

Educación STEM en las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia la ingeniería

Diego Armando Bautista-Díaz ^a, Mario Francisco Suarez-Moreno ^a & Jhonny Gómez-Amaya ^b

^a Secretaría de Educación Distrital, Bogotá, Colombia. dabautistad@educacionbogota.edu.co, maosuarz@yahoo.com

^b Facultad de Educación, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia. jhonnyga3000@gmail.com

Resumen— En este artículo se presenta una experiencia llevada a cabo desde la asignatura Tecnología e Informática, con un curso de secundaria, en el transcurso de grado 9 a grado 10, en un colegio público en Bogotá, Colombia. El principal objetivo de esta experiencia fue el desarrollo y aplicación de un plan curricular basado en el enfoque STEM (Science, technology, engineering and mathematics) con el fin de potenciar algunas de sus competencias (conocimientos, habilidades y actitudes), como aporte al desarrollo de sus destrezas y vocación por las carreras de ingeniería. Se realizó un diseño cuasiexperimental, con estudiantes del grado noveno. El enfoque STEM, busca integrar los contenidos en un nuevo conjunto disciplinario, potenciando los procesos de pensamiento (creativo y crítico) y la resolución de problemas. Los resultados obtenidos demuestran las tendencias y motivación de los estudiantes por género y estilo de aprendizaje frente a carreras relacionadas con la ingeniería.

Palabras clave— educación STEM; currículo; ingeniería; actitudes; estilos de aprendizaje.

Recibido: enero 20 de 2020. Revisado: 19 de febrero de 2020. Aceptado: Febrero 26 de 2020.

Education STEM in activities' high school students toward engineering

Abstract— This paper presents an experience carried out in the subject Technology and Computer Science, with a high school, course in the 9th grade to 10th grade, in a public school in Bogotá, Colombia. The main objective of this experience was the development and application of a curriculum based on the approach. STEM (Science, technology, engineering and mathematics), in order to enhance their skills and knowledge, which allows them to develop their skills and vocation for engineering careers. A quasi-experimental design was made, with students in the ninth grade. The STEM approach, seeks the contents in a joint disciplinary set, enhancing thought processes and solving problems. The results obtained demonstrate the tendencies and motivation of the students by gender and learning style against careers related to engineering

Keywords— STEM education; engineering; curriculum; attitude; learning styles.

1. Introducción

En la presente experiencia se aborda el concepto de Educación STEM (Science, technology, engineering and mathematics) integrada, concebida como la combinación de cuatro disciplinas: las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en una clase, unidad didáctica, o lección, haciendo

conexiones entre estas disciplinas y los problemas del mundo real. Promoviendo, además del uso por parte de los estudiantes, el diseño de ingeniería como medio para lograr un aprendizaje significativo a través de la integración y aplicación de las matemáticas y las ciencias (Moore & Smith, 2014). De acuerdo con Mizell y Brown [2], dentro del ámbito académico, las investigaciones en educación STEM se pueden clasificar de la siguiente manera según la metodología utilizada:

- Actividades, en las cuales se analizan actividades en clase, con específicas instrucciones a los docentes, seguidos de un análisis de efectividad de las mismas.
- Descriptivas, donde se describe un proceso, evento o pedagogía sin una actividad específica.
- Editorial, son opiniones de autores en un tema específico de educación STEM.

En [2] señalan que, de acuerdo con los resultados obtenidos, las investigaciones pueden ser:

- Desarrollo de estándares, cuando se centran en el currículo STEM.
- Implementación de programas.
- Educación en ciencias y/o tecnología.
- Educación en ingeniería.
- STEM integrado.

En esta experiencia, se tiene de una parte, una investigación mixta y parcialmente, una investigación de actividades, la cual se centró en la educación en ingeniería y, en parte, sobre el desarrollo de estándares. Para ello, se tomaron como base algunas de las iniciativas y experiencias académicas, desarrollos curriculares de educación STEM llevados a cabo en Estados Unidos; los cuales se adaptaron y conciliaron con las orientaciones en tecnología, los estándares de ciencias naturales y matemáticas desarrollados para el ciclo cuatro (grados 9 y 10 de secundaria). Se examinaron las metodologías, estrategias didácticas adaptadas para aplicar en ese contexto, luego se evaluó su impacto en las habilidades, actitudes y conocimientos de los estudiantes. La experiencia buscó dar respuesta al interrogante: ¿cómo desarrollar en los estudiantes de secundaria, las habilidades, las actitudes y las aptitudes por las carreras profesionales de ingeniería?

Como citar este artículo: Bautista-Díaz, D.A., Suarez-Moreno, M.F. and Gómez-Amaya, J., Educación STEM en las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia la ingeniería. Educación en Ingeniería, 15(29), pp. 89-103, Agosto 2019 - Febrero 2020.

2. Marco conceptual

En Colombia y en el mundo, faltan y se requieren ingenieros(as); además del bajo número de jóvenes interesados en las carreras de ingeniería, en Colombia se presenta el poco número de egresados de las carreras de ingeniería, así como la alta deserción en los primeros semestres de estas carreras.

La Unesco [3], señala que en los países desarrollados tienen más ingenieros per cápita que médicos, mientras que, en los países en desarrollo tienen incluso menos ingenieros que médicos. La Unesco enfatiza en la necesidad e importancia de la infraestructura en humanos, y desarrollo económico, por lo cual plantea el interrogante: ¿cómo puede desarrollarse una nación sin ingenieros? Entre los elementos planteados en su informe, señala que a nivel general existe en el gran público una disminución en cuanto a la comprensión y la conciencia sobre la ingeniería, unido al declive de los jóvenes tanto en interés como en las matrículas en carreras de ingeniería.

Por otro lado, la situación en Colombia se refleja en diversos estudios académicos, en [4], sostienen que, en el país, los índices de deserción producen una gran preocupación, pues no sólo la tasa de cobertura de la educación superior es baja, sino que de los pocos que ingresan a la universidad, sólo culminan su proceso aproximadamente el 50% de ellos. Igualmente, señalan que según los datos arrojados por el sistema SPADIES- Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción, en las Instituciones de Educación Superior en el área del conocimiento Ingeniería y afines, durante los cuatro primeros semestres, se concentra la mayor deserción de la educación superior en Colombia, y a su vez, afirma que uno de cada cinco estudiantes se retira en primer semestre o emigra hacia otras áreas. Refuerzan los datos con un estudio realizado por Cortes et al [5], quienes investigaron nueve programas de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia entre los años 2002 y 2006; como resultado, encontraron que, el 72,35% de los estudiantes que se retiraron lo hicieron en los primeros cuatro semestres.

Así mismo, en [4] encontraron en su trabajo de investigación sobre deserción en la Universidad de Cartagena, que entre las causas de la deserción están el desconocimiento de la carrera, y una deficiente orientación vocacional al momento de escoger la profesión la orientación profesional y vocacional implica el análisis de las habilidades, intereses y su coherencia en un campo de formación.

Además, Candamil, Paloma y Sánchez [6], proponen en su modelo para explicar la deserción, que existen unos causales previos al ingreso del estudiante al sistema universitario que afectan la permanencia en el mismo, entre estos están: la orientación vocacional, las competencias académicas y la financiación. Sugieren que las dificultades en el estudio son explicables porque el estudiante que llega a la universidad no está preparado para el sistema y la pedagogía universitaria dadas las diferencias con la educación básica, secundaria y media.

Incluso Valencia [7], señala que la formación profesional de la ingeniería requiere de unos conocimientos profundos tanto en las ciencias como en las matemáticas, ya que constituyen un componente indispensable en la fundamentación científica y técnica de los ingenieros. Además de esos conocimientos, se requiere el desarrollo de unas habilidades, actitudes y valores que le permitan al futuro ingeniero, comprender su papel en la sociedad y aportar soluciones creativas a los problemas de su campo profesional.

2.1 Actitudes STEM

Si bien existen diversas opiniones en cuanto al significado de las actitudes, su sentido más generalizado, es el que señalan Ospina, Sandoval, Aristizábal y Ramírez [8], que definen la actitud como el conjunto de creencias, sentimientos y tendencias de un individuo que dan lugar a un determinado comportamiento; señalan igualmente, que de la actitud hacen parte elementos cognitivos (como las creencias, estereotipos, etc.) y elementos afectivos (sentimientos y emociones), además de elementos que ellos denominan tendenciales (tendencia de actuar o reaccionar de cierta manera).

Al considerar las actitudes de los estudiantes hacia las carreras STEM, se toma como base la teoría de la expectativa-valor [9]; la expectativa, entendida como la estimación subjetiva que hace el sujeto sobre la probabilidad de lograr una meta concreta mediante la realización de una conducta. La teoría maneja dos conceptos básicos: la creencia en la propia capacidad para llevar a cabo una determinada conducta con éxito y el control percibido sobre tal conducta. A su vez, se manejan dos tipos de expectativas: las de autoeficacia, que son predicciones o estimaciones que realiza un sujeto sobre la seguridad que tiene de poder realizar una conducta o acción concreta.

