizada de las estrategias xSTEAM, asegurando su pertinencia y sostenibilidad.



xSTEAM

Protocolo de diagnóstico



Condiciones del entorno

¿Cuántos estudiantes acceden a dispositivos (propios o compartidos)?

☐ Ninguno
☐ Muy pocos
☐ La mitad
☐ Mayoría con acceso mínimo

¿Con qué frecuencia se accede a Internet?

☐ Nunca
☐ Muy esporádica
☐ Semanal
☐ Regular y planificada

¿Se utilizan materiales no digitales para actividades STEAM?

☐ No se usan
☐ Se improvisan
☐ Se adaptan algunos
☐ Se planifican intencionalmente

Contexto sociocultural

¿Qué percepción tienen las familias/comunidad sobre el uso de tecnología?

☐ Rechazo
☐ Resistencia
☐ Aceptación parcial
☐ Valoración activa

¿Se comprende y valora el enfoque STEAM como integrador?

☐ Desconocimiento total
☐ Confusión
☐ Entendimiento básico
☐ Comprensión profunda y motivación

¿Se involucran referentes locales en las experiencias?

☐ No
☐ Muy poco
☐ De forma esporádica
☐ Integración activa

Contexto educativo

Formación en STEAM

☐ Ninguno
☐ Mínimos conceptos
☐ Algunos con experiencia
☐ Formación sistemática

¿Qué tipo de metodologías aplican usualmente?

☐ Expositivas
☐ Reproductivas
☐ Actividades prácticas ocasionales
☐ Diseño por proyectos, resolución de problemas

¿Los docentes se sienten preparados para planificar una experiencia STEAM?

☐ No
☐ Solo con ayuda
☐ Parcialmente
☐ Con iniciativa propia

Fig. 1. Protocolo para uso online y en campo. Elaboración propia.

En líneas generales el uso del protocolo de diagnóstico xSTEAM resulta clave para ajustar de forma temprana las estrategias en cada entorno. Permitiendo, por ejemplo:

- Evaluar el contexto y sus variables, identificando factores organizativos que impiden la colaboración y generar estrategias para abordarlos.
- Analizar la tecnología a utilizar, visibilizando las condiciones adversas subestimadas en una etapa inicial, permitiendo replantear propuestas y asegurar una mayor apropiación por parte de las comunidades involucradas.

- Crear un plan de acción, modificando las metodologías para adecuarlas a prácticas comunitarias de aprendizaje.
- Consensuar entre partes organizadores, rediseñando las actividades utilizando recursos disponibles localmente.
- Identificar los desafíos y expectativas de cada Stakeholder (STK).

La fig. 2 muestra de forma resumida estos ítems.



Fig. 2. Elementos claves de xSTEAM. Elaboración propia.

3.3 Validación y uso de métricas específicas

En el marco del modelo xSTEAM, las *métricas* son herramientas de evaluación y seguimiento que permiten medir de forma objetiva, situada y sistemática el impacto, la pertinencia y la adaptabilidad de las experiencias educativas desarrolladas en contextos extremos. Las métricas propuestas se derivan de un enfoque centrado en el aprendizaje activo y significativo, con fuerte inspiración en el modelo de aprendizaje experiencial de David Kolb (1984).

“El aprendizaje es el proceso por el cual el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia”, Kolb (1984, p.38). En este sentido, las métricas xSTEAM permiten captar y documentar cómo se transforma la experiencia en conocimiento en escenarios reales, donde los desafíos contextuales (tecnológicos, sociales y pedagógicos/andragógicos) requieren ajustes continuos y aprendizaje reflexivo. Estas métricas están organizadas para evaluar el impacto del modelo en dimensiones clave:

- Dimensión *organizacional*: evalúa la capacidad institucional y comunitaria para sostener propuestas innovadoras, considerando la adaptabilidad a las restricciones tecnológicas, accesibilidad tecnológica y conectividad, etc.
- Dimensión *sociocultural-tecnológica*: mide el grado de transformación de las prácticas de enseñanza aprendizaje considerando la apropiación de recursos, la gestión de soluciones locales, la participación comunitaria, etc.
- Dimensión *educativa*: mide la capacidad institucional para sostener experiencias xSTEAM, liderazgo pedagógico, integración de metodologías activas (como por ejemplo ABR, ABP, Design Thinking, entre otras) y el grado de transformación de las prácticas de enseñanza aprendizaje.

Cada dimensión se operacionaliza mediante indicadores concretos (por ejemplo, % de actividades adaptadas localmente, grado de satisfacción de los participantes, nivel de apropiación metodológica por parte del equipo docente). Las métricas deben ser validadas mediante triangulación de fuentes (observación directa, encuestas, entrevistas, registros de clase) y análisis longitudinal en contextos piloto.

4 Resultados y discusión

La educación STEAM es un campo en consolidación y desarrollo por lo que aún no cuenta con un protocolo de diagnóstico universalmente estandarizado, mucho menos en lo que hace a una experiencia STEAM extrema. En este sentido, el modelo xSTEAM propone una respuesta innovadora y contextualizada, basada en la investigación del proyecto LINCIEVIS, focalizándose en contextos vulnerables donde existen limitaciones o inexistencias que deben ser consideradas.

4.1 Aplicación práctica del modelo xSTEAM

La implementación del modelo permite poner a prueba el *protocolo de diagnóstico* y las métricas diseñadas que forman parte de un *Protocolo de evaluación xSTEAM*, incluido como parte del Modelo xSTEAM sobre el cual se trabaja.

En base al trabajo presentado por Romero et al. (2023), pionero en la identificación de variables fundamentales para la implementación del modelo STEAM en contextos extremos, se categoriza a las variables que caracterizan a las prácticas xSTEAM en *variables endógenas* (intrínsecas a la experiencia) y *variables exógenas* (forman parte del contexto de la experiencia), con el fin de evaluar si corresponde la ejecución de la experiencia diseñada y, en consecuencia, proponer soluciones y alternativas.

4.2 Validación de métricas e impacto: *Protocolo de evaluación xSTEAM*

Siguiendo la investigación original del proyecto LINCIEVIS, se aplicaron métricas específicas del *Protocolo de evaluación xSTEAM*, para evaluar la implementación del modelo xSTEAM. Considerando cinco casos testigos, los hallazgos clave incluyen:

- En ámbitos de escuelas rurales con nula o poca conectividad, el rediseño de actividades logrando mantener el enfoque STEAM con medios analógicos. Tal es el caso de uso: “Trivias Chaco-Jujuy” detallado en Romero et al. (2023).
- En una experiencia educativa en ciclo primaria, el protocolo permitió detectar barreras culturales en la participación de mujeres jóvenes (docentes), lo que llevó a adaptar las propuestas de trabajo en equipo y liderazgos.
- La creación de espacios múltiples, abiertos, creativos y vinculados con el medio genera trayectorias singulares de formación, promoviendo la articulación entre conocimientos disciplinares y prácticas profesionales situadas, algunos ejemplos se detallan en Escalante & Romero (2024) y Fernández et al. (2023).

Los resultados obtenidos a partir de las métricas revelan:

- Mejora sistemática en la pertinencia pedagógica/andragógica de las propuestas debido a un mejor conocimiento sobre el dominio y contexto.

- Incremento en el nivel de innovación educativa percibida por parte de los actores locales (docentes y directivos).
- Aumento significativo en la confianza institucional para sostener propuestas propias inspiradas en el modelo xSTEAM.

El protocolo de evaluación permite:

- Monitorear en tiempo real la implementación de experiencias xSTEAM.
- Valorar su impacto con métricas objetivas (Kolb, 1984; Romero et al., 2023).
- Ajustar propuestas sobre la marcha para mejorar su efectividad y adecuación al entorno.
- Informar decisiones de escalabilidad o réplica en otros contextos.

El protocolo integra el enfoque sistémico de la experiencia educativa en entornos adversos, permitiendo comprender la dinámica de las variables endógenas y exógenas.

4.3 Próximas acciones

La articulación entre los protocolos de diagnóstico y evaluación, elementos claves del Modelo xSTEAM, permite cerrar un **ciclo de mejora continua**, apoyado en evidencia empírica y análisis contextualizado. Se propone continuar el desarrollo del modelo con:

- Ampliación geográfica de estudios de caso.
- Aplicación de métricas para comparar las experiencias piloto y generar ajustes iterativos, para facilitar el aprendizaje organizacional y la escalabilidad progresiva del enfoque.
- Integración de las métricas a sistemas inteligentes.

5 Conclusiones

El trabajo se focaliza en la variante xSTEAM que se caracteriza por una fuerte innovación en las estrategias educativas y en las prácticas grupales, exigiendo romper con varios paradigmas tradicionales de enseñanza y reducir las barreras de acceso. Dado que la educación STEAM aún se encuentra en una fase de consolidación y expansión, no dispone de un protocolo de diagnóstico universalmente estandarizado, y mucho menos en lo que respecta a experiencias en contextos extremos. En este sentido, el modelo **xSTEAM** constituye una respuesta innovadora y contextualizada, desarrollada en el marco del proyecto de investigación **LINCIEVIS**, con especial atención en contextos caracterizados por carencias tecnológicas, educativas y una alta diversidad sociocultural. Este enfoque representa una evolución sustantiva del modelo STEAM tradicional, al posibilitar no solo la superación de barreras estructurales, sino también la promoción de una propuesta educativa más equitativa, creativa e inclusiva.

El trabajo presenta los primeros resultados del modelo en casos extremos a través de la utilización del modelo xSTEAM a través de su protocolo de evaluación. El protocolo diseñado permite evaluar los parámetros definidos para establecer una métrica objetiva que permita analizar en qué medida el contexto y la situación actual se alinean con los criterios del enfoque xSTEAM. Esta herramienta posibilita la adecuación y ajuste de las propuestas de enseñanza y aprendizaje de manera contextualizada y pertinente, considerando las particularidades del entorno. Asimismo, se busca que el protocolo sea

ágil, accesible y contextualizado, facilitando la recolección de información clave para identificar las condiciones adversas que inciden en las experiencias educativas STEAM.

Como acciones futuras, se trabaja en el desarrollo de una plataforma digital de bajo consumo y alta adaptabilidad para la implementación de experiencias xSTEAM, así como la expansión del modelo a sectores no formales de educación y programas de formación técnica comunitaria.

Referencias

- Beers, S. Z. (2020). 21st century skills: Preparing students for their future. Solution Tree Press.
- Burghardt, M., Lapertosa, S., Burgos, J. A., Vallejos, O. A., & Romero, G. R. (2017). La evolución de las cátedras para influir en los knowmads y formar al trabajador de la Industria 4.0. Libro de Actas de CONAIIISI. ISSN: 2347-0372. Santa Fé, Argentina.
- Escalante, J. & Romero, G. (2024). Potenciando experiencias y saberes: lecciones del trabajo interdisciplinario en el desarrollo de herramientas terapéuticas innovadoras. *Conexiones*, 1(10), 59-67. <https://ojs.ucp.edu.ar/index.php/conexiones/article/view/1033>
- Fernández, J., Escalante, J. E., González Valencia, L., Confalonieri, L., Portillo, A., Lapertosa, S. F., & Romero, G. R. (2023). Correcaminos en acción - El Desafío TecniCar como espacio de enseñanza y aprendizaje. Libro de actas de Congreso en Innovación y Creatividad Educativa en Enseñanza Tecnológica CICE 2023.
- Gañán Moreno, A. (2024). La educación en la cuarta revolución industrial: adaptación curricular y competencias para el siglo XXI. *Revista Digital Educación y Territorios*, 4(1), 1–16. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rdet/article/view/357040>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- López De Luise D. & Ruiz Tabarez E. A. (2020). Factores relevantes en la educación STEAM: Desarrollo de Métricas y Modelos Automatizados.
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model for STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- Rodríguez Arce, K. L., Chilibingua Masaquiza, R. R., Luján Pozo, D. I. & Pucha Gualoto, O. I. (2024). *Desarrollo de habilidades del siglo XXI a través de la educación STEM*. *Revista Imaginario Social*, 7(2).
- Romero, G. R., Salina, C., Domen, M., López De Luise, D. & Bejarano, M. (2023). Generación de STEAM en condiciones extremas con xSTEAM. XXIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC).
- Salina, C., López De Luise D., Leiva S., Ramirez S., & Romero G. R. (2022). A Life-cycle to Improve STEAM Virtual Museum Activities Exposition. 10th International Workshop on Soft Computing Applications 21-23 NOV-2022 Arad, Romania
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Suhrman, S., & Prayogi, S. (2023). Overcoming challenges in STEM education: A literature review that leads to effective pedagogy in STEM learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 432-443.
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). *STEM education*. *Annual review of sociology*, 41(1), 331-357.