

Fortalecimiento del Aprendizaje STEM: Una experiencia desde la perspectiva de un joven investigador

Strengthening STEM Learning: An Experience from a Young Researcher's Perspective

Juan Diego Chacón Urrego
jdchacon@poligran.edu.co

Hernando Evelio Leyton Vásquez
hevasquezl@poligran.edu.co

Diana Shirley Velásquez Rojas
dvelasquez@poligran.edu.co

Jhon Alexander Peñafiel Castro
japenafiel@poligran.edu.co

Politécnico Grancolombiano
Escuela de Ciencias Básicas
Colombia

Resumen

En los últimos años Colombia ha intensificado sus esfuerzos para mejorar la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como para promover la equidad y la calidad en estas áreas y disciplinas. Como parte de este compromiso, el Politécnico Grancolombiano ha incorporado en sus procesos formativos estrategias educativas bajo el enfoque STEM para fortalecer la formación científica y tecnológica de sus estudiantes, articulando los saberes en el marco de la interdisciplinariedad y promoviendo el desarrollo de competencias. Una de las estrategias empleadas consistió en vincular a un joven investigador en la experiencia formativa de los cursos de física para luego documentarlas y divulgarlas, con el fin de motivar el involucramiento de las futuras generaciones en el campo STEM. Este es el objeto del presente documento; a través de él, un joven investigador narrará su aprendizaje y los investigadores presentarán los resultados iniciales obtenidos al implementar la estrategia.

Palabras clave

STEM, experiencia, física, joven investigador.

Cite este documento como:

Chacón Urrego, J. D., Leyton Vásquez, H. E., Velásquez Rojas, D. S., & Peñafiel Castro, J. A. (2023). Fortalecimiento del Aprendizaje STEM: Una experiencia desde la perspectiva de un joven investigador [Strengthening STEM Learning: An Experience from a Young Researcher's Perspective]. Working paper presentado en el Politécnico Grancolombiano, Escuela de Ciencias Básicas, Colombia. Disponible en: (ubicar dirección de enlace del repositorio de Alejandría)

Introducción

El área de estudio en sostenibilidad y energías renovables que hace parte de la Escuela de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria del Politécnico Grancolombiano, en la sede de Bogotá, ha formulado un proyecto de investigación a través del cual busca responder la pregunta ¿qué propuesta metodológica se puede generar para diseñar cursos en el área de la física, en el marco del enfoque STEM, orientados a desarrollar competencias de pensamiento científico, analítico, sistémico, computacional y crítico en los estudiantes de primeros semestres a nivel de Educación Superior?, y en el proceso ha incorporado un joven investigador que además de hacer parte de uno de los cursos en los cuáles se está llevando a cabo la experiencia, se involucró en el hacer propio de la investigación.

La primera estrategia empleada por parte de los investigadores, para motivar al joven en su iniciación científica se enmarcó en los siguientes aspectos y tuvo una duración de cuatro meses de trabajo:

1. La realización de tres acciones base para la iniciación científica: la observación, la descripción y el análisis, que de acuerdo con un estudio realizado sobre la investigación formativa y su contribución en el desarrollo de habilidades investigativas (Álvarez Coronel, Miranda Lojano, Montjoy Saraguro, & Álvarez Ochoa, 2022) son parte de las habilidades básicas que deben desarrollar los estudiantes en formación investigativa y “constituyen un pilar fundamental dentro del proceso formativo y la formación pedagógica de los futuros profesionales” (Barbachán Ruales, Pareja Pérez, Rojas Salazar, & Castro Llaja, 2020).
2. El fomento de una participación que no estuviera direccionada por los modelos tradicionales (Sánchez Castillo, Clavijo Gallego, & Gómez Cano, 2022) de instrucción hacia la metodología de la investigación, con el fin de permitir al estudiante plantear su propia estructura de trabajo. En el ejercicio se indicaron los tópicos por abordar y los tiempos para trabajarlos, pero no se direccionó sobre cómo hacerlo. Con ello se buscaba dar paso a la creatividad, a la proposición, a la escucha y a la definición de un proceso declarado por el estudiante, que le permitiera abordar el tema de estudio bajo un esquema de pensamiento crítico, que partiera de sus percepciones e intereses, pero que lo condujera a interpretar y argumentar lo observado y analizado.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de dicha participación era que el joven investigador colaborara en el proyecto documentando sus percepciones desde dos puntos de participación: 1) como parte del proceso vivido con los estudiantes y 2) como apoyo al estudio que se estaba llevando a cabo; a continuación, se expone el contenido generado por este.