En este sentido, la fuerza motivacional está en función de la expectativa que tiene el sujeto sobre la consecución de la meta y del valor del refuerzo. Representa el deseo del sujeto por aproximarse o alejarse de algo o de alguien. La teoría de la expectativa-valor, ayuda a enmarcar la autoeficacia en términos de expectativas de éxito en un ambiente académico particular y expectativa de resultado en términos del valor en un área académica para objetivos futuros.

3. Metodología

El objetivo de la investigación fue el diseño y validación de una propuesta curricular STEM para el fortalecimiento de las habilidades y vocaciones por la ingeniería. Explícitamente, incluía la elaboración de una propuesta curricular desde la perspectiva STEM integrado, factible de aplicar desde la asignatura Tecnología e Informática en el grado noveno (9) y décimo (10). La aplicación de dicha propuesta se hizo mediante una unidad didáctica dispuesta en la plataforma LMS Schoology; posteriormente, se examinaron los resultados en cuanto a las vocaciones, habilidades, conocimientos y actitudes de los estudiantes frente a las carreras profesionales de ingeniería.

Para ello, se llevó a cabo un diseño de investigación cuasiexperimental, aquella en la que existe una exposición, una respuesta y una hipótesis para contrastar, pero no hay aleatorización de los sujetos a los grupos de tratamiento y control, o bien, no existe grupo control propiamente dicho. La intervención se realizó con estudiantes del grado noveno, de una institución educativa pública de Bogotá, Colombia. El grado noveno está compuesto por 5 cursos, con 176 estudiantes, 86 ellos son hombres y 90 mujeres. Se tomó como población objeto de estudio, el curso 901. Dicho curso tenía 18 mujeres y 14 hombres, para un total de 32 estudiantes. Jóvenes en edad comprendida entre los 13 y 15 años. La muestra seleccionada fue de 16 estudiantes, de los cuales, 8 fueron hombres y 8 mujeres. Esta muestra fue de tipo no probabilística, no aleatoria, por cuanto se deseó que la muestra fuera de la misma proporción que la población estudiada, así mismo, se consideró la cuestión de género dentro de la educación STEM.

3.1 Hipótesis

Se plantea como hipótesis general, que la implementación de un currículo STEM mejoraría las habilidades y las vocaciones de los estudiantes por las carreras de ingeniería. Y se plantean como hipótesis específicas:

- El currículo STEM influirá positivamente en la vocación de los estudiantes por las carreras de ingeniería.
- El currículo STEM influirá positivamente en estudiantes con determinados estilos de aprendizaje.
- El currículo STEM influirá de manera diferenciada en estudiantes hombres y estudiantes mujeres.

3.2 Fases de la investigación

- Elaboración y aplicación de las pruebas de entrada.
- Diseño del currículo STEM.
- Diseño y aplicación de la unidad didáctica.
- Aplicación de las pruebas de salida.
- Análisis de resultados y conclusiones.

3.3 Pruebas de entrada

3.3.1 Test de estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje se definen como un conjunto de rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que permiten identificar cómo los estudiantes interactúan con sus ambientes de aprendizaje [10]. Para identificar los estilos de aprendizaje, se utilizó el cuestionario de Honey-Alonso CHAEA. Este consta de 80 afirmaciones divididas en cuatro secciones de 20 ítems correspondientes a los cuatro estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático). Es una prueba autoadministrable con puntuación dicotómica, que expresa el acuerdo o el desacuerdo; la puntuación absoluta que el estudiante obtenga en cada sección, indica el grado de preferencia por el estilo de aprendizaje.

En [10], establecen los siguientes estilos de aprendizaje:

- Activo. Corresponde a las personas que se caracterizan por ser animadoras, improvisadoras, descubridoras, espontáneas y arriesgadas. Están interesadas en vivir las experiencias y ser cambiantes.
- Reflexivo. Incluye a las personas que son ponderadas, receptivas, analíticas y exhaustivas. Son observadoras, pacientes, detallistas, investigadoras y asimiladoras.
- Teórico. Caracteriza a las personas que son metódicas, lógicas, objetivas, críticas y estructuradas; son disciplinadas, ordenadas, buscadoras de hipótesis y teorías, además de exploradoras.
- Pragmático. Incluye a las personas experimentadoras, prácticas, eficaces y realistas; se caracterizan por ser rápidas, organizadoras, estar seguras de sí mismas, de solucionar problemas y de planificar sus acciones.

El test CHAEA se realizó mediante un archivo de Excel, que de manera automática genera la calificación o cuantificación de cada estilo, verifica que sean respondidas todas las cuestiones y produce además un diagrama de red de estilos de aprendizaje. La Fig. 1 presenta los resultados de los cuatro estilos de aprendizaje obtenidos en los estudiantes tras la aplicación de los 20 ítems del test, donde la mayor tendencia de resultados

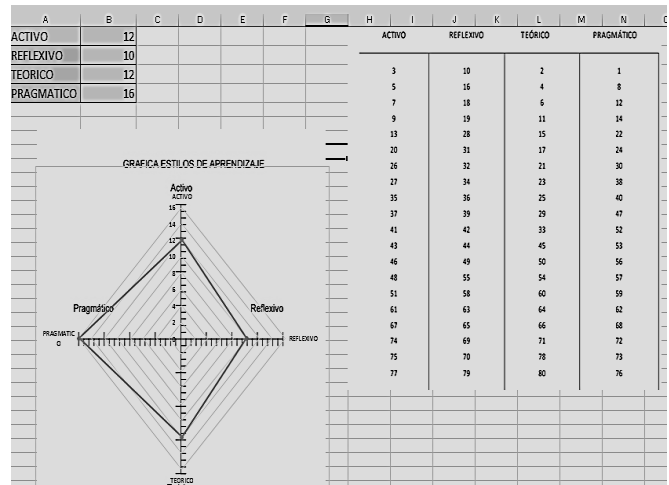


Figura 1. Resultado de aplicación individual del test CHAEA. Fuente: Los autores.

obtenidos en la muestra de los estudiantes se orienta hacia una personalidad pragmática con un compartimento muy similar entre lo activo y lo teórico.

Tabla 1. Descripción de la encuesta de actitudes STEM.

Sección	Psicometría	Ítem negativo	Tipo de medida
Actitudes hacia las matemáticas Ítems 1 a 5	Constructo Respuestas en escala Likert de 5 niveles	Ítem # 1, 3 negativos	Consiste en ítems que miden la autoeficacia relacionada con las matemáticas y las expectativas derivadas del éxito en las matemáticas.
Actitudes hacia las ciencias ítems 6 a 9	Constructo Respuestas en escala Likert de 5 niveles		Consiste en ítems que miden la autoeficacia relacionada con las ciencias y las expectativas derivadas del éxito en las ciencias.
Actitudes hacia la ingeniería y la tecnología Ítems 10 a 16	Constructo Respuestas en escala Likert de 5 niveles		Consiste en ítems que miden la autoeficacia relacionada con la ingeniería y la tecnología y las expectativas derivadas del éxito en la tecnología y la ingeniería.
Tu futuro Ítems 17 a 26	Ítem Respuestas en escala Likert de 4 niveles		Miden el interés en carreras relacionadas con STEM
Acerca de ti Ítems 27-29	Ítem Respuestas en escala Likert de 3 niveles		Hace relación a la percepción sobre el desempeño académico, en asignaturas STEM
Acerca de ti Ítems 30-32	Ítem Respuesta en escala dicotómica SI-NO		Hace relación a la interacción con profesionales STEM

Fuente: Los autores

3.3.2 Encuesta de actitudes STEM

Esta es una adaptación de la encuesta realizada por el Friday Institute for Educational Innovation de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en el año 2012. Esta encuesta se utilizó para medir las actitudes hacia STEM, en estudiantes de primaria y secundaria; y se basa en dos conceptos: autoeficacia y el interés por la carrera profesional, conceptos que hacen parte de la teoría de la expectativa de resultados, que asumen que las personas, incluidos los estudiantes, evalúan regularmente la probabilidad de alcanzar un objetivo. Este instrumento es de libre acceso y modificación para uso educativo y puede adaptarse a condiciones particulares, siempre y cuando se cite la fuente original. Así, del instrumento original de 57 ítems o preguntas, se tomaron 32, eliminando las preguntas relacionadas con las competencias del siglo XXI.

Esta encuesta contiene cuatro secciones detalladas en la Tabla 1.

Para determinar la confiabilidad interna de este instrumento se utilizó el análisis de homogeneidad de ítems o Alfa de Cronbach. Se aplicó a un grupo de prueba de 32 estudiantes, el resultado obtenido fue de $\alpha = [0.8201]$, por lo tanto, el instrumento posee confiabilidad interna. La Fig. 2 presenta el contenido de la encuesta de actitudes hacia la Educación STEM empleando una escala Likert.

1. nombres y apellidos *

2. edad *
 Marca solo un óvalo.

13
 14
 15
 16
 +16

3. sexo *
 Marca solo un óvalo.

Hombre
 Mujer

4. curso *
 Marca solo un óvalo.

1001
 1002
 1003
 1004
 1005

ayuda

FORMA DE RESPONDER

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5

5. 1 Siempre me ha ido mal en matemáticas *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

ENCUESTA ACTITUDES

6. 2 Yo podría elegir una carrera que tenga mucha matemáticas *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

7. 3 las matemáticas son difíciles para mí *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

8. 4 siempre he tenido buenas notas en matemáticas *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

9. 5 soy bueno en matemáticas *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

10. 6 entiendo bien las ciencias naturales *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

11. 7 yo podría ser un científico *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

12. 8 siempre realizo bien mis trabajos y experimentos de ciencias *
 Marca solo un óvalo.

ENCUESTA ACTITUDES

13. 9 me gustaría trabajar en algo relacionado con las ciencias naturales (química, biología, física, medicina) *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

14. 10 me gustaría imaginar y crear nuevos productos o aparatos *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

15. 11 yo podría ser un ingeniero (a) *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

16. 12 soy bueno para construir o arreglar cosas *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

17. 13 me interesa como funcionan las máquinas *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

18. 14 me interesa la electrónica *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

19. 15 creo que las ciencias y las matemáticas me ayudarían a crear inventos necesarios *

Figura 2. Contenido de la encuesta de actitudes STEM.
 Fuente: Los autores.

Continuación Figura 2. Contenido de la encuesta de actitudes STEM.

ENCUESTA ACTITUDES

20. 16 me gustaría un trabajo para crear e innovar *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

totalmente en desacuerdo totalmente de acuerdo

para responder las siguientes preguntas---usar la escala siguiente

NADA INTERESADO	POCO INTERESADO	INTERESADO	MUY INTERESADO
1	2	3	4

21. 17 me gustaría un trabajo relacionado con la física /físico, ingeniero aeronautico, astronomía, *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

22. 18 me gustaría un trabajo relacionado con el cuidado del medio ambiente / ingeniero ambiental, ecología, científico, agronomía *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

23. 19 me gustaría un trabajo relacionado con las plantas y animales / biólogo, zoólogo, genetista, zootecnista, ingeniero agrícola, *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

24. 20 me gustaría un trabajo relacionado con las matemáticas, como estadístico o matemático *
 Marca solo un óvalo.

25. 21 me gustaría un trabajo relacionado con la salud y medicina--medico enfermería, odontología, terapeuta, nutricionista *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

26. 22 me gustaría un trabajo relacionado ciencias de la tierra--geografo, geologo, arqueología... *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

27. 23 me gustaría un trabajo relacionado con la computacion...ingeniería de sistemas, programador, diseñador de juegos *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

28. 24 me gustaría un trabajo relacionado con la química--ingeniero químico o químico *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

29. 25 me gustaría un trabajo relacionado con la electricidad--ingeniero electricista o ingeniero nuclear *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3 4

no me interesa en absoluto muy interesado

30. 26 me gustaría un trabajo relacionado con la ingeniería--como ingeniero civil, ingeniero mecanico, automotriz, mecatronica *
 Marca solo un óvalo.

Continuación Figura 2. Contenido de la encuesta de actitudes STEM.

EN LAS PREGUNTAS SIGUIENTES CONTESTE ASI:

1= NO MUY BIEN 2=ACEPTABLE 3=BIEN

31. 27 COMO CREE QUE LE IRA ESTE AÑO EN CIENCIAS NATURALES-FISICA-QUIMICA *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3

NO MUY BIEN MUY BIEN

32. 28 COMO CREE QUE LE IRA ESTE AÑO EN MATEMATICAS *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3

NO MUY BIEN MUY BIEN

33. 29 COMO CREE QUE LE IRA ESTE AÑO EN INFORMATICA--TECNOLOGIA *
 Marca solo un óvalo.

1 2 3

NO MUY BIEN MUY BIEN

34. 30 CONOCE ALGUIEN QUE TRABAJE COMO CIENTIFICO *
 Marca solo un óvalo.

1 2

NO SI

35. 31 CONOCE ALGUIEN QUE TRABAJE COMO MATEMATICO diferente a profesor *
 Marca solo un óvalo.

1 2

NO SI

36. 32 CONOCE ALGUIEN QUE TRABAJE COMO INGENIERO *
 Marca solo un óvalo.

1 2

NO SI

Fuente: Los autores.

Los 32 ítems que componen la encuesta de actitudes, se discriminan así:

- Ítems 1 a 5 interés y disposición hacia las matemáticas.
- Ítems 5 a 9 interés y disposición hacia las ciencias.
- Ítems 10 a 15 interés y disposición hacia la tecnología e ingeniería.
- Ítems 17 a 19 – 21 y 22 expectativas profesionales en ciencias.
- Ítem 20 expectativas profesionales en matemáticas.
- Ítems 23 a 26 expectativas profesionales en ingeniería y tecnología.
- Ítems 27 a 32 apreciaciones personales (27 y 30 en ciencias, 28 y 31 en matemáticas, 29 y 32 en ingeniería y/o tecnología).

3.4 Currículo STEM

En esta investigación, se adoptó la corriente técnica del currículo y se siguió el modelo de Hilda Taba, que al igual que Stenhouse y Tanner, se basan en el modelo de Tyler. De acuerdo con el modelo de diseño curricular de Taba [11], se desarrollarán los siguientes pasos:

Paso 1: Determinación de la necesidad.

Paso 2: Formulación de objetivos.

- Paso 3: Selección de contenido.
- Paso 4: Organización del contenido.
- Paso 5: Selección de experiencias de aprendizaje.
- Paso 6: Organización de las experiencias de aprendizaje.
- Paso 7: Determinación de qué evaluar, y los medios de hacerlo.

3.4.1 Necesidad del currículo STEM

La UNESCO, en su estudio IBE [12], ha señalado una alta preocupación por la disminución constante del interés de los jóvenes por la ciencia, así como la escasez de ingenieros, que en muchas ocasiones están relacionadas por las dificultades que presentan los estudiantes al enfrentarse a las matemáticas y las tecnologías. Las problemáticas están asociadas con el bajo interés por las carreras de ingeniería y con las habilidades de los estudiantes, por ello se busca una mejora en dichas habilidades con el fin de que puedan afrontar en un futuro, las carreras de ingeniería con éxito.

3.4.2 Contenidos

La propuesta curricular STEM, busca integrar los contenidos de las ciencias naturales, matemáticas, la ingeniería y la tecnología, para lo cual se consideran los siguientes estándares:

- Estándares para ciencias naturales (Colombia).
- Estándares para matemáticas (Colombia).
- Orientaciones para tecnología (Colombia) y las adaptaciones desarrolladas por la Secretaría De Educación de Medellín.
- Estándares Científicos de Próxima Generación (NGSS -- Next Generation Science Standards) de Estados Unidos
- Estándares para ciencias de la computación de la CSTA (Computer Science Teachers Association (CSTA) de Estados Unidos.)
- Estándares para educación en tecnología de la International Technology and Engineering Educators Association (ITEA) y de la International Society for Technology in Education (ISTE) de Estados Unidos.
- Estándares de ingeniería K-12 del departamento de educación de Minnesota y del departamento de educación de Massachussets (Estados Unidos).

Los contenidos en ciencias naturales, matemáticas y tecnología, de acuerdo con los estándares y orientaciones del Ministerio de Educación de Colombia, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de contenidos en ciencias naturales, matemáticas y tecnología

Estándares en ciencias naturales	Estándares en matemáticas	Orientaciones tecnología
Entorno vivo	Pensamiento numérico	Naturaleza y evolución de la tecnología
Genética	Operaciones	Principios científicos de artefactos y sistemas tecnológicos
Reproducción sexual	Números reales	Evolución de la ciencia y la tecnología
Taxonomía	Notación científica	Calidad de productos tecnológicos
ADN	Radicación	
Evolución	logaritmos	
Origen especies		
Mecanismos de		

defensa y ataque Eras geológicas		Tecnologías digitales Tecnologías de control
Me aproximo al conocimiento como científico-a natural	Pensamiento espacial y sistemas geométricos	Apropiación y uso de la tecnología
Experimentación Formulación de hipótesis Modelación Magnitudes-medición Registro observaciones, gráficos Cuadros Método científico	Congruencia y semejanza objetos 2d y 3d Teoremas básicos Semejanza y congruencia en triángulos Resolución geométrica	Selección y utilización de un producto natural o tecnológico para resolver una necesidad o problema. Elementos de protección y normas de seguridad para la realización de actividades y manipulación de herramientas y equipos Uso de las TIC para comunicación e investigación y aprendizaje de otras disciplinas Representación graficas en 2d y 3d Ensamblaje de objetos a través de instrucciones y esquemas
Entorno fisico	Pensamiento métrico y sistemas de medidas	Solución de problemas con tecnología
Masa-peso-densidad Propiedades de líquidos sólidos y gases Termodinámica Ácidos-bases Ondas Luz-óptica	Probabilidad y estadística Modelos	Problemas del entorno y soluciones basadas en tecnología Trabajo colaborativo Diseño de soluciones, criterios y ponderación Diseño de prototipos, maquetas y modelos Fallas de sistemas tecnológicos
Ciencia, tecnología y sociedad	Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos	Tecnología y sociedad
Análisis genético Biodiversidad Motores y termodinámica Ph Componentes químicos productos Ondas y música Reproducción sexual Ondas y sistema de comunicaciones	Algebra Ecuaciones lineales Polinomios Ecuación de la recta Funciones y Representaciones graficas Función exponencial-logarítmica-racional y polinómica	Influencia de innovaciones en sociedad y cultura Ciclo de vida de productos tecnológicos y sus efectos Patentes y derechos de autor Efectos sobre salud y el ambiente de productos y procesos tecnológicos
	Pensamiento aleatorio y sistemas de datos	
	Áreas volúmenes Ángulos Superficies Longitudes	

Fuente: Los autores.

Los contenidos en ingeniería, ciencias de la computación y tecnología (nacionales y regionales de Estados Unidos), se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3.
Resumen de contenidos en ingeniería, tecnología y ciencias de la computación

Estándares ingeniería	Estándares tecnología	Estándares ciencias de la computación
Diseño de ingeniería	Empoderamiento	Pensamiento computacional
Problemas de diseño Criterios cuantitativos y cualitativos Restricciones y requerimientos Descomposición del problema Prototipos Evaluación de soluciones Documentación y presentación de soluciones	Metas de aprendizaje Entornos de aprendizaje personalizados Retroalimentación sobre el aprendizaje Selección, uso de tecnología para solucionar problemas	Proceso de desarrollo de software Descomposición de problemas Construcción de algoritmos Representación de datos Almacenamiento de datos Modelación y simulación
Prácticas de ingeniería	Ciudadano digital	Colaboración
Definición del problema Desarrollo de modelos Investigación Análisis de datos Uso pensamiento matemático y computacional Construcción de explicaciones y diseño de soluciones Argumentación Comunicación de información	Identidad digital Comportamiento seguro, legal, ético y positivo Uso, obligaciones de la propiedad intelectual Seguridad y privacidad digital	Trabajo en equipo y colaborativo para desarrollo de software Uso herramientas colaborativas Formas de expresión, comunicación mediante la computación
Comprensión sobre ingeniería	Constructor de conocimiento	Práctica de computación y programación
Análisis de diseños y productos de ingeniería Análisis de riesgos Ciclo de vida de productos Carreras de ingeniería.	Búsqueda de información Cualificación de la información Curaduría de información	Creación de páginas web Aplicaciones móviles Depuración y prueba de programas Lenguajes de programación. Seguridad informática Carreras relacionadas con la computación
Interacciones entre las ciencias, matemáticas, ingeniería, tecnología y sociedad	Pensador computacional	Computadoras y dispositivos de comunicación
Comunicación de procedimientos y resultados de un proyecto de investigación científica o diseño de ingeniería utilizando medios verbales, gráficos, cuantitativos, virtuales o escritos. Uso de instrumentos, herramientas y computadores en contextos de ciencia e ingeniería	Pensamiento algorítmico Recopilación y toma de datos Descomposición de problemas complejos	Computación en dispositivos móviles y vehículos Hardware Organización de computadores Entrada y salida de información Inteligencia artificial y robótica Redes de computo
El papel de las matemáticas y la tecnología en ciencia e ingeniería	Comunicador creativo	Impactos globales, éticos y de la comunidad
Recopilación y representación de datos Validación y	Plataformas y herramientas comunicativas digitales	Uso apropiado de redes sociales Impacto de la computación en empresas

consistencia de los datos Modelos físicos, conceptuales, matemáticos e informáticos Multidisciplinariedad	Recursos digitales comunicativos Modelos, visualizaciones y simulaciones	y comercio Tecnología adaptativa Impacto de la tecnología en la cultura Implicaciones sociales de la piratería y el hacking Software y propiedad intelectual
Sistemas	Colaborador mundial	
Modelación de sistemas y subsistemas Entradas y salidas del sistema Propiedades del sistema Retroalimentación del sistema	Herramientas digitales colaborativas Proyectos colaborativos Comunidades de aprendizaje	
	Diseñador Innovador	
	Proceso de diseño Herramientas digitales de gestión del proceso de diseño Desarrollo y prueba de prototipos	

Fuente: Los autores.

Los estándares de Estados Unidos seleccionados corresponden a:

- Estándares Científicos de Próxima Generación (NGSS -- Next Generation Science Standards) son los estándares para la enseñanza de las ciencias naturales en Estados Unidos. Este es uno de los estándares que más se ha acercado a la concepción STEM, ya que de manera acertada ha integrado temas de ingeniería en la teoría y práctica de las ciencias, en particular, se ha hecho hincapié en (prácticas de ingeniería y tecnología, el diseño de ingeniería y los enlaces entre ingeniería, tecnología y sociedad). De estos estándares, se toman los contenidos referentes al diseño de ingeniería, toda vez que se considera que las actividades basadas en el diseño de ingeniería y la resolución de problemas permiten desarrollar ambientes de aprendizaje atractivos para el estudiante.
- Estándares para ciencias de la computación de la CSTA (Computer Science Teachers Association (CSTA)). Estos se consideraron porque gran parte de los trabajos con STEM, están relacionados con el manejo y apropiación de las TIC, en particular lo relacionado con la programación de computadores y otros dispositivos. Además, en Colombia, no existen estándares en informática y más preocupante aún, es que la informática sea ignorada como disciplina en sus contenidos dentro de las orientaciones expedidas por el Ministerio de Educación para el área de Tecnología. Se toman los estándares base del año 2011, en el cual se promueve el desarrollo del pensamiento computacional y la programación.
- Estándares para educación en tecnología de la International Technology and Engineering Educators Association (ITEA) y de la International Society for Technology Education (ISTE). Con respecto a los estándares del ISTE,

existen dos versiones; una del 2007 y otra de 2016, aunque su contenido es similar, se decide seleccionar la versión de 2016, por cuanto trabaja 2 ejes fundamentales: el pensamiento computacional y el pensamiento de diseño, esenciales para el trabajo de la tecnología en el aula. En cuanto a los estándares del ITEA, se tomarán los elementos referentes al diseño.

- Estándares de ingeniería K-12 del departamento de educación de Minnesota y del departamento de educación de Massachussets. Aunque no son estándares independientes de ingeniería, si incluyen esta temática dentro de los estándares de tecnología y/o ciencias naturales. Se elige el estándar de Minnesota por cuanto da una mirada integral con las otras áreas del STEM diferentes a la ingeniería.
- Por último, se seleccionan unos estándares de práctica STEM, que darán el marco general de lo que debería aprender un estudiante en cuanto a los contenidos STEM. Estos estándares fueron desarrollados por el departamento de educación de Maryland.

3.4.3 Experiencias de aprendizaje

Lynch [13], señala que la educación STEM, comprende muchas actividades experienciales o prácticas, es decir que la relevancia de los contenidos radica en que los estudiantes puedan interactuar de manera física, esto es, en el hacer, construir, producir y lograr. En [13], da pistas sobre las experiencias prácticas de aprendizaje, indicando asociaciones entre los verbos didácticos y los campos STEM así:

- Ciencia - reciclar, crecer, trasplantar, injertar, diseccionar, formular.
- Tecnología - crear, construir, generar, planificar, diseñar.
- Ingeniería - construir, armar, erigir, fabricar, inventar.
- Matemáticas - resolver, investigar, justificar, priorizar, valorar.

Por ello [14], al analizar la taxonomía de Bloom relacionada con la educación STEM, considera que las cuatro habilidades principales son: aplicar, analizar, evaluar y crear; y sostiene que dichas habilidades son las que se potencian en las clases relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

3.4.5 Evaluación

Jolly [15], propone varios elementos a considerar en la evaluación dentro de la educación STEM. Señala que debe darse respuesta a los siguientes interrogantes: ¿Qué están aprendiendo los estudiantes?, ¿Qué están pensando? y ¿Qué conocimientos y habilidades están obteniendo como resultado de la lección STEM?. Jolly [15] propone cinco elementos a verificar durante todas las lecciones:

- Examinar la calidad de las lecciones de STEM.
- Medir la comprensión de los estudiantes, en las ciencias y las matemáticas necesarias para resolver el problema.
- Mirar el progreso del trabajo en equipo de los estudiantes.
- Evaluar el desarrollo de habilidades STEM.
- Examinar las actitudes de los estudiantes y el crecimiento de la confianza.

3.5 Unidad Didáctica

La unidad didáctica se hizo bajo la modalidad de Blended Learning, para ello se utilizó el modelo ADDIE. Ya que Mc Griff [16] considera que el modelo ADDIE es un proceso de diseño instruccional iterativo y recursivo, en donde los resultados de la evaluación de cada fase pueden conducir al diseñador instruccional de regreso a cualquiera de las fases previas. El producto final de una fase es el producto de inicio de la siguiente fase.

La Unidad Didáctica se denominó: STEM1 – estructuras y puentes, en el ámbito de la ingeniería, las ciencias, las matemáticas y la tecnología. Está compuesta de 12 lecciones, que tienen como eje central *los puentes*, como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenidos unidad didáctica STEM

Lecciones	Actividades
1. Carreras stem	encuesta actitudes STEM encuesta vocacional test matemáticos test ciencias test estilos de aprendizaje
2. ¿Qué es la ingeniería?	¿wiki que hace un ingeniero? ¿qué es la ingeniería? ¿qué cualidades y habilidades debe tener un ingeniero?
3. Ingeniería en acción I	vídeo y contenido--ingeniería mecatrónica vídeo y contenido--ingeniería civil vídeo y contenido--ingeniería mecánica wiki tipos de ingenieros y sociedades de ingeniería wiki impacto de la ingeniería
4. Estructuras y puentes	vídeo los puentes contenido -que son las estructuras lecturas--estructuras ingeniería y puentes aplicando el diseño de ingeniería taller reto Balloon car
5. Tipos de puentes	tipos de puentes según su diseño tipos de puentes y su uso ubica el puente correcto en Craggy rock
6. Ingeniera en acción II	ingeniería de sistemas vídeo y contenido ingeniería eléctrica vídeo y contenido ingeniería electrónica vídeo y contenido prueba tu puente actividad simulación con WPBD
7. Puentes con Tinkercad y Sketchup	puentes e impresión en 3d con Tinkercad puentes e impresión en 3d con Sketchup
8. Puentes y su relación con las matemáticas y la física	vídeo presentación puentes y geometría puentes y funciones cónicas puentes y fuerzas
9. Puentes con bloques de Lego	construcción puente de armadura construcción puente de arco construcción puente de viga construcción puente atirantado
10. Estructuras en la naturaleza	puentes vivos puentes naturales ingeniería y ética
11. Puentes y el entorno	puente del colegio puentes en Bogotá puentes en Colombia
12. Conclusión	encuesta actitudes stem test matemáticas test ciencias

Fuente: Los autores.

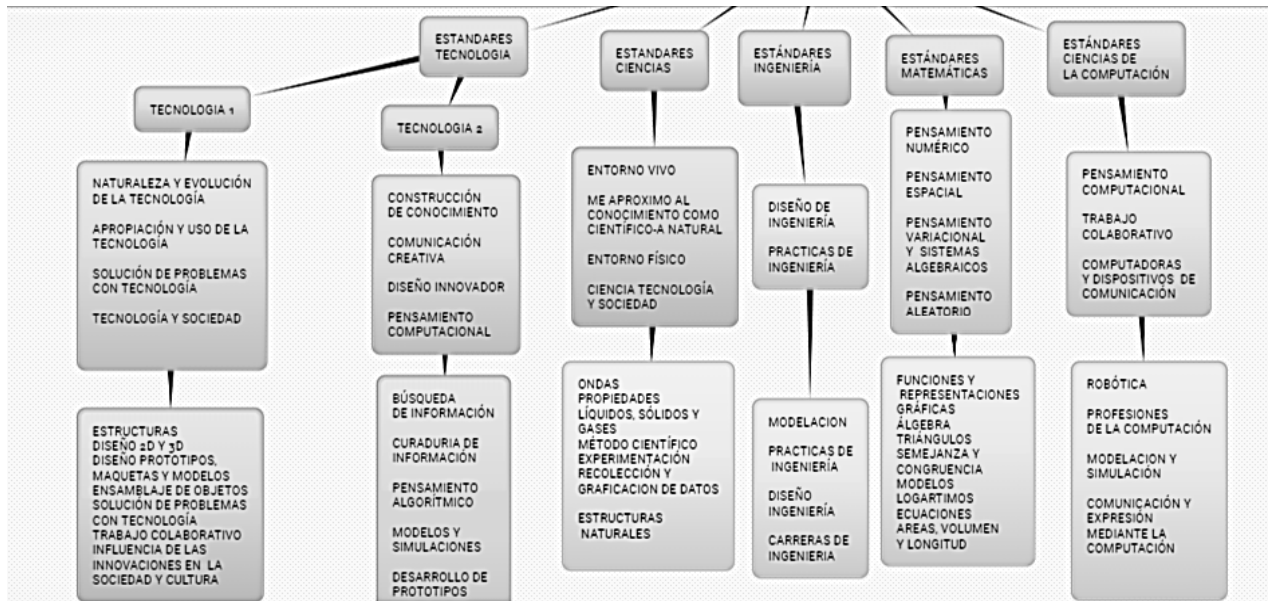


Figura 3. Contenidos y competencias de la unidad didáctica.
Fuente: Los autores.

Es así como las actividades en tecnología e informática comprendieron la creación y diseño de estructuras de forma real y virtual (mediante software de diseño en 2d y 3d). En ingeniería comprendió; por una parte, la orientación sobre las carreras de ingeniería asociadas al diseño y construcción de los puentes y, por otra parte, se exploraron actividades propias del ingeniero, como la simulación (diseño y prueba de un puente sujeto a unas restricciones) mediante el software westpoint bridge designer - WPBD). En matemáticas, las actividades exploraron las relaciones de la geometría, las funciones cónicas y la trigonometría con los puentes. En ciencias, las actividades estuvieron relacionadas con los aspectos de la física relacionadas con los puentes como la resonancia, las estructuras de origen natural y la biomimética, (se refiere a la innovación tecnológica basada en la naturaleza).

La unidad didáctica se montó en una plataforma LMS (Schoology), que sirvió como herramienta de apoyo a las clases presenciales y como medio de interacción con los estudiantes, además de medio de registro y seguimiento. Las actividades y lecciones fueron desarrolladas en un periodo de 3 meses, en sesiones de clase de 80 minutos (1 sesión por semana).

La Unidad Didáctica STEM1 buscó que el estudiante alcanzara los siguientes objetivos:

- Identificar las actividades de diferentes ingenieros, en cuanto al diseño, construcción, modelado y simulación de los puentes.
- Orientar a los estudiantes sobre el quehacer, las habilidades, y destrezas de diferentes carreras de ingeniería.
- Identificar las características de las estructuras y de los puentes, considerados como un tipo especial de estructuras.
- Reconocer las distintas tipologías de puentes y sus usos más adecuados.
- Valorar la implicación de la ética en el actuar del ingeniero.

En cuanto al currículo propuesto, la unidad didáctica comprendió los contenidos y competencias como se puede observar en la Fig. 3.

3.6 Análisis de datos

A continuación, se presentan los resultados producto de la aplicación de los instrumentos y la validación de la propuesta curricular STEM propuesta.

3.6.1 Estilos de aprendizaje

Aunque el test aplicado, no arroja un solo estilo de aprendizaje predominante, sino una mezcla de ellos, por ello los estilos con predominancia son el teórico y el activo, como se indica en la Fig. 4. Al analizar la diferencia en estilos de aprendizaje entre estudiantes hombres y mujeres como se observa en la Fig. 5, se tiene que las mujeres tienen una mayor preferencia por estilo de aprendizaje activo que los hombres y ligeramente mayor que los hombres en los estilos pragmáticos y teóricos. Pero, de manera general, no se observan grandes diferencias entre hombres y mujeres.

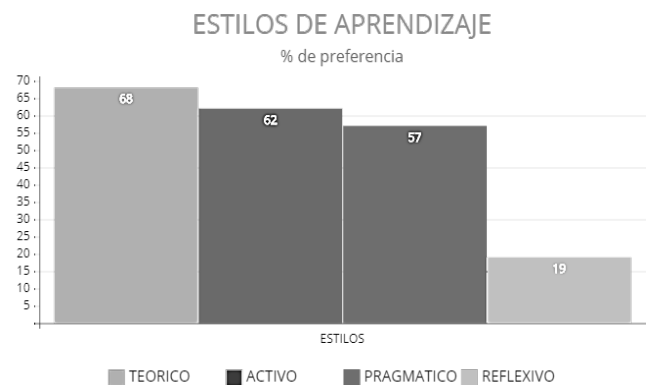


Figura 4. Resultado de test de estilos de aprendizaje.
Fuente: Los autores.



Figura 5. Resultado de test de estilos de aprendizaje por sexo.
Fuente: Los autores.

Tabla 5.
Categorías de actitudes

Categoría	Términos asociados	Estamento asociado
Conciencia:	Interés, reconocimiento, conocimiento, conciencia	Me gusta, no me gusta, en mi clase hay, en mi colegio existe...
Capacidad Percibida:	habilidad, poder, confianza, certeza, creencia propia	Soy bueno en, me desempeño bien en, es difícil para mí, realizo bien...
Valor:	importancia, importancia, utilidad, mérito	Es importante... necesito... Aprender esto me ayudara en... Me gustaría aprender ...
Compromiso:	dedicación, devoción, potencial, prospectivo, intención	Me interesa una carrera en... Quiero desarrollar mis habilidades en..

Fuente: Adaptado de [17].

3.6.2 Actitudes STEM

Mahoney [17], se centra en si es posible llegar a medir cómo reacciona el estudiante ante un nuevo material o formato educativo y si es posible medir su aceptación o rechazo. En el transcurso de su investigación, Mahoney [17] establece un instrumento o test de actitudes donde los ítems abarcaban 4 categorías, las cuales se pueden observar en la Tabla 5.

3.6.3 Resultados test de actitudes STEM - ENTRADA

Los resultados obtenidos antes de la realización de los contenidos de la unidad didáctica se observan en la Fig. 6., y arrojaron los siguientes datos:

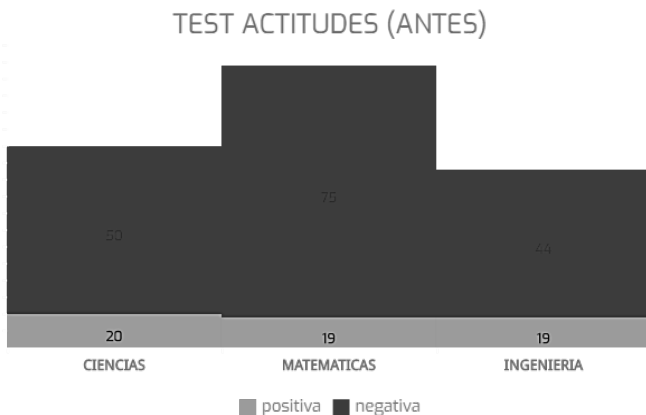


Figura 6. Resultados test actitudes - entrada.
Fuente: Los autores.

En matemáticas: El 75% de los estudiantes no eligió una carrera relacionada con las matemáticas y un 19% si se sintió proclive a estas carreras. Un 31% consideró que obtuvo buenas notas en matemáticas y aproximadamente un 60% consideró que sus notas eran aceptables (ni buenas, ni malas). El 31% se consideró que son buenos en matemáticas, mientras que cerca de un 25% se consideran malos para las matemáticas. Solo un 13% consideró que las matemáticas son difíciles. En cuanto a las carreras profesionales, hay un porcentaje bajo 19% que se sintió atraído por las matemáticas y similares; mientras que un alto porcentaje 81% no siento interesado por las profesiones relacionadas con las matemáticas. En cuanto a la experiencia personal, un 75% de los estudiantes, consideró que su rendimiento académico fue aceptable en la asignatura de matemáticas, y un 75% manifestó no conocer a algún matemático.

En ciencias: El 81% consideraron que entiende bien las ciencias naturales. Menos del 20% estimó que puede ser científico y un 50% no se siente atraído por ser científico. Un 56% consideró que realiza bien sus prácticas en ciencias. El 55% consideró que trabaja bien en ciencias naturales y cerca del 30% trabajaría en un campo relacionado con las ciencias naturales. En cuanto a las carreras profesionales, un 69% eligió una carrera relacionadas con las ciencias naturales, un 50% eligió carreras relacionadas con la medicina y un 38% relacionada con la geografía y un 44% eligió carreras relacionadas con el medio ambiente y ninguno de los encuestados eligió una carrera relacionada con la física. En cuanto a la experiencia personal, un 75% de los estudiantes, consideró que su rendimiento académico en el presente año será aceptable en las asignaturas relacionadas con las ciencias y solo un 6% manifiesta conocer a algún científico.

En tecnología e ingeniería: Un 19% consideró que podría ser ingeniero y un 44% no se sintió atraído por esta carrera. Al ser específico en las habilidades relacionadas con la ingeniería al 38% le gustó armar o crear cosas, así mismo un 38% se sintieron motivados a realizar inventos. Al 50% le gustaron actividades relacionadas con la electrónica, un 37% se consideraron curiosos, un 56% consideró que les gustaría innovar y un 56% consideró que hay una relación entre ciencias y matemáticas con la ingeniería. En cuanto a las carreras profesionales de ingeniería, hay disparidad en las preferencias, mientras un 63% elegiría una carrera relaciona con la ingeniería de sistemas, electrónica y computación, solo un 13% lo haría por la ingeniería química y un 31% lo haría por la ingeniería eléctrica, civil o mecánica. En cuanto a la experiencia personal, un 75% de los estudiantes, consideró que la va a ir bien en la asignatura de tecnología, y un 63% manifiesta conocer a algún ingeniero.

3.6.4 Resultados test de actitudes STEM - SALIDA

Los resultados obtenidos después de la aplicación de la unidad didáctica se observan en la Fig. 7, y arrojaron los siguientes datos:

TEST ACTITUDES (después)

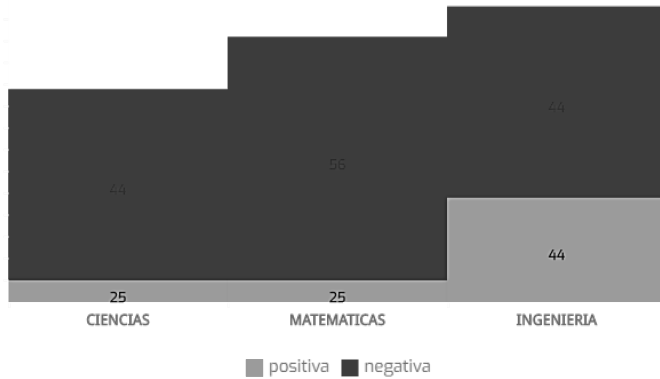


Figura 7. Resultados test actitudes - salida.
Fuente: Los autores.

En matemáticas: El 56% de los estudiantes no elegiría una carrera relacionada con las matemáticas y un 25% si se siente proclive a estas carreras. Un 44% consideró que obtuvo buenas notas en matemáticas y aproximadamente un 44% consideró que sus notas son aceptables (ni buenas, ni malas). El 44% se consideraron buenos en matemáticas, mientras que cerca de un 12% se consideraron malos para las matemáticas. Solo un 19% consideraron que las matemáticas son difíciles. En cuanto a las carreras profesionales, hay un porcentaje bajo 31% que se sintieron atraídos por las matemáticas y similares; mientras que un alto porcentaje 69% no sintieron interés por las profesiones relacionadas con las matemáticas. En cuanto a la experiencia personal, un 69% de los estudiantes, considera que su rendimiento académico será aceptable en la asignatura de matemáticas, y un 69% manifiesta no conocer a algún matemático.

En ciencias: El 81% consideró que entiende bien las ciencias naturales. Cerca del 25% estimó que puede ser científico y un 44% no siente interés por ser científico. Un 69% consideró que realizan bien sus prácticas en ciencias. El 50% trabajaría en un campo relacionado con las ciencias naturales. En cuanto a las carreras profesionales, un 63% elegiría una carrera relacionadas con las ciencias naturales, un 63% elegiría carreras relacionadas con la medicina y un 50% relacionadas con la geografía y un 63% elegiría carreras relacionadas con el medio ambiente y 25% una carrera relacionada con la física. En cuanto a la experiencia personal, un 44% de los estudiantes, consideró que su rendimiento académico en el presente año sería aceptable en las asignaturas relacionadas con las ciencias y solo un 19% manifestó conocer a algún científico.

En tecnología e ingeniería: Un 44% consideró que podría ser ingeniero y un 44% no se siente atraído por esta carrera. Al ser específico en las habilidades relacionadas con la ingeniería al 50% le gustaría armar o crear cosas, así mismo un 56% se sintieron motivados a realizar inventos. Al 50% le gustan actividades relacionadas con la electrónica, un 36% se consideraron curiosos, un 56% consideraron que les gustaría innovar y un 56% consideraron que hay una relación entre ciencias y matemáticas con la ingeniería. En cuanto a las carreras profesionales de ingeniería, hay disparidad en las preferencias, mientras un 56% elegiría una carrera relaciona con

Tabla 6.
Comparación resultados prueba de entrada y salida

	PRE		POST	
	MEDIA	DESV EST	MEDIA	DESV EST
Actitudes ciencias	2,74	1,003	2,74	1,052
Actitudes matemáticas	3,16	1,130	3,53	1,181
Actitudes ingeniería y tecnología	3,23	1,082	3,54	1,266

Fuente: Los autores.

la ingeniería de sistemas, electrónica y computación, solo un 19% lo haría por la ingeniería química, un 30% por la ingeniería y un 50% lo haría por la ingeniería civil o mecánica. En cuanto a la experiencia personal, un 50% de los estudiantes, consideró que le iba a ir bien en la asignatura de tecnología, y un 56% manifiesta conocer a algún ingeniero. Los resultados comparativos de los estadísticos de tendencia central frente a las actitudes se presentan en la Tabla 6.

En resumen, mejoró las actitudes de los estudiantes, tanto en hombres como en mujeres hacia las ciencias, las matemáticas y la ingeniería. De estas disciplinas, el mayor incremento de la actitud positiva fue hacia las carreras de ingeniería. No obstante, se destaca un bajo interés de los estudiantes por las disciplinas STEM.

3.7 Comprobación de Hipótesis

3.7.1 Influencia del currículo STEM en las vocaciones y habilidades de los estudiantes por la ingeniería y las carreras STEM

Mahoney [17], establece 4 categorías de actitudes: conciencia, capacidad percibida, valor y compromiso. De acuerdo con estas categorías en la investigación se afectó de manera parcial las actitudes de conciencia y muy poco las actitudes de capacidad percibida frente a las disciplinas relacionadas con la educación STEM, en cambio sí se afectaron las actitudes relacionadas con el compromiso, es decir, una intención o dedicación futuras en las carreras de ingeniería, ciencias o matemáticas, en mayor medida con las estudiantes mujeres y en menor medida con los hombres.

Los motivos por los cuales no se logró cambiar actitud de manera más amplia, pueden explicarse en que no se alteró el contexto del estudiante, es decir no ofrecer una alternativa a las clases tradicionales (contenido de una asignatura) frente a la STEM (contenidos integrados de varias asignaturas) o que los contenidos no fueron, lo suficientemente atractivos, para producir un cambio en el estudiante o que el tiempo durante el cual se aplicó el currículo STEM (aproximadamente 12 semanas) no fue el suficiente para producir un cambio con mayor significancia.

En Matemáticas. Si bien hay un alto porcentaje de estudiantes cuya actitud no cambió, se destaca que hubo un incremento en los estudiantes que consideran que pueden estudiar una carrera que contenga muchas matemáticas, así como se mejoró la concepción propia referente a que disminuyó el porcentaje que se considera que siempre le ha ido mal en matemáticas (aquí se consideró la valoración contraria, por cuanto el ítem, se está preguntando de manera negativa). No obstante, en las expectativas profesionales, un porcentaje alto (69%), manifiesta una clara aversión por las carreras

relacionadas con las matemáticas y solo un 19% considera que le irá mejor en matemáticas.

En Ciencias. Se destaca un aumento de una actitud positiva, en 2 ítems: Un 63% más elegiría una carrera relacionada con las ciencias naturales y mejora la autovaloración en cuanto a cómo realiza el estudiante, sus prácticas de ciencias naturales (incrementa 50%). Igualmente hay un aumento (44%) de los estudiantes que un futuro les gustaría desarrollar una profesión relacionada con las ciencias naturales y el medio ambiente.

En Tecnología e Ingeniería. En cuanto a la ingeniería se destaca el ítem, donde el estudiante mejora su autoevaluación, al considerar que sí podría estudiar una ingeniería (44%) y en los ítems relacionados con las expectativas profesionales, hay una mejora en los estudiantes que sienten atraídos por la ingeniería química y la ingeniería mecánica y/o civil (44%).

Si considera el grupo de ítems que hacen referencia a las expectativas profesionales de los estudiantes en los campos STEM, no se rechaza la hipótesis nula, quiere decir que se impactó positivamente en las expectativas profesionales de los estudiantes, se tiene que valor $-p$ 0,024 es menor que 0,05.

3.7.2 Diferencias de género, en las actitudes hacia las carreras STEM

Como se mencionó anteriormente solo fue posible afectar de manera amplia las actitudes de los estudiantes en cuanto a sus expectativas profesionales futuras, con un resultado estadístico tajante donde las mujeres fueron proclives al cambio de actitudes relacionadas con el compromiso, pero los hombres no. Más allá de los elementos estadísticos, era satisfactorio en algunas de las temáticas desarrolladas donde las mujeres, les era más fácil desarrollar las actividades o realizarlas de manera aventajada respecto a los hombres y a veces eran los hombres quienes solicitaban ayuda o explicaciones a las mujeres, cuando muchas veces sucede lo contrario.

Para las estudiantes mujeres se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que, si modificaron las actitudes de las jóvenes frente a expectativas profesionales en las ciencias, matemáticas y la ingeniería. Aquí se presenta un hallazgo, entonces los hombres no se vieron afectados de manera positiva por el currículo reflejado en la unidad didáctica, mientras que las mujeres sí.

De igual manera siguiendo la misma metodología, pero al considerar los resultados de los estudiantes hombres y estudiantes mujeres, con base en la encuesta de actitudes STEM y su análisis estadístico, se puede concluir que mediante la aplicación de la unidad didáctica basada en la educación STEM, mediada por la plataforma Schoology, no se ha podido afectar o influenciar de manera significativa en las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias, matemáticas y la ingeniería. No obstante, si se influenció de manera significativa en las expectativas de las estudiantes mujeres por seguir una carrera futura, ya sea en las ciencias, matemáticas y/o la ingeniería, pero no sucedió lo mismo con los estudiantes hombres.

3.7.3 Influencia del currículo STEM en las vocaciones y habilidades de los estudiantes por la ingeniería y las carreras STEM, diferenciado por estilo de aprendizaje

Existen dos estudiantes que no tienen preferencias definidas

en estilos de aprendizaje, y dado que la mayoría de estudiantes se sienten identificados con el estilo teórico, o una combinación de este estilo con otros (dado que es difícil que un estudiante elija solo un estilo de aprendizaje), entonces se estudiarán solamente aquellos estudiantes que predomine el estilo de aprendizaje teórico, con lo cual se examinarán 5 estudiantes hombres y 6 estudiantes mujeres, arrojando los siguientes resultados estadísticos.

Al aplicar el test T de Student, en el grupo de estudiantes hombres con estilo de aprendizaje teórico, para todos los grupos de ítems (actitudes hacia las matemáticas, actitudes hacia las ciencias, actitudes hacia la ingeniería y tecnología y expectativas profesionales se tiene que no se rechaza la hipótesis nula, por cuanto ninguno de los indicadores cumple $-p$ valor sea $< 0,05$, ya fueron 0,355; 0,896; 0,255, 0,660 respectivamente. Al examinar los datos de las estudiantes mujeres se obtienen los siguientes resultados:

Los indicadores señalan valores superiores para los grupos de ítems (actitudes hacia las matemáticas, ciencias y hacia la ingeniería y la tecnología) donde $-p$ valor $> 0,05$ excepto cuando se examinan el conjunto de ítems de expectativas profesionales donde $-p$ valor = 0,02 que cumple $< 0,05$ por lo cual se rechaza la hipótesis nula, lo que señala que, en el estilo de aprendizaje predominante, también se comprueba que hubo una incidencia positiva en las mujeres en este aspecto.

3.7.4 Influencia del ambiente de aprendizaje y contenidos en las actitudes de los estudiantes

Los estudiantes con los cuales se desarrolló la investigación nunca habían manejado una plataforma educativa como Schoology, aunque durante la investigación se probaron otras alternativas de manera experimental como Edmodo y Google Classroom, estas no ofrecían la funcionalidad que otorgaba Schoology. Ya que la plataforma Schoology ofrece estadísticas en torno a su uso, haciendo empleo de este se obtiene que: los estudiantes que más la utilizaron fueron las mujeres considerando el tiempo de conexión, así de los 10 estudiantes con mayor tiempo de conexión, 7 fueron mujeres. En cuanto a los resultados obtenidos, medido en el desempeño académico en las actividades realizadas, se tiene que, si bien un grupo de estudiantes masculinos tienen los puntajes más altos, pero también los más bajos, mientras que las mujeres consideradas en su conjunto no tienen esos contrastes tan marcados, no obstante, los promedios para el grupo de hombres y mujeres son muy similares. Debido a que las actividades abarcaron tanto el periodo 1 como el periodo 2, se tienen los siguientes datos: Periodo 1, promedio hombres 73 y mujeres 75 puntos de 100 posibles. Y en el Periodo 2, promedio hombres 74 y mujeres 71 puntos de 100 posibles. Lo cual nos lleva a considerar que el rendimiento académico o en otras palabras la valoración de las actividades realizadas no necesariamente es proporcional a la actitud con las disciplinas STEM. Así como se puede considerar que el rendimiento es prácticamente igual entre hombres y mujeres.

3.7.5 Influencia de los estilos de aprendizaje en las actitudes de los estudiantes y en el desarrollo de la unidad didáctica

A partir de las valoraciones en la plataforma Schoology y los estilos de aprendizaje, considerando solo las más altas

calificaciones, complementado con las encuestas STEM y una encuesta vocacional. En este aspecto, aunque no se alcanzó a hallar una relación entre determinado estilo de aprendizaje con una actitud positiva para las carreras STEM. Se determinó de acuerdo con los promedios de puntuación obtenidos por los estudiantes una inclinación por los estilos de aprendizaje teórico y activo y que las preferencias de acuerdo con los promedios, indica que no hay diferencia de favoritismo entre hombres y mujeres, pues ambos prefieren los estilos teóricos y activos.

Un análisis más detallado e individualizado sobre las preferencias de hombres y mujeres indica que, son muy pocos los estudiantes que tienen una sola preferencia por un solo estilo de aprendizaje, la mayoría tienen inclinación por 2 o 3 estilos de aprendizaje y como caso particular, dos estudiantes no tienen preferencia por ningún estilo de aprendizaje. Al contrastar los resultados obtenidos en la unidad didáctica y considerando los puntajes más altos por los estudiantes, no hay evidencia de relación entre determinado estilo de aprendizaje con un alto puntaje en las actividades realizadas por los estudiantes. Al relacionar el resultado de los test de actitudes STEM antes y después de realizar la unidad didáctica con los estilos de aprendizaje, mediante el análisis estadístico con tablas de contingencia y la prueba Chi Cuadrado, se obtiene que, en ninguno de los casos de los estudiantes, ya sea una actitud positiva, negativa o neutra hacia STEM tiene relación con los estilos de aprendizaje.

4. Conclusiones

Partiendo de las motivaciones para la propuesta curricular, basada en la necesidad de:

- Integrar los conocimientos de ciencias naturales y matemáticas con otras áreas.
- Construir bases sólidas en ciencias y matemáticas, como fundamento para una posterior carrera universitaria en ingeniería.
- Conocer y explorar lo que hace un ingeniero en su actividad profesional, tanto en lo teórico como en lo práctico.
- Reconocer el uso de la informática y de la programación, en otras ciencias y disciplinas, tanto como herramienta como campo de estudio.
- Reconocer las innovaciones tecnológicas basadas en la ciencia y las matemáticas y como fruto del quehacer de la ingeniería.

Se puede concluir que sí es factible construir un currículo integrador entre ingeniería, ciencia y matemáticas; ya que, de muchos ámbitos, se puede explorar el actual del ingeniero. Por ejemplo, en la presente investigación, se dio preferencia a la ingeniería civil y de sistemas, puede combinar tanto lo teórico como lo práctico, pero para apreciar un cambio profundo, se requiere de mayor tiempo que le permita al estudiante comprender e integrar los conocimientos de las diferentes disciplinas STEM.

Igualmente, se requiere de mayor tiempo para afectar de manera más profunda las actitudes de los estudiantes, en la presente investigación parte de la validación de la propuesta curricular se basó en la encuesta de actitudes STEM, con la cual se midió la incidencia de la unidad didáctica basada en la propuesta curricular en las habilidades y las vocaciones por la

ingeniería. Dicha encuesta se aplicó antes y después de desarrollar la unidad didáctica, los resultados indican que en los siguientes ítems:

Cambiaron de una actitud neutral o negativa a una actitud positiva, es decir en 10 de los 29 ítems de interés, hubo una incidencia positiva. Desde otro punto de vista se afectó las actitudes denominadas de expectativa, es decir donde el estudiante manifiesta favorabilidad o interés en un evento futuro, pero no se logró afectar de manera significativa, en las actitudes denominadas de conciencia, es decir donde el estudiante manifiesta un interés actual o presente y no se afectó de manera significativa las actitudes denominadas de capacidad percibida, donde el estudiante manifiesta un manejo o entendimiento o disponibilidad de un tema específico.

En el transcurso de la investigación, se ratificó que los estudiantes tienen poco interés en las carreras de ingeniería. Es posible que si hubiera mayor énfasis en actividades (hands-on), actividades prácticas de diseño, creación o retos de construcción los resultados podrían haber sido diferentes. En cuantos, a los tiempos y espacios, es posible que hubiese resultados diferentes si se hubiese considerado la implementación no en clases normales sino como actividades extracurriculares fuera de los horarios normales, con una mayor intensidad horaria, solo que aquí se pierde la obligatoriedad de las actividades y la asistencia, por lo cual debe haber un alto nivel de motivación hacia los estudiantes y de estos un alto nivel de compromiso.

5. Discusión de resultados

Una de las situaciones problema que se busca reducir o eliminar con la educación STEM es el número cada vez más bajo de mujeres interesadas en estudiar los campos STEM (ciencias, tecnología, matemáticas e ingeniería). Wills & Valencia [18], señalan que, de acuerdo con investigaciones realizadas por la UNESCO, el acceso de las mujeres a las carreras científicas y técnicas y en general a la cultura científica es insuficiente. A nivel mundial no llegan a representar el 30% de la población científica; en particular en el campo de la ingeniería, dicha representación femenina, no llega al 10%. En Colombia, la primera mujer graduada en ingeniería se realizó en 1947 (hace 70 años), mientras que las primeras facultades de ingeniería datan de fines del S. XIX; por tanto, las mujeres en Colombia han estado presentes en algunas ramas de la ingeniería apenas desde el decenio de 1940.

En [18], señalan que en la ingeniería no hay suficientes mujeres por varias razones: Existe una imagen distorsionada de la ingeniería, igualmente existe cierto temor hacia las matemáticas y las ciencias, incluyendo pedagogías inadecuadas y hábitos culturales. Mencionan igualmente que, otra razón sería el sexismo, es decir la consideración de la ingeniería como de dominio exclusivo de los hombres. Por su parte, otras opiniones sugieren que más que una cuestión de género es la falta de información sobre las carreras de ingeniería.

En Colombia, algunas cifras dan cuenta de la magnitud de dicho problema; según el Observatorio Laboral para la Educación, entre 2001 y 2011, apenas se graduaron como informáticas 70 mujeres en el país. El estudio Mujeres en la Educación Superior, del Ministerio de Educación, dibuja esta situación con una cifra alarmante: la carrera con menor número

de matrículas por mujeres es la Ingeniería Mecánica (9 %), seguida de la Eléctrica (10 %), Electrónica y Telecomunicaciones (14 %) y Sistemas y Telemática (26 %). En la Universidad Nacional, sede Bogotá, en el periodo de 2010-2015 de 6.405 estudiantes de la facultad de Ingeniería, solamente 1.210 (19%) eran mujeres.

Es vital que los colegios, se conviertan en difusores y orientadores del futuro profesional de las estudiantes, así mismo que los colegios promocionen a referentes femeninos en el campo de la ingeniería y las ciencias, a la vez que permitan a las niñas y jóvenes, potenciar sus habilidades y capacidades. Igualmente, se requiere eliminar prácticas sexistas desde la educación primaria hasta la media; además de romper paradigmas en cuanto a la orientación profesional temprana. Los resultados de la presente investigación apuntan en este sentido, si las jóvenes se ven inmersas en ambientes de aprendizaje, que refuercen sus conocimientos y habilidades, y les muestren ejemplos de mujeres destacadas tanto en la ingeniería, como en las ciencias y matemáticas, es posible que un número mayor de niñas y jóvenes deseen seguir una carrera profesional y laboral, en esos campos. Rossi y Barajas [19] refuerzan este punto, pues sugieren en su investigación sobre diferencias de género y la elección de carreras STEM, que se debe reforzar la autoconfianza real de las mujeres en las áreas STEM, es decir que las jóvenes y niñas deben sentirse capaces y creerse en capacidad de usar dichas habilidades en circunstancias diversas. En otras palabras, Rossi y Barajas [19], plantean que es necesario multiplicar las estrategias destinadas a incrementar las creencias positivas relacionadas con la autoconfianza de las niñas, tanto en la escuela como en la familia. Así mismo, plantean que es crucial ampliar un conocimiento educativo que promueva el desarrollo de nuevas identidades femeninas y masculinas y que la elección de áreas tradicionalmente masculinas por parte de las mujeres y su percepción de éxito en las carreras STEM están relacionadas con sus trayectorias de vida, las experiencias previas y el apoyo recibido. Sugieren que las instituciones de secundaria trabajen estos temas tanto en la orientación vocacional como en la construcción de modelos e identidades.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos en sus informes sobre equidad de género, OECD [20] y OECD [21], el primer informe señala por una parte que las niñas y las jóvenes tienen menos probabilidades de elegir campos de estudio científicos y tecnológicos y si lo hicieran, es menos probable que tomen carreras en esos campos. Igualmente, indican que las aspiraciones educativas se forman temprano, por lo que se hace necesario cambiar los estereotipos y actitudes de género a una edad temprana, involucrando así a la familia, a los docentes, los ambientes de aprendizaje, que juegan un papel esencial para cambiar las actitudes de las niñas. Por otra parte, el segundo informe indica que el ambiente de aprendizaje desempeña un papel importante en fomentar o socavar el desarrollo de las niñas y el sentido de confianza en sí mismas y agrega que el rendimiento de las niñas muchas veces no tiene relación con su capacidad, sino como sus intereses y habilidades son recompensados por los docentes o compañeros de estudio. En la presente investigación se presentaron videos de la serie Andrea y la ingeniería desarrollada por la Universidad Nacional de Colombia, como una serie web que

pretende cautivar a las mujeres por las carreras de ingeniería.

Es necesario indagar más en las brechas de género en torno a la educación STEM, Gjerse [22], menciona diversos estudios que por una parte señala que son muy pocas o nulas las diferencias en las habilidades entre niños y niñas, y cuando se presentan en las pruebas estandarizadas como la PISA, estas se explican no por la carencia de conocimientos, sino por otros factores como la autoconfianza, la pertenencia social y la autoeficacia. Precisamente la autoeficacia, fue la base para medir la actitud hacia los campos STEM, por parte de los estudiantes objeto de investigación.

Casis, Rico y Castro [23], consideran que, de acuerdo con Bandura [24], la autoeficacia, o confianza en uno mismo, es uno de los motivadores más influyentes y regulador de la conducta en la vida cotidiana de las personas. Y asimilan los términos: autoconfianza, autoeficacia, capacidad percibida y competencia percibida; como la capacidