

La metodología STEAM: una experiencia interdisciplinar para fomentar la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje

The STEAM methodology: an interdisciplinary experience to foster students' attitude towards learning

Adrián Enrique Rodríguez-de la Barrera¹  
Carlos Farid Genes-Quintero² 

¹ Escuela Normal Superior Santa Teresita, Loricá, Colombia. adrian.norssate@gmail.com

² Escuela Normal Superior Santa Teresita, Loricá, Colombia. carfi1063162.go@gmail.com

Recibido: 26 de diciembre de 2023

Aceptado: 19 de febrero de 2024

Publicado en línea: 12 de agosto de 2024

Editor: Matilde Bolaño García 

Para citar este artículo: Rodríguez de la Barrera, A. y Genes Quintero, C. (2024). La metodología STEAM: una experiencia interdisciplinar para fomentar la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje. *Praxis*, 20 (2), xx-xx.



RESUMEN

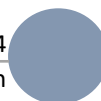
El propósito de esta experiencia fue analizar el impacto de la metodología STEM, bajo la implementación de un proyecto de robótica, en la actitud hacia los aprendizajes en los alumnos de undécimo en la Escuela Normal Superior Santa Teresita. Se propone usar como estrategia central mediaciones pedagógicas que susciten la unificación de las distintas áreas como matemáticas, ciencias y tecnología, en este caso. La metodología adoptada siguió el paradigma experimental analítico, y también se utilizó el modelo cuasiexperimental. Se tomaron como población los grados undécimos del año 2023, con 72 estudiantes en total. Se aplicó un análisis de ANOVA de mediciones repetidas con el propósito de calcular las variaciones a nivel de intragrupos e intergrupos a través del software SPSS versión 29 libre. Los resultados arrojaron que, con el enfoque STEAM, los estudiantes mejoran sus actitudes, por lo que, trabajan de un modo activo y práctico. En conclusión, STEAM se establece como una técnica novedosa, en donde los escolares trabajan habilidades importantes como la creatividad, el trabajo interaccionista, el pensamiento reflexivo y la capacidad de resolución de problemas.

Palabras clave: metodología STEAM; actitudes; interdisciplinar; metodología de enseñanza.

ABSTRACT

The purpose of this experience was to analyze the impact of the STEM methodology, under the implementation of a robotics project, on the attitude towards learning in eleventh grade students at the Escuela Normal Superior Santa Teresita. It is proposed to use pedagogical mediations as a central strategy that promote the unification of different areas such as mathematics, science and technology, in this case. The methodology adopted followed the analytical experimental paradigm, and the quasi-experimental model was also used. The eleventh grades of the year 2023 were taken as the population, with 72 students in total. A repeated measures ANOVA analysis was applied with the purpose of calculating the variations at the intragroup and intergroup level through the free SPSS version 29 software. The results showed that, with the STEAM approach, students improve their attitudes, therefore, they work in an active and practical way. In conclusion, STEAM is established as a novel technique, where students work on important skills such as creativity, interactionist work, reflective thinking and the ability to solve problems.

Keywords: STEAM methodology; attitudes; interdisciplinary; teaching methodology.



INTRODUCCIÓN

Los procesos de aprendizaje de la educación actual se valen de dos aspectos esenciales: la parte cognitiva y la motivacional. Esta última, en particular, hace énfasis en las actitudes que despiertan los alumnos de manera intencionada en los establecimientos educativos y que condicionan en gran medida los saberes (Causil y Rodríguez, 2021). Por tal motivo, las investigaciones educativas han definido la actitud como la adición de sentimientos positivos (felicidad, alegría) y negativos (temor, distorsiones, amenazas) que llega a experimentar un individuo de un tema en concreto (Arroyo y López, 2024).

De esta manera, los cambios metodológicos en la enseñanza de las matemáticas, las ciencias y la tecnología pueden generar a su vez transformaciones en la actitud hacia estas asignaturas. Esto obedece a los procesos innovadores que acontecen según las necesidades educativas con el fin de atender los distintos estilos de aprendizaje. En otras palabras, es pertinente el uso de estrategias didácticas activas basadas en indagación y orden de ideas, permitiendo en todo momento mantener la buena actitud en el proceso de aprendizaje (Quevedo-Benítez *et al.*, 2024).

Así las cosas, el enfoque educativo STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics*) se destaca por fundamentarse en la enseñanza de las áreas del saber en matemáticas, ciencias y tecnología haciendo uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). De igual modo, el enfoque se caracteriza por integrar las metodologías didácticas activas del aprendizaje basado en proyectos (Pertuz y Carmona, 2024), el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el trabajo colaborativo (Pineda, 2023). Así se busca formar aptitudes para la cotidianidad y para solución de manera idónea las contrariedades y los desafíos locales e internacionales, haciendo de los educandos personas competentes para los requerimientos del mundo globalizado (Mendoza *et al.*, 2023).

En definitiva, STEAM promueve el uso en todo momento de las estrategias didácticas del aprendizaje que parten de la realización de proyectos y se basan en los problemas del contexto.

El aprendizaje basado en proyectos se apoya en la obtención de resultados para la solución de determinados problemas, finaliza con la creación de un informe analítico del tema de estudio y, como consecuencia, despierta la motivación en los alumnos gracias a que, estos se convierten en pioneros e investigadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con esa intención, los estudiantes afinan sus saberes interdisciplinarios desde su formación experiencial (Restrepo-Millán y Candela-Rodríguez, 2020) para poder responder a los cambios y discreciones de sus entornos. De esta manera, este enfoque innovador deja ver procesos de mejoramiento en la enseñanza y en la adquisición de competencias prácticas en la escuela (Castros-Campos, 2022).

Generalmente, la metodología STEAM está basada en el modelo pedagógico del constructivismo (el conocimiento va construyendo al ser), el aprendizaje por niveles y el aprendizaje significativo. Estas estrategias permiten desarrollar las competencias y las habilidades para la solución de problemas reales y contextualizados haciendo uso de herramientas tecnológicas, como las TIC, con fines educativos (Pineda, 2023).

En Colombia se han reportado estudios muy valiosos acerca de la metodología STEAM. Por ejemplo, Causil y Rodríguez (2021), implementaron una intervención de aprendizaje basada en una experiencia en laboratorio en la asignatura de ciencias naturales. A modo de conclusiones, estos autores recalcan lo determinante que es aplicar métodos formativos novedosos en proyectos transformadores, lo cual trae consigo el desarrollo del razonamiento crítico y otras habilidades.

En el campo relacionado con la tecnología se encuentra el trabajo investigativo de Arroyo y López (2024), en mediaciones con poblaciones indígenas empleando el enfoque STEAM con diferentes acciones pedagógicas. Estos autores encontraron que la diversidad educativa, concretamente desde la metodología STEAM, es un elemento valioso que favorece las habilidades prácticas para solucionar problemas del entorno siguiendo el enfoque de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Por último, Quevedo-Benítez *et al.* (2024) llevaron a cabo un proyecto en el que integraron las competencias tecnológicas con el uso activo de



proyectos especialmente en la media, vocacional, con el enfoque de aprendizaje basado en proyectos. Los hallazgos prueban la importancia de planificar actividades didácticas de forma interdisciplinar en el campo de la ciencia y la tecnología y los buenos resultados de instalar espacios enriquecedores y estimuladores de ingenio e ideas provechosas, con el manejo de recursos tecnológicos como aparatos automatizados, en el adelanto de investigaciones reales. En síntesis, el STEAM puede ayudar efectivamente a optimizar la eficacia de la educación en ciencias y tecnología.

Dentro de este marco, en el presente trabajo se propone aplicar estrategias de aprendizaje que promuevan la integración de distintas áreas del saber, en este caso: matemáticas, ciencias y tecnología, de manera interdisciplinaria. Para dicho fin, se planteó un proyecto de robótica basado en el enfoque educativo STEAM como estrategia central de aprendizaje, con miras a generar la motivación y la actitud en los estudiantes que les permitan construir y desarrollar artefactos tecnológicos que ayuden a solucionar problemáticas con impacto social y ambiental.

En suma, la finalidad de esta publicación es analizar el impacto de la metodología STEM, a la luz de la implementación de un proyecto de robótica, en la actitud hacia las ciencias, las matemáticas y la tecnología en los estudiantes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior Santa Teresita.

Fundamentación teórica de las variables estudiadas

Mediaciones de la actitud en el aprendizaje

La actitud en la formación educativa es un claro determinante para que los estudiantes adquieran los aprendizajes, de manera que por lo general, los espacios motivacionales favorecen una educación activa y de calidad. De esta manera, la actitud es concebida como una construcción que favorece diferentes aspectos, tanto del desarrollo cognitivo como de la parte socioafectiva de los alumnos. Por tal razón, existe una relación determinante entre aquello que siente el estudiante, de acuerdo con sus vivencias preconcebidas, y la generación de ideas positivas o negativas acerca de la percepción de la

realidad que acontece en su entorno específico (Villar *et al.*, 2022).

Sin duda alguna, los cambios en la actitud se pueden desarrollar y favorecer en los centros escolares, estableciendo zonas colaborativas en estos espacios para que puedan ejercer de una manera activa sus intereses y deseos, en favor de un acercamiento significativo hacia las ciencias, las matemáticas y la tecnología. Así es posible fomentar el uso y la adquisición de saberes, partiendo desde la curiosidad hasta llegar a una comprensión real de estas áreas del saber (Vaca *et al.*, 2024).

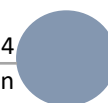
Metodología STEAM

La metodología STEAM radica sus fundamentos pedagógicos en los roles y nociones propios de la investigación basada en proyectos y en problemas, en donde se expresa de manera sistemática el ejercicio resolutivo de situaciones bajo la orientación de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y la innovación a través del trabajo colaborativo entre los participantes. Este enfoque determina la conformación de directrices bajo la argumentación del aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico. Así, esta forma de trabajo conlleva un ejercicio investigativo que promueve acciones desde la indagación hasta la búsqueda de resultados óptimos en un proyecto (Quevedo-Benítez *et al.*, 2024).

Desde luego, la propuesta de integración de este enfoque, según Pineda (2023), representa unas ventajas en cuanto a la construcción de proyectos novedosos y la generación de artefactos por cuanto desarrolla competencias y habilidades importantes para el acto educativo en la trayectoria formativa de los alumnos. Estas disposiciones les permiten a los educandos adquirir aprendizajes significativos a partir de saberes y destrezas que son de su interés. Ahora bien, naturalmente, estos avances se logran en lapsos determinados que, en últimas, asisten a la articulación de saberes de una manera interdisciplinar.

Pedagogía constructivista en los proyectos de robóticas

El modelo constructivista busca desarrollar de un modo natural el pensamiento crítico y autónomo de



los estudiantes, atendiendo al contexto y a situaciones reales en las cuales los escolares puedan potenciar sus procesos de desarrollo, y en espacios interactivos donde ejecuten saberes desde el aprender haciendo (Guamán, 2023). Esta perspectiva pedagógica muestra, en definitiva, una forma novedosa de abordar los procesos educativos en los centros escolares, implementando una formación activa que resignifica y moderniza las prácticas pedagógicas ejercidas tradicionalmente por los profesores (Aparicio y Ostos, 2018).

Los proyectos de robótica en los establecimientos educativos favorecen los aprendizajes antes mencionados mediante el uso y la construcción de artefactos que tienen como finalidad proporcionar soluciones a hechos y situaciones de interés, esto es, obrar en el mejoramiento de un hecho concreto. Estos espacios favorecen el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades de pensamiento que generan en los alumnos la confianza y el autoaprendizaje de una manera diferente y práctica (Aparicio, 2023).

Los programas de robótica abordan desde temas particulares, que buscan el trabajo conciso en asignaturas importantes como la tecnología, la informática, las matemáticas y las ciencias, hasta asuntos prácticos que se pueden desarrollar en la escuela, con la organización de grupos o semilleros de investigación. De esta forma, son alternativas que benefician los espacios de práctica pedagógica de los maestros y, en últimas, la innovación y la resignificación del currículo educativo (Piedra *et al.*, 2023).

METODOLOGÍA

La investigación presente parte de los hechos educativos que yacen en las realidades de los centros escolares. Por tanto, en este trabajo se empleó el paradigma experimental analítico, cuyo enfoque se ajusta a los fundamentos cuantitativos (Krause, 2021) puesto que está enmarcado en la

recolección, la caracterización y la verificación de datos estadísticos. Así mismo, se analizaron parcialmente los datos para luego compararlos con las hipótesis planteadas, de modo que satisfagan el método diseñado (Husén, 1988).

Dentro de este orden de ideas, al aplicar el enfoque cuantitativo a un tema de estudio se espera contrastar los resultados con las condiciones iniciales mediante tratamientos estadísticos prácticos y comparativos. Esta labor integra la recolección de datos, así como el análisis de las circunstancias finales del análisis y la descripción de variables del fenómeno de estudio para la toma de decisiones (Krause, 2021).

Diseño

Fundamentalmente, se utilizó el modelo cuasiexperimental dado que permite mantener un orden de estudio determinístico para una población asignada. No obstante, considerando que el proceso diseñado no podía ser aleatorio con medidas de dispersión en los grupos de estudio, se establecieron desde un inicio las muestras de la población en este trabajo (Gopalan *et al.*, 2020).

De esta manera, se implementó la metodología del aprendizaje basado en proyectos; concretamente, un proyecto de robótica, en tres espacios distintos durante todo un año escolar. Con esta perspectiva, se realizaron un examen diagnóstico, una valoración de seguimiento y la evaluación final. Estos análisis se hicieron al inicio, durante todo el transcurso del año lectivo y al cierre de dicho periodo, considerando en todo momento los propósitos que se persiguen en la educación y formación en matemáticas, ciencia y tecnología. Por consiguiente, el método planteado en esta investigación corresponde a un modelo cuasiexperimental de serie cronológica, ya que el sistema evaluativo es ininterrumpido en tiempos sucesivos durante el estudio.

Tabla 1. Método cuasiexperimental de orden cronológico.

Efecto de equivalencias	Grupo	Examen 1 (diagnóstico)	Aplicación metodología STEAM	Examen 2 (seguimiento)	Aplicación metodología STEAM	Examen 3 (final)
	E	O1	X1	O2	X2	O3
	C	O4		O5		O6

Fuente: elaboración propia.

Población y muestra

La población partícipe involucra a dos conjuntos pertenecientes al último año de la educación media (2023). El primero, llamado grupo control, corresponde al grado undécimo A, con 33 alumnos;

y el segundo grupo experimental estuvo conformado por 39 estudiantes inscritos en undécimo B. Todos los sujetos estaban matriculados en la Escuela Normal Superior Santa Teresita del municipio de Santa Cruz de Lórica, Córdoba, Colombia.

Tabla 2. Conformación de la muestra de investigación.

Grado escolar	Grupo	Intervención	Cantidad de estudiantes
Undécimo A	Control	Ninguna	33
Undécimo B	Experimental	Proyecto de robótica	39
Total			72

Fuente: elaboración propia.

Hay que hacer notar que se usó la prueba t Student para examinar las diferencias entre los dos grupos objetivos, recordando que el grupo control fue el grado sin la mediación pedagógica del proyecto de robótica, mientras que el grupo intervenido o experimental fue aquel al cual se le aplicó el tratamiento. En particular, las notas utilizadas en este estudio fueron tomadas como prueba de equivalencia según los resultados en las evaluaciones efectuadas bajo la modalidad de preguntas de selección múltiple con única respuesta. Por tanto, los grupos fueron equivalentes ante la evaluación atinente al proyecto de robótica.

Hipótesis de investigación

H₀: La metodología STEAM, con la implementación del proyecto de robótica, no impacta en la actitud de los estudiantes de grado undécimo de cara a las ciencias, las matemáticas y la tecnología en la Escuela Normal Superior Santa Teresita del municipio de Santa Cruz de Lórica, Córdoba, Colombia.

H₁: La metodología STEAM, con la implementación del proyecto de robótica, impacta en la actitud de los estudiantes de grado undécimo de cara a las ciencias, las matemáticas y la tecnología en la Escuela Normal Superior Santa Teresita del municipio de Santa Cruz de Lórica, Córdoba, Colombia.

Técnicas e instrumentos

Para el estudio de impacto de causa con los grupos participantes, se establecieron tres etapas.

Inicialmente, se desarrolló una prueba a modo de diagnóstico; luego, otra de seguimiento; y por último, una de evaluación final. Ahora bien, cada prueba estuvo conformada por treinta preguntas de selección múltiple con única respuesta, todas orientadas y diseñadas según los propósitos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en los Estándares Básicos de Competencias y las orientaciones curriculares para las áreas de matemáticas, ciencias y tecnología e informática.

Cada pregunta formulada tenía como fin valorar las actitudes de los estudiantes en favor de las áreas mencionadas. En ese sentido, se fijó la operacionalización de las variables de esta manera: la variable independiente fue la metodología STEAM, y la variable dependiente fue la actitud de los alumnos en las áreas de matemáticas, ciencias y tecnología. En correspondencia, la confiabilidad y la validez de cada prueba diseñada contaron con las debidas pesquisas de cinco docentes expertos en estas disciplinas, con posgrados en maestrías o doctorados, y además con prácticas pedagógicas de diez años como mínimo de experiencia en la educación media.

Para estimar la validez, el estadístico arrojó un dato positivo y elevado de 0,709, que refleja una garantía aceptable de las preguntas diseñadas en cada prueba. De igual modo, para la confiabilidad se encontró una correlación alta de $r=0,864$, $p < 0,01$ bilateral, lo que permite inferir un acercamiento sustancial a uno y estadísticamente apartado de cero.

Análisis de datos

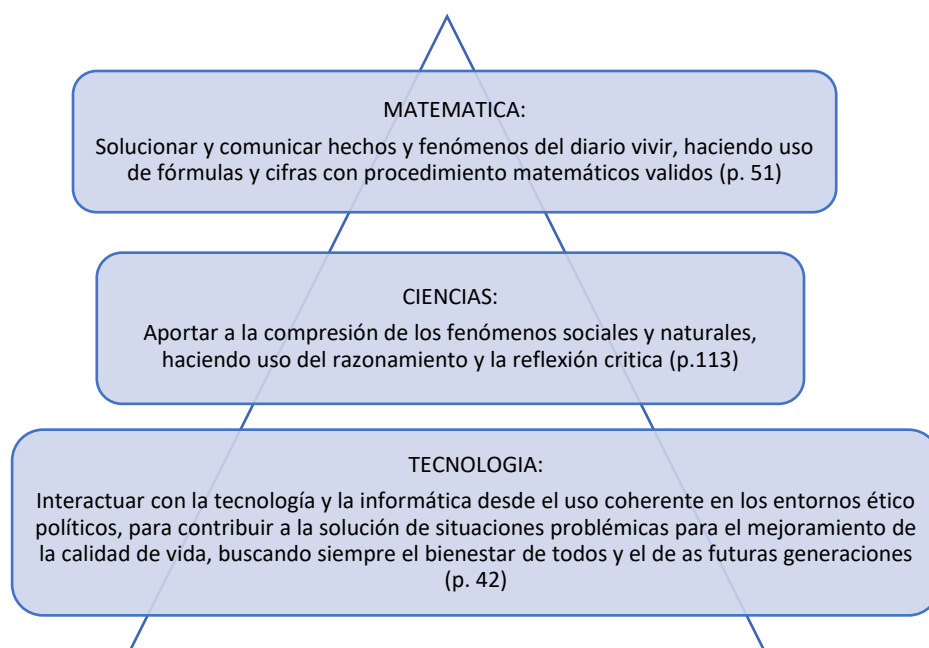
Para el tratamiento de datos, se implementó un análisis con el fin de determinar la significancia de las pruebas (ANOVA) de modo que se pudieran comparar las medias y sus diferencias a nivel de intragrupos e intergrupos. Para esto se utilizó el software SPSS versión 29 libre. El modelo estadístico y su procedimiento asociado corresponde en plenitud con el tratamiento de diseño cuasiexperimental con conjuntos intactos, de series cronológicas, con tres valoraciones en etapas secuenciales.

RESULTADOS

Diseño y mediación pedagógica con la metodología STEAM

La mediación pedagógica atinente a la metodología STEAM está en correspondencia con las disposiciones pedagógicas emitidas por el Gobierno nacional (MEN, 2006) y las orientaciones curriculares para tecnología e informática (MEN, 2022). De igual manera, la intervención está acorde con las guías pedagógicas reposadas en el proyecto educativo institucional (PEI) de la escuela. La figura 1 muestra los propósitos emitidos por el MEN con respecto a los saberes y las habilidades que debe desarrollar cualquier estudiante al finalizar su trayectoria académica.

Figura 1. Propósitos educativos (Estándares Básicos de Competencias de matemáticas y ciencias, y orientaciones curriculares para tecnología e informática).



Fuente: elaboración propia.

Para la secuencialidad de las actividades, se aplicó en primera medida una prueba inicial de coeficiente de confiabilidad a modo de valoración de la solidez, con el fin de determinar la similitud de las pruebas diseñadas. Cabe destacar que para la radicación del consentimiento informado se hicieron los procesos comunicativos con los padres de familia, la junta directiva del colegio y demás maestros, poniéndolos en conocimiento de las intenciones educativas del estudio. Posteriormente, se emplearon las

diferentes pruebas en los sucesivos momentos del proyecto para los dos grados seleccionados.

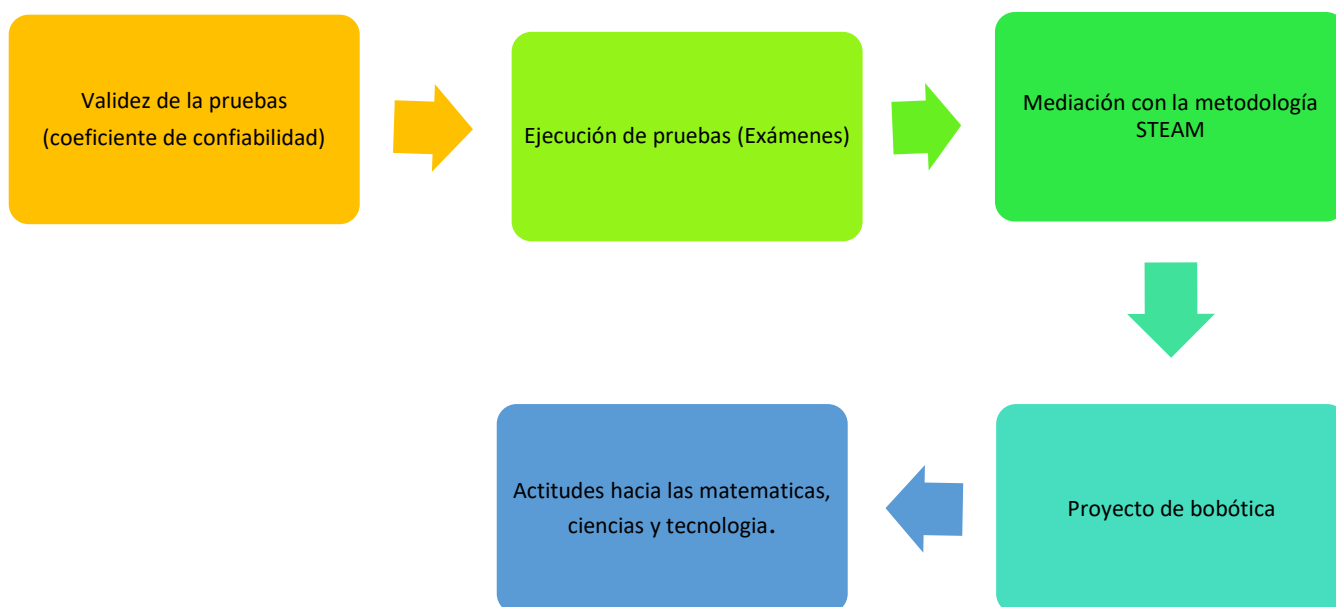
Dentro de la mediación pedagógica con la metodología STEAM, se desarrollaron actividades de acuerdo con el proyecto de robótica. En esta intervención se dispusieron diferentes encuentros y espacios formativos, como clases interactivas, talleres prácticos y actividades integrativas con una duración de 55 minutos a lo largo de la semana. En este sentido, es importante mencionar que dichos

encuentros educativos fueron ejecutados de acuerdo con la asignación académica y el horario establecido por la institución escolar.

El proyecto de robótica tiene por nombre “RoboTic@ Norss@te” e integra los proyectos transversales de los núcleos del saber de la Escuela Normal Superior Santa Teresita. Asimismo, es liderado por los docentes pertenecientes a dichos

núcleos. Cabe indicar que las capacitaciones efectuadas a los maestros de tecnología e informática y física estuvieron a cargo del Grupo Interactuar de la empresa Libros & Libros. La planificación del proyecto involucró cuatro etapas: definición de los alcances y las metas; diseño de actividades y plan de acción; prototipado y pruebas; y evaluación de las actitudes de los estudiantes de undécimo.

Figura 2. Plan de intervención del proyecto de robóticas.



Fuente: elaboración propia.

Evaluación de prueba diagnóstica: análisis de diferencias entre los grupos.

De manera inicial, se realizó una valoración antes de la mediación pedagógica, la cual se denominó prueba diagnóstica. El examen diseñado planteaba preguntas concernientes al fomento de las actitudes de los estudiantes de undécimo grado, estructuradas en concordancia con los propósitos emitidos por el Estado colombiano para la formación en matemáticas, ciencias y tecnología. De este modo se comprobaron los dos grupos

sustancialmente diferentes; tanto el intacto (undécimo A) como el experimental (undécimo B). El modelo preprueba intergrupar permitió hacer una contrastación estadística de las medias en ambos cursos y determinar los resultados reales de acuerdo

con las actitudes iniciales entre ellos. Los datos se confrontaron entonces teniendo en cuenta la cuantía de la dispersión respecto a sus proporcionadas medias, y así se verificaron las diferencias significativas entre grupos.

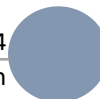


Tabla 3. Propósitos de matemáticas, ciencias y tecnología.

Propósitos		
Estándares Básicos de Competencias	Estándares Básicos de Competencias	Orientaciones curriculares
Matemáticas	Ciencia	Tecnología e informática
FRP	CPC	ERTI
Formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar, y formular comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos (MEN,2006, p. 51).	Contribuir a la formación del pensamiento científico y del pensamiento crítico en los y las estudiantes colombianos (MEN, 2006, p.113).	Estudiar, reflexionar y comprender la naturaleza, evolución e implicaciones ético-políticas de las TIC. Asimismo, tener la capacidad de buscar soluciones en armonía con las formas adecuadas de vida, lo cual se ejecuta para conservar el planeta y todo cuanto recurso esté en él. (MEN, 2022, p. 42).

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3, los propósitos para inculcar actitudes positivas hacia las matemáticas, la ciencia y la tecnología se abrevian así: FRP, CPC, y ERTI. La primera sigla corresponde a la forma en que los estudiantes logran utilizar adecuadamente las matemáticas en situaciones teóricas y prácticas; la

segunda, hace alusión al pensamiento científico y al uso adecuado de sus teorías; finalmente, la tercera, enfatiza en la informática, en la vida y su importancia para el planeta Tierra en general.

Tabla 4. Prueba diagnóstica univariada intergrupala.

	Examen	Media (grupo intervenido)	Media (grupo Control)	GE-GC	F	p
FRP (10 preguntas)	1	2,11	2,12	0,01	1,07	0,233
CPC (10 preguntas)	1	2,9	3,01	0,11	0,00	1,00
ERTI (10 preguntas)	1	3,3	3,23	0,07	0,0218	0,444

Nota: F: prueba de Snedecor, Para su análisis un dato mayor determina diferencia entre las medias; F. se ha calculado utilizando $p=0,05$ (SPSS, versión 29).

Fuente: elaboración propia.

La hipótesis H_0 se puede ratificar estadísticamente si el valor $p \geq 0,05$. Por tal razón, con base en la Tabla 4, se afirma de manera categórica que en la prueba diagnóstica inicial no se dieron variaciones estadísticamente manifiestas entre los resultados puntuados y promedio de los escolares de los grupos undécimo A y undécimo B. En tal sentido, los datos no reflejan diferencias entre los dos cursos en esta etapa del progreso escolar. Así, se encontró que el primer propósito orientado al fomento de las actitudes del alumno, es decir, FRP, tuvo un valor de

1,07 en la prueba de Snedecor con un $p=0,233$, mayor que 0,05; entretanto, el segundo propósito, CPC, obtuvo 0,00 en el estadístico F y un $p=1,00$, mayor que 0,05; finalmente, ERTI registró 0,0218 en la prueba F y $p=0,444$, más elevado que 0,05. Se expone notablemente que no existen variaciones en las medias estudiadas, por cuanto los resultados no son significativos en los grados undécimo A y undécimo B, tomados como grupo intacto y grupo experimental respectivamente. Así pues, las valoraciones realizadas en esta primera etapa,

denominada prueba diagnóstica, llevan a rechazar la hipótesis alternativa (H_1) y aceptar la hipótesis nula (H_0), lo cual indica que antes de la intervención

existía una equivalencia en las actitudes de todos los alumnos hacia las áreas implicadas en este artículo.

Tabla 5. Interpolación de la escala valorativa de la Escuela Normal Superior Santa Teresita con promedio de la prueba diagnóstica.

Grupo	Intervenido			Control		
	FRP	CPC	ERTI	FRP	CPC	ERTI
Dimensión						
Promedio	2,07	2,9	3,04	2,11	3,0	3,19
Escala del colegio	1,79	2,35	2,65	1,80	2,6	2,7
Desempeño	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: elaboración propia.

La Escuela Normal Superior Santa Teresita adopta, de acuerdo con las libertades establecidas en el Decreto 1290 de 2008, la siguiente escala en su sistema de evaluación institucional: el rango de 4,6 a 5,0 corresponde a un desempeño superior; las valoraciones entre 4,0 y 4,59, a un desempeño alto; entre 3,0 y 3,99 se encuentra el desempeño básico; por último, de 0 a 2,99 se considera desempeño

bajo. Por consiguiente, los resultados expuestos en la tabla 5 dejan ver manifiestamente que las actitudes de los estudiantes fueron deficientes en el momento de la inauguración y ampliación del proyecto de robótica bajo la metodología STEAM debido muy seguramente a la metodología rígida y lineal empleada en los espacios de aprendizaje, que da cuenta del uso de estrategias tradicionales.

Tabla 6. Análisis prueba ANOVA de medidas repetidas mixtas intra e intergrupales.

Efectos	Intragrupos		Intergrupos		Interacción	
	F	p	F	p	F	p
FRP	31,711	0,000*	9,790	0,029	4,455	0,01
CPC	15,221	0,000*	3,999	0,013	2,876	0,027
ERTI	32,405	0,000*	14,988	0,000*	2,722	0,011

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la tabla 6 muestran un claro efecto del tratamiento intergrupales en cuanto a la prueba F de Snedecor. Para la variable FRP, dicho estadístico estuvo en el orden de 0,455 y $p=0,01$, menor a 0,05. Asimismo, CPC obtuvo 2,876 para F, con un $p=0,027$, también inferior a 0,05. Finalmente, ERTI registró un valor de F igual a 2,722 y un $p=0,011$, menor a 0,05. De tal forma se evidencia que, tras la implementación de la metodología STEAM, los estudiantes se tornaron proactivos y despertaron habilidades significativas.

La tendencia anterior se corrobora a su vez con los acercamientos estadísticos a nivel intragrupos, que muestran que con el uso de una metodología educativa interesante los resultados fueron

estadísticamente variables. Así lo demuestra el hecho de que para FRP el valor de F fue de 31,711, con un $p=0,000$, menor a 0,05; respecto a CPC, el resultado de la prueba F fue de 15,221, y $p=0,000$, inferior a 0,05; y ERTI, con valor de 32,405 para la prueba de F Snedecor, arrojó un $p=0,000$, menor a 0,05.

Ahora bien, es crucial indicar si las variaciones encontradas en los grupos respondieron a procesos excluyentes o si, por el contrario, la dinámica cambiante se dio gracias a las interacciones. En esa medida, es preciso determinar si los cambios ocurridos en ambos grupos en esta etapa del proyecto fueron diferenciales o no.

Para ese fin, el tratamiento que alude a la interacción como efecto muestra que FRP obtuvo un valor de 4,455 para la prueba F y $p=0,01$, menor a 0,05; CPC, por su parte, registró 2,876 para el estadístico F y $p=0,027$, menor a 0,05; y en ERTI se halló un F de 2,722 y $p=0,011$, menor que 0,05. De esta forma se puede establecer que se dieron variaciones precisas con la implementación, la planificación, el diseño y la ejecución de la metodología STEAM en los grados undécimo. Como resultado, se le puede atribuir una alta eficiencia y un gran impacto pedagógico a este procedimiento activo de enseñanza, que fomenta actitudes favorables que determinan en gran parte habilidades trascendentales para el aprendizaje en las áreas de matemáticas, ciencia y tecnología en la Escuela Normal Superior Santa Teresita.

En esta perspectiva, los hallazgos de la intervención permiten inferir que la metodología STEAM tiene un alto grado de validez y confiabilidad como herramienta de mediación pedagógica. A través de esta estrategia fue posible avivar sentimientos positivos en los educandos que los motivan a acercarse de manera agradable e innata a los saberes correspondientes a las áreas estudiadas. Gracias a este enfoque, los escenarios de enseñanza

desarrollados alrededor de los proyectos de robótica suscitaron habilidades: desde el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico hasta el aprendizaje basado en proyectos. Todos estos componentes están configurados en el modelo constructivista que adopta la institución en su PEI.

Como resultado, se formaron estudiantes capaces de transformar su realidad, buscando alternativas de solución viables y válidas para aportar a una sociedad mejor. Sin duda, la intervención en las escuelas con la metodología STEAM facilita los procesos formativos desde las directrices de la interdisciplinariedad, con la integración de asignaturas determinantes para la vida profesional y laboral de cualquier bachiller.

En la tabla 7 se comparten la trayectoria y el progreso de los estudiantes desde el momento inicial del proyecto hasta la etapa final con la realización del enfoque STEAM y el proyecto de robótica, que se lidera con la integración de las asignaturas de matemática, ciencias y tecnología. Además, se evidencia la comparación del grupo control con el experimental.

Tabla 7. Calificación general ajustada a escala evaluativa de la Escuela Normal Superior Santa Teresita.

	Grupo control (undécimo A)									Grupo experimental (undécimo B)								
	Prueba diagnóstica			Prueba seguimiento			Prueba final			Prueba diagnóstica			Prueba seguimiento			Prueba final		
	PC	CE	EC	PC	CE	EC	PC	CE	EC	PC	CE	EC	PC	CE	EC	PC	CE	EC
FRP	2,1	2,3	DBA	2,5	2,71	DBA	2,40	2,90	DBA	2,6	2,99	DBA	3,9	4,4	DA	4,7	4,71	DS
CPC	1,8	1,9	DBA	3,18	3,53	DBS	3,2	3,51	DBS	2,5	2,8	DBA	4,23	4,6	DA	4,5	4,7	DS
ERTI	2,0	2,12	DBA	2,9	3,14	DBA	2,4	2,98	DBA	3,3	3,6	DBS	4,3	4,45	DA	4,8	4,9	DS

Nota. En la tabla PC=media de ítems válidos; CE= apreciación a escala de la escuela; EC=escala cualitativa (DS=desempeño superior, DA=desempeño alto, DBS=desempeño básico y DBA=desempeño bajo).

Fuente: elaboración propia.

La tabla 7 muestra en primera medida las evaluaciones encontradas al inicio del proyecto, cuando no se había empleado la metodología

STEAM, por lo que los grupos estaban en igualdad de condiciones. En el grupo control, las notas de FRP fueron 2,3, 2,71 y 2,90, valores muy por debajo de lo convencional que reflejan un desempeño bajo y,

por tanto, una baja actitud frente a las matemáticas. En el caso de CPC, las valoraciones fueron 1,9, 3,53 y 3,51, lo cual revela que también en el área de la ciencia existen vacíos de tipo académico y de índole actitudinal. Por último, en la variable ERTI las notas fueron 2,12, 3,14 y 2,98, resultados incipientes en tecnología que demuestran, claramente, que tal vez las metodologías no son las adecuadas para acercar a los estudiantes al dominio de la informática.

Por otro lado, en el grupo experimental, es decir, el grado intervenido con la metodología STEAM y el proyecto de robótica, las notas en FRP fueron 2,99, 4,44 y 4,71, números decisivamente alentadores que dan cuenta de desempeños significativos y de que la actitud frente a las matemáticas tuvo un progreso notorio. En relación con CPC, las valoraciones 2,8, 4,6 y 4,7 también reflejan adelantos actitudinales en el área de la ciencia. Por último, en la variable ERTI las notas de 3,6, 4,45 y 4,9 demuestran visiblemente que los estudiantes sintieron interés hacia la tecnología y el proyecto de robótica a razón de que los programas implementados fueron prácticos y permitieron aprender matemática y ciencia al mismo tiempo.

DISCUSIÓN

La finalidad de este estudio fue analizar la influencia de la metodología STEM, bajo la implementación de un proyecto de robótica, en la actitud hacia las ciencias, la matemática y la tecnología en los escolares de grado undécimo de la Escuela Normal Superior Santa Teresita.

Con el uso de este enfoque se obtuvieron datos y valoraciones concluyentes y trascendentales que evidencian una mejor actitud de los participantes frente a las áreas abordadas en este artículo.

De igual manera, con la intervención se fortalecieron procesos de comportamiento y percepción en los alumnos que muestran su dominio de los aprendizajes y del trabajo interaccionista, favoreciendo el aprendizaje por resolución de problemas. Además, los sujetos hicieron uso de herramientas tecnológicas bajo la dirección de un tutor que dinamizó las prácticas pedagógicas de un modo novedoso, empleando metodologías activas de enseñanza que partieron de la misma realidad en donde interactuaban,

haciendo de los alumnos personas proactivas para sus comunidades educativas. En concordancia, el grupo intervenido con las directrices y los lineamientos de la metodología STEAM mostró avances significativos en la adopción de una actitud germinante hacia las matemáticas, la ciencia y la tecnología.

Estas apreciaciones están en correlación con el estudio realizado por Arroyo y López (2024), quienes concluyeron que la metodología STEAM impulsa procesos creativos en los alumnos, siempre y cuando el trabajo pedagógico sea abordado desde un currículo interdisciplinar y multidisciplinar, lo que en últimas reduce el aislamiento de las materias en los espacios de aprendizaje. Por lo demás, el docente debe innovar, cambiar sus prácticas, para buscar nuevas formas de enseñanza (Castros, 2022) que sean más atractivas y que despierten sentimientos, impresiones y emociones positivas en los escolares (Quevedo-Benítez *et al.*, 2024).

Cabe considerar también que la actitud en los procesos formativos es valiosa para los saberes y las habilidades que los alumnos adquieren a lo largo de su trayectoria educativa, dado que estas aproximaciones contemplan una educación desde la motivación y desde la estimulación, que resalta el carácter de los escolares atendiendo a sus intereses (Villar *et al.*, 2022). De este modo, es preciso desarrollar de forma paralela los procesos cognitivos, como los socioafectivos de los estudiantes (Tello y Calderón, 2024), a razón de que este vínculo genera una formación integral, donde no solamente se tiene en cuenta la dimensión académica, sino también la voluntad y el interés de cada uno de estos sujetos (Vaca *et al.*, 2024).

Aunado a lo anterior, está comprobado que una educación basada en proyectos o en metodologías nuevas crea interés por el aprendizaje por cuanto los espacios de enseñanza son activos, de forma que los alumnos son partícipes reales de su formación. Así, los estudiantes logran ser conscientes tanto de sus progresos como de su estancamiento, lo que, sin duda, los impulsa a superar y cambiar sus hábitos de estudios con el fin de aumentar sus capacidades, trabajar en equipo, actuar de manera autónoma y respetar la labor colectiva (Pineda, 2023). Como resultado, las relaciones interpersonales se



fortalecen y las habilidades sociales se ven optimizadas. Estas premisas van de la mano de la adopción de una excelente actitud para el trabajo cotidiano, educativo y profesional (Quevedo-Benítez *et al.*, 2024).

El grupo intervenido con la metodología STEAM, apoyada en el proyecto de robótica desarrollado en la institución, mostró claramente que este enfoque es enriquecedor en la conformación de nuevas estructuras cognitivas, que dan muestra del aprendizaje y de nuevos saberes. Para estos logros, sin embargo, es clave fomentar el trabajo colaborativo, sobre todo en escenarios prácticos desarrollados de la mano de las herramientas tecnológicas, que al tiempo van generando también procesos afectivos de autoconocimiento y de autorreconocimiento del trabajo y de la superación personal.

Naturalmente, la actitud de los estudiantes se puede afianzar desde los aspectos motivacionales. Los maestros y tutores en los espacios formativos cumplen un rol determinante en ese sentido, pues su actuar condiciona en gran medida los acercamientos de los alumnos hacia las matemáticas (Villar *et al.*, 2022), la ciencia y la tecnología. Así, una metodología como la STEAM es capaz de ayudar a los estudiantes a descubrir de manera asertiva sentimientos positivos o impresiones acerca de estas áreas (Causil y Rodríguez, 2021). Este planteamiento coincide con la teoría del Vygotsky (1988) acerca del desarrollo próximo y el papel que ejerce el docente como facilitador y orientador de procesos.

En esencia, el entorno y un ambiente enriquecedor facilitado por el maestro generan confianza y procesos de aprendizaje activos en los estudiantes, y no menos importante es el fomento de una actitud positiva hacia las áreas fundamentales de la enseñanza. Estas conclusiones se relacionan plenamente con el enfoque social y constructivista adoptado por el PEI de la Escuela Normal Superior Santa Teresita, en donde los alumnos aprenden de acuerdo con su autonomía, con base en sus procesos cognitivos, bajo la acción del maestro, quien es al mismo tiempo un orientador, un motivador y un facilitador de saberes y conductas. Así, se impulsa al alumnado a crear sus estructuras

de aprendizaje de una manera individual y colectiva, entendiendo que sus procesos de interacción son únicos y configuran su realidad próxima.

En cuanto a la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, fue crucial entender que dicha disposición parte de procesos motivacionales y estimulantes dirigidos a favorecer los aprendizajes que se requieren en la finalización de la trayectoria educativa. Esto se explica a razón de que los alumnos de grado undécimo deben estar en capacidad de formular y solucionar problemas utilizando modelaciones creadas y ajustadas de acuerdo con sus ambientes, y resolver ejercicios teóricos y prácticos de manera válida.

En el caso concreto de las ciencias, es importante generar contacto directo con el entorno y con escenarios que sean tangibles para los estudiantes, de forma que puedan contribuir a la investigación científica a través de pensamientos reflexivos, alcanzando así nuevo conocimiento desde las posturas críticas. Por último, en el ámbito de la tecnología, que está relacionada directamente con el proyecto de robótica, los alumnos pueden acercarse al dominio de las herramientas informáticas para facilitar eventos en la cotidianidad de sus entornos, en pro de una transformación del mundo de manera amigable y armoniosa.

Este análisis concretiza la verdadera motivación de los participantes de proyectos STEAM puesto que la participación en las actividades fue sustancial. Esta acogida se reflejó en forma activa en la manera como cada alumno despertó un interés especial en cada momento del proyecto. La buena recepción se puede atribuir a la forma en que se abordaron los diferentes procedimientos de ensamblaje de herramientas, que resultó determinante para que el compromiso de los estudiantes fuera significativo a lo largo de la ejecución de la actividad. En esa línea, con la metodología STEAM los educandos tuvieron la posibilidad de llevar a cabo prácticas relevantes para enfrentar los retos de sus proyectos de vida, lo cual favorece sus intereses hacia el aprendizaje y, sobre todo, hacia las matemáticas, la ciencia y la tecnología.

En síntesis, la aplicación de la metodología STEAM es un valioso mecanismo capaz de generar actitudes



cruciales para el desarrollo del conocimiento entre los estudiantes de grado undécimo y de proporcionar habilidades de cara al cierre de esta trayectoria educativa. En esa medida, no se debe olvidar que el uso de este enfoque demanda un trabajo interaccionista, capacidad de solución de problemas, actitudes positivas para el aprendizaje y habilidades sociales como el respeto, la tolerancia y el beneficio de todos.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la metodología STEAM puede hacer aportes valiosos en el ámbito de la pedagogía y la didáctica para mejorar la actitud de los estudiantes de undécimo grado. Asimismo, este enfoque promueve procesos de creatividad y elaboración de ideas novedosas, favoreciendo el trabajo interdisciplinar y multidisciplinar.

También se debe destacar que la actitud en las escuelas es meritoria para la adquisición de saberes puesto que estos entornos incluyen una educación desde la motivación. Además, el hecho de que los espacios de enseñanza sean prácticos y los alumnos actúen directamente en su proceso de aprendizaje fomenta, naturalmente, interés en términos motivacionales, lo cual garantiza mejores resultados en estos acercamientos a las matemáticas, la ciencia y la tecnología.

En síntesis, la aplicación de la metodología STEAM es un camino posible para crear actitudes en los alumnos de grado undécimo que son decisivas para el progreso de educación en general. Además, esta estrategia se constituye como un método de trabajo educativo interaccionista, diverso, donde los escolares solucionan problemas y al mismo tiempo afianzan sus actitudes para el aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los estudiantes de la Escuela Normal Superior Santa Teresita de Lorica por su disposición y participación, gracias a la cual la realización de este trabajo fue de mucha trascendencia.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del artículo manifestamos que no existe ningún conflicto de intereses por declarar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aparicio, W. O. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(2), 217-229. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>

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

Arroyo, A. y López, S. (2024). Prácticas Pedagógicas y usos de las tecnologías en una comunidad indígena en Colombia. *Praxis & Saber*, 15(40), e15054-e15054. <https://doi.org/10.19053/22160159.v15.n40.2024.15054>

Castro-Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158-175. <https://doi.org/10.21676/23897856.3762>

Causil, L. A. y Rodríguez, A. E. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 27(1), 105-128. [10.30554/pe.1.4204.2021](https://doi.org/10.30554/pe.1.4204.2021)

García, M., Velázquez, G. D. C., Vargas, A. y Sepúlveda, G. E. (2022). Actitud de los estudiantes en clases virtuales de matemáticas durante la pandemia covid-19: Ingeniería petrolera de la UPGM. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 2512-2524. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2396

Gopalan, M., Rosinger, K. y Ahn, J. B. (2020). Uso de diseños de investigación cuasiexperimentales en la investigación educativa: crecimiento, promesas y desafíos. *Revista de Investigación en Educación*, 44(1). <https://doi.org/10.3102/0091732X20903302>

Guamán, N. A. (2023). Teoría conectivista en el aprendizaje de derivadas con estudiantes de bachillerato. *Prometeo Conocimiento*

Científico, 3(1), e13-e13.

<https://doi.org/10.55204/pcc.v3i1.13>

Husén, T. (1988). Paradigmas de investigación en educación. *Intercambio*, 19(1), 2-13.

<http://dx.doi.org/10.14516/fde.710>

Krause, A. (2021). El paradigma como herramienta de análisis crítico en educación/educación especial. *Revista Internacional de Educación Especial*, 36(1). 10.52291/ijse.2021.36.5

Llanos-Ruiz, D., Ausín-Villaverde, V. y Abella, V. (2023). Percepción de alumnos y familias sobre la robótica educativa en la educación no formal. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e31351-e31351. 10.14201/eks.31351 | e31351

MEN. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

MEN. (2022). Orientaciones curriculares de tecnología e informática.

Mendoza, A. M. A., Mora, M. C. D., Angulo, M. C. D., Chancay, D. S. D. y Vidal, M. L. P. (2023). Metodología STEAM e interdisciplinariedad: dos aliadas en la transformación curricular. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*, 8(4), 32-49.

<https://doi.org/10.23857/fipcaec.v8i4.900>

Pertuz, J. M. A., & Carmona, R. J. C. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis*, 20(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.5783>

Piedra, J. C., Salazar, I. E., Vílchez, C., Cortez, H. O., García, B. L. y Amaya, K. L. (2023). La Inteligencia Artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación.

<https://doi.org/10.31219/osf.io/z2y7c>

Pineda, D. Y. (2023). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación*

Educativa, 3(1),229-

244. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i1.115>

Quevedo-Benítez, K. P., Rodríguez-Velandia, D. A., Moran-Borbor, R. A., Niño-Vega, J. A. y Fernández-Morales, F. H. (2024). Fortalecimiento de competencias en innovación tecnológica: una estrategia didáctica apoyada en el Aprendizaje Basado en Proyectos. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(1), 47-54.

10.15649/2346030X.3657

Restrepo-Millán, L. E. y Candela-Rodríguez, B. F. (2020). Enseñanza de la discontinuidad de la materia a través de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas. *Praxis*, 16(2), 199-214.

<https://doi.org/10.21676/23897856.3451>

Tello, A. F. M., & Calderón, D. M. D. (2024). Motivación intrínseca y su relación con el aprendizaje del factor común. *Praxis*, 20(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.5465>

Vaca, C. F., Rosero, C. X., Reascos, Y. L. y Bermeo, B. N. (2024). Validación de instrumento para evaluar multitarea y actitudes tecnológicas en universitarios de ciencias de la salud. *Revista Eugenio Espejo*, 18(1), 82-97.

<https://doi.org/10.37135/ee.04.19.08>

Villar, P., Arancibia-Carvajal, S., Robotham, H. y González, F. (2022). Factores que inciden en la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en primer año de ingeniería. *Revista Complutense de Educación*, 33(2).

<https://dx.doi.org/10.5209/rced.74356>