Explorando la Feria de Proyectos de Investigación Formativa: Relevancia de la Exposición en Energías Renovables

En el cierre del primer semestre de 2023 se llevó a cabo la Feria de Proyectos de Investigación Formativa (PIF) de la asignatura de Física, en la cual participaron estudiantes los cursos de física I, II y III presentando un total de 18 proyectos enfocados en energías renovables. El evento se caracterizó por exponer tres tipos de proyectos, que abarcaron desde prototipos físicos funcionales hasta pósters informativos y combinaciones de ambos. Los proyectos se centraron en energías renovables, destacando especialmente aquellos relacionados con la energía eólica y la energía fotovoltaica. Los posters informativos ofrecieron una comprensión más amplia de los principios y beneficios de estas fuentes de energía.

Inspirado por mi participación en un proyecto de investigación y mi involucramiento en un semillero académico, los profesores investigadores me alentaron a asistir a la feria y me encargaron de una tarea crucial que consistía en documentar y cubrir todos los proyectos presentados. Mi responsabilidad incluía capturar evidencia fotográfica de cada proyecto y prototipo, y explorar en detalle cada estación para comprender plenamente los

fundamentos, metodologías y resultados. Mi objetivo no solo era documentar visualmente los proyectos, sino también comprender profundamente su esencia.

Siguiendo estas indicaciones definí una estrategia para lograr alcanzarlas, la cual consistió en formular preguntas a los integrantes de los grupos que presentaban proyectos, mientras visitaba y capturaba con fotografías cada proyecto, así los expositores no sentirían la presión que podría generar el proceso de indagación que estaba haciendo, esto permitió que ellos me vieran como un compañero más que solo los estaba fotografiando. Las preguntas que formulé para adentrarme en los conocimientos de los estudiantes estuvieron centradas en los fundamentos, las metodologías y los resultados.

Un aspecto que resalto de la experiencia es que fue fascinante observar las demostraciones realizadas por cada grupo. Estos no solo presentaron la teoría detrás de sus proyectos, sino que también exhibieron maquetas y llevaron a cabo demostraciones prácticas que ilustraron cómo sus proyectos podrían aplicarse en situaciones cotidianas. Las demostraciones enriquecieron la experiencia de los visitantes y brindaron una comprensión más tangible y vívida de los proyectos presentados.

Resultados y Logros: Explorando el Impacto de la Feria de Proyectos de Investigación Formativa en Energías Renovables

La Feria de Proyectos de Investigación Formativa (PIF) celebrada por la Escuela de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria del Politécnico Grancolombiano marcó un hito en la promoción y comprensión de las energías renovables. A través de la capturar de la esencia de cada proyecto, se lograron resultados y avances significativos. La disposición estratégica de las estaciones, las demostraciones prácticas cautivadoras y la comprensión profunda de los fundamentos marcaron el éxito de la feria. A continuación, se destacan los logros alcanzados y el valor añadido a la experiencia de los visitantes, al tiempo que presenta el impacto obtenido en la promoción de fuentes de energía sostenible y en la educación en STEM.

1. **Exposición Impactante:** La disposición estratégica de las estaciones permitió una visibilidad óptima de los proyectos y posters, lo que atrajo el interés de los visitantes y aumentó su exposición. Esto resultó en una mayor conciencia y atención hacia los proyectos presentados.
2. **Comprensión Práctica:** Las demostraciones realizadas por los grupos generaron en los visitantes una comprensión más simple y aplicable de los proyectos. Al mostrar sus aplicaciones en situaciones cotidianas a través de las maquetas y los posters, se transmitió efectivamente la utilidad y relevancia de cada propuesta de manera práctica y visual.
3. **Interacción Enriquecedora:** Las demostraciones prácticas facilitaron la interacción de los visitantes con los proyectos. Esta interacción generó un mayor interés por parte de los asistentes, enriqueciendo la experiencia de la feria.
4. **Aporte de Valor:** Los resultados de la feria reflejaron que los proyectos presentados no solo se basaron en el aspecto teórico, sino que también ofrecieron soluciones prácticas y visuales. Esto añadió un valor significativo a la experiencia de los visitantes, al demostrar cómo los proyectos podrían tener un impacto real en la vida diaria y abordar desafíos concretos.

Fomentando la Conciencia y Apropiación de las Energías Renovables: Lecciones de la Feria de Proyectos Formativos

La feria, enfocada en la generación de energía fotovoltaica y eólica, tuvo un impacto notable en este contexto específico. A través del registro fotográfico y documental las personas tendrán la oportunidad de acercarse e

interesarse por temas como la generación de energía eólica y fotovoltaica abordando, sin darse cuenta, saberes profundos de tipo teórico y práctico y actitudinal. En el evento, por ejemplo, se pudo evidenciar que:

- Las demostraciones prácticas realizadas por los grupos permitieron una comprensión más concreta de cómo funcionan y cómo se aplican estas tecnologías en la vida diaria.
- Los proyectos aumentaron la conciencia de los asistentes sobre la importancia de las fuentes de energía renovable, varios mencionaron en sus apreciaciones que reconocían la gran responsabilidad que tiene la sociedad para contribuir al manejo y sostenibilidad de la energía. Esta experiencia fue una clara evidencia de cómo se contribuyó con la apropiación social del conocimiento que emergió de la academia para la sociedad.
- La interacción directa generó una conexión emocional con el público, por mostrar de manera tangible el potencial de estas energías para abordar desafíos energéticos y ambientales.

En resumen, los proyectos presentados en la feria tuvieron un impacto significativo al promover el uso de fuentes de energía renovable y fomentar un cambio positivo hacia un futuro más sostenible. La exposición estratégica, las demostraciones prácticas y la comprensión generada dejaron valiosas lecciones sobre la efectividad de la divulgación en energías renovables.

Explorando las Dimensiones de las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en el Contexto de las Energías Renovables

En el apoyo que realicé al proyecto de investigación del grupo de profesores tuve la oportunidad de sumergirme en el enfoque STEM, el cual ha capturado mi atención y curiosidad como un modelo educativo transformador que busca integrar y ampliar el alcance de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, brindando a los estudiantes una experiencia educativa interdisciplinaria y altamente aplicada. En esta exploración, a través de esta sección conectaré los puntos entre este enfoque educativo y el apasionante campo de las energías renovables, desde mi perspectiva y análisis.

Método Educativo STEM: Un Enfoque Integral

Mi análisis me lleva a identificar que el enfoque educativo STEM se compone de tres elementos fundamentales: Enseñanza, Aprendizaje y una marcada orientación hacia la Ingeniería. Estos tres pilares actúan en conjunto para dirigir las áreas de conocimiento que normalmente están fragmentadas hacia un modelo educativo centralizado que fomenta la adquisición de conocimiento teórico y su posterior aplicación en situaciones prácticas. El énfasis en la resolución de problemas, a través del diseño, el pensamiento crítico y la construcción de sistemas, es esencial en este método educativo, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real.

Elementos Clave: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas

Desde una perspectiva académica rigurosa, describo los elementos esenciales de las disciplinas STEM y cómo se relacionan con las energías renovables. Las Ciencias, para mí, constituyen la base para comprender los intrincados secretos de la naturaleza y el universo. Su enfoque en proyectos prácticos y actividades investigativas busca cultivar habilidades críticas y creativas en los estudiantes. La Tecnología, en cambio, se manifiesta como la herramienta práctica que nos permite abordar desafíos tecnológicos, siempre buscando la aplicación y la constante investigación. La Ingeniería emerge como un espacio de convergencia, donde se fusionan principios científicos y matemáticos para diseñar y mejorar sistemas del mundo real. Finalmente, las Matemáticas se revelan como la llave maestra que nos permite modelar, analizar y resolver problemas, con un rol esencial en la optimización de sistemas energéticos.

Explorando las Tecnologías Energéticas y sus Tipologías

Mi investigación me lleva a destacar las tipologías de tecnología, específicamente en el contexto de las energías renovables. Identifico cuatro categorías principales: Tecnología de la información y la comunicación (TIC), Tecnología médica, Tecnología de la energía y Tecnología del transporte. Para esta experiencia resalto cómo tres las tecnologías de TIC y de energías se entrelazan con fuentes de energía renovable, como la captura y conversión de la energía solar, eólica, hidráulica y geotérmica.

Roles Esenciales en Energías Renovables: Científicos, Tecnólogos, Ingenieros y Matemáticos

Mi análisis se enfoca en los roles cruciales que desempeñamos como profesionales STEM en el campo de las energías renovables. Como científicos, somos los arquitectos del entendimiento, investigando y desarrollando principios científicos y tecnologías que impulsan la producción de energías renovables. Los tecnólogos, por su parte, llevamos la innovación a la práctica, implementando y manteniendo sistemas de energía renovable para garantizar su eficiencia. Los ingenieros diseñamos soluciones energéticas sostenibles y gestionamos proyectos, asegurando que cumplan con las normativas y estándares necesarios. Los matemáticos, a su vez, aplicamos nuestras habilidades en modelado, análisis y optimización de sistemas energéticos, facilitando la integración fluida de fuentes de energía renovable en las redes eléctricas.

Conclusión Principal en la Exploración de las Dimensiones de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas

A través de mi ejercicio de reconocimiento en el proyecto he trazado conexiones entre las disciplinas STEM y las energías renovables desde mi propia perspectiva como joven investigador. El enfoque STEM ofrece un camino poderoso para abordar los desafíos del mundo real en la búsqueda de una energía más limpia y sostenible. Mi esperanza es que esta exploración inspire a otros a unirse a la búsqueda de soluciones innovadoras que promuevan un futuro más brillante y eco-amigable para todos.

Método

Este proyecto se enmarca en una investigación de tipo cualitativo por describir y caracterizar la experiencia vivida por un joven investigador, al vincularlo en una estrategia formativa en los cursos de física con un enfoque STEM. A través de ella se ponen en evidencia las competencias desarrolladas por el joven investigador y se identifican algunas de las razones por las cuales un estudiante podría motivarse a participar en el campo STEM. El diseño fue de tipo fenomenológico al pretender entender lo vivido por el joven investigador y caracterizar la información que este generó a lo largo del proceso. La muestra se tomó por conveniencia, con el joven investigador que participaba en el proyecto. Se utilizaron como técnicas para la recolección de datos, el análisis de información y la síntesis del conocimiento:

Por parte del joven investigador

- La revisión de fuentes: con la comparación que hizo el joven investigador entre la descripción proporcionada por el modelo de lenguaje GPT (ChatGPT) y los documentos que consultó en la biblioteca.
- El análisis de conceptos clave: con el análisis descriptivo que hizo el joven investigador de conceptos clave como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como su relación con las energías renovables.
- La comparación y el contraste: con la evaluación que hace el joven investigador sobre lo que encontró en las diferentes fuentes de información que consultó, lo que sugiere un enfoque reflexivo y analítico del proceso.
- La Clasificación y generación de categorías: con la categorización que el joven investigador hizo para exponer sus ideas y mostrar el análisis que elaboró.

Por parte de los docentes investigadores

- La identificación de palabras claves y frases recurrentes: con la realización de un análisis exhaustivo de las palabras claves, las frases y los conceptos recurrentes que aparecían en el contenido generado por el estudiante.
- La categorización de conceptos: con la agrupación y organización de los conceptos identificados en el contenido generado por el estudiante.
- El análisis de frecuencia: con la cuenta y el registro de la frecuencia de palabras y frases claves, como “STEM”, “investigación”, “habilidades”, por mencionar algunos términos.
- La identificación de patrones de ideas: con la búsqueda de patrones repetitivos y tendencias de ideas expresadas por el estudiante.
- Síntesis de temas clave: con la categorización y el análisis de conceptos se sintetizaron los temas claves que emergieron de la información dada por el estudiante.

El análisis de datos tuvo un enfoque inductivo y reflexivo, a través de él se caracterizó la información emergente de modo que sirviera como punto de partida para formulación de hipótesis que pudieran ser probadas en experiencias futuras y de tipo réplica al implementar la estrategia con otros jóvenes investigadores. La descripción presenta los hallazgos significativos, y evita las interpretaciones teóricas o de generalizaciones que puedan ir más allá de los datos recopilados. Finalmente se presentan algunas recomendaciones para aplicar nuevamente la estrategia.

Resultados

Si bien, a lo largo del documento se han expuesto algunos resultados declarados por el joven investigador, en este apartado se expondrá el análisis realizado por los docentes investigadores de la implementación de la estrategia a partir de la información dada por el estudiante.

Identificación de palabras claves y frases recurrentes

Palabras repetidas: STEM, investigación, información, habilidades, campo, problemas, aprendizaje, desarrollo, oportunidades, competencias, experiencia, conocimiento, resolución, tecnología, analítico, crítico, filtrar, tecnologías, relación, desafíos, ciencia, herramientas.

Frases recurrentes: "Me ayudó a", "aprendí a", "pude comprender", "con los resultados obtenidos", "me brinda la oportunidad", "me ha preparado", "contribuye al", "me visualizo", "no imaginaba", "me ha ayudado", "desafío de", "puedo esperar", "me siento intrigado", "me generan".

Ideas recurrentes: Desarrollo de habilidades, resolución de problemas, investigación, aplicación de conocimientos, conexión entre las áreas de STEM, importancia del pensamiento crítico y analítico, aprovechamiento de las tecnologías, crecimiento personal y profesional, contribución a la sociedad, aprendizaje continuo, trabajo en equipo, oportunidades de empleo, superación de obstáculos, impacto en el futuro de la sociedad.

Categorización de conceptos según la frecuencia

A partir de las palabras claves identificadas y la frecuencia de ocurrencia de palabras a continuación se lista el número de veces halladas:

STEM: 18 veces.
Investigación: 7 veces.

Información: 7 veces.
Habilidades: 7 veces.

Campo: 6 veces.
Problemas: 6 veces.

Aprendizaje: 5 veces.
Desarrollo: 5 veces.
Oportunidades: 5 veces.
Competencias: 4 veces.
Experiencia: 4 veces.
Conocimiento: 4 veces.

Resolución: 4 veces.
Tecnología: 4 veces.
Analítico: 3 veces.
Crítico: 3 veces.
Filtrar: 3 veces.
Tecnologías: 3 veces.

Relación: 3 veces.
Desafíos: 3 veces.
Ciencia: 3 veces.
Herramientas: 3 veces.

Análisis de frecuencia e identificación de patrones de ideas

Con la categorización de las frecuencias y su relación con las palabras e ideas repetidas se lograron caracterizar cuatro conceptos claves en las descripciones del estudiante:

- Desarrollo de habilidades
- Investigación
- Resolución de problemas
- Conocimientos

Síntesis de temas clave

A partir de lo expresado por el estudiante, en torno a los cuatro conceptos identificados el significado que este da a ellos es el siguiente:

- Desarrollo de habilidades: es un aspecto que identifica como una fortaleza alcanzada a partir de la experiencia.
- Investigación: es un elemento que identifica como un dispositivo a través del cual desarrolla el pensamiento crítico y analítico.
- Resolución de problemas: es una capacidad que fortalece y utiliza frecuentemente en el proceso de investigación.
- Conocimientos: se amplían y transforman gracias a la experiencia.

Discusión y Conclusión

1) Las estrategias con enfoque STEM:

- Puede ser una poderosa herramienta para promover la interdisciplinariedad y preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real. A través de él se promueve la colaboración entre disciplinas y la aplicación de conocimientos en situaciones prácticas, preparando a los estudiantes para abordar problemas complejos en la sociedad.
- Favorecen participación de los estudiantes en proyectos de investigación y en ferias educativas puede aumentar su motivación y comprensión en áreas científicas y tecnológicas, y la incorporación de demostraciones prácticas favorecen la comprensión aplicada y profunda de conceptos, lo cual genera un mayor interés por parte de los estudiantes respecto a su aprendizaje.
- Contribuyen a la divulgación del conocimiento asociado a las STEM puede aumentar la conciencia pública y fomentar la adopción de saberes que contribuyen a la consciencia y responsabilidad social.

En conjunto, la educación STEM y la participación de los estudiantes pueden tener un impacto significativo en la promoción de la educación científica y tecnológica, así como en la búsqueda de soluciones sostenibles para los desafíos actuales y futuros.

2) La participación de jóvenes investigadores en experiencias STEM

- Brinda la oportunidad de que los estudiantes se empoderen de su propio aprendizaje y desarrollo. Estas experiencias les permiten desarrollar habilidades prácticas y analíticas que son fundamentales para enfrentar problemas del mundo real.
- Aporta nuevas perspectivas y enfoques a la investigación. Sus ideas frescas y su entusiasmo pueden conducir a descubrimientos y avances significativos en diversos campos científicos y tecnológicos.
- Promueve la colaboración entre jóvenes investigadores y profesionales más experimentados. Esta interacción les permite aprender de sus mentores y construir relaciones valiosas en la comunidad científica y tecnológica.
- Favorece la adquisición de habilidades de comunicación científica. Pueden aprender a presentar sus resultados de manera clara y accesible, lo que es esencial para compartir conocimientos con la comunidad y el público en general.

De manera general, la participación de jóvenes investigadores en experiencias STEM no solo enriquece su desarrollo personal y profesional, sino que también tiene un impacto positivo en la educación, la investigación y la sociedad. Estas experiencias contribuyen a la formación de una nueva generación de científicos, ingenieros y líderes comprometidos con la búsqueda de soluciones creativas y sostenibles para los desafíos actuales y futuros.

Como temas de discusión la experiencia abre posibilidades de estudio respecto a:

- El Enfoque STEM en la Educación Colombiana: hay que intensificar los esfuerzos para mejorar la educación en STEM y queda como pregunta para responder, a partir del estudio, ¿qué impacto tiene esta iniciativa en la formación de los estudiantes y en la sociedad en general?, para ello, habrá que replicar en varias oportunidades la estrategia para caracterizar tendencias o patrones de resultados y comportamientos.
- Integración Interdisciplinaria en la Educación: hay que resaltar la importancia de la interdisciplinariedad en la educación STEM y para ello, sería valioso abordar como tema de estudio la pregunta, ¿cómo la integración de conocimientos de diferentes disciplinas enriquece la formación de los estudiantes y los prepara para enfrentar desafíos complejos?

Referencias bibliográficas

Agar, J. (2019). What is technology? *Annals of Science*, 77: 3, 377-382, DOI:10.1080/00033790.1672788.
<https://doi.org/10.1080/00033790.2019.1672788>

Álvarez-Coronel, K. D., Miranda-Lojano, J. Y., Montjoy-Saraguro, M. A., & Álvarez-Ochoa, R. (2022). La investigación formativa y su contribución en el desarrollo de habilidades investigativas: Revisión sistémica: Artículo de Revisión. *Ciencia Ecuador*, 4(4), 1-14.

- Brian, A. (2009). *The nature of Technology. What It is and How It Evolves*. New York: Free Press.
- Castillo, V. S., Gallego, T. A. C., & Cano, C. A. G. (2023). Limitantes en la participación estudiantil en los semilleros de investigación de Educación Superior en Colombia. *Universidad y Sociedad*, 15(4), 332-342.
- Cerón Álvarez, D., Mesa Laverde, Y., y Rojas Morales, C. (2012). La naturaleza del conocimiento matemático y su impacto en las concepciones del profesor. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 2(2), 49-59. Recuperado de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/1316
- Cruz, G. S., & de Arenas, J. L. Un Lazo Imprescindible: Alfabetización Informacional-Investigación. *COMPETENCIA EM INFORMAÇÃO E POLITICAS PARA A EDUCAÇÃO SUPERIOR*, 101.
- Daza-Orozco, C. E., & Norman-Acevedo, E. (2019). *Iniciación científica: conceptualización, metodologías y buenas prácticas*. Editorial Politécnico Gran Colombiano.
- Ecured. (s.f.). Tecnología. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa>
- Echeverri Perico, J. H. (2000). La formación de investigadores jóvenes. *Fundamentos En Humanidades*, 1, 90-92.
- Fonseca-Mora, M. C., & Aguaded, I. (2014). Las Revistas Científicas Como Plataformas Para Publicar La Investigación De Excelencia en Educación: Estrategias Para Atracción De Investigadores. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 20(2), 1-11. <https://doi.org/10.7203/relieve.20.2.4274>
- Gobierno de Canarias. (2015, 23 septiembre). ¿Cómo se hace ciencia? Recuperado de <https://www.cienciacanaria.es/secciones/a-fondo/563-como-se-hace-ciencia>
- Gómez, G. (2000). Reflexiones en torno a la formación de investigadores jóvenes aplicado al nivel de pregrado. *MedUNAB*, 3(7), 55-62.
- Intef. (2019, 10 octubre). Proyectos STEM en Europa. <https://intef.es/Noticias/proyectos-stem-en-europa/>
- Jiménez, A. (2010). La naturaleza de la matemática, sus concepciones y su influencia en el salón de clase. *Educación y Ciencia*, 13, 135-150.
- León, R. J., & Medina, D. E. M. (2021). Investigación mexicana en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. *Reencuentro. Análisis de problemas universitarios*, 33(81), 109-130.
- Lobo Pino, S. E., & Sánchez Ramos, E. A. (2022). *Mediación didáctica-pedagógica de la metodología STEM; una propuesta para el desarrollo de habilidades sociales (Doctoral dissertation, Corporación Universidad de la Costa)*.
- Lorente, L. M. (2023). *Investigación y diseño del currículo por competencias: el enfoque STEM: Aprendizaje por competencias*. Ediciones Octaedro.
- Louzao, J. (2012). «II Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Asociación de Historia Contemporánea». *Anuario de Historia de La Iglesia*, 21, 486-488.

- Mizala Salces, A. (2018). Género, cultura y desempeño en matemáticas. *Anales de la Universidad de Chile*, 14, 125. <https://doi.org/10.5354/0717-8883.2018.51143>
- Navarro-Becerra, A. (2021). Estrategias De Sostenimiento Científicolaboral en Jóvenes Investigadores De Las Cátedras Del Conacyt. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 26(90), 743–764.
- Piste Beltran, S. (2018). Importancia de la triangulación como una estrategia para la investigación de las competencias en información en educación superior. *Producto de investigación ICSA*.
- Ramírez-Montoya, M. S., & Ramírez-Ramírez, L. N. (2018). El papel de las estrategias innovadoras en educación superior: retos en las sociedades del conocimiento. *Revista de pedagogía*, 39(104).
- Rubio, E. J. y Esparza, R. (2016). ¿Qué es tecnología? Una aproximación desde la Filosofía: Disertación en dos movimientos. *Revista humanidades*, 6(1), 1-43, DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/h.v6i1.25113>
- Ruiz, D. J. E., Calero, G. S., & Gonzalez, N. C. (2020). Análisis prospectivo estratégico de la educación superior en Colombia. *Cultura educación y sociedad*, 11(1), 177-196.
- Serrano, N. G. G. (2014). Producción De Conocimiento Y Formación De Investigadores. *Sinéctica*, 43, 1–16.
- Spinzi Blanco, C., Sosa Marín, D., González Kunert, L., & Aquino Sánchez, B. (2015). A Investigar Se Aprende Investigando. *Programa De Jóvenes Investigadores. Sinéctica*, 44, 1–11.
- Vallejo López, A. B. (2020). El papel del docente universitario en la formación de estudiantes investigadores desde la etapa inicial. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 34(2), 1–20
- Vivas, G. P. M., Chacón, J. W. B., & Peña, H. C. (2015). Desarrollo de competencias informacionales en contextos universitarios: enfoques, modelos y estrategias de intervención. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 29(65), 39-72.
- Yaba, J. (2020). Educación Stem para el sistema educativo de Angola (Doctoral dissertation, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez).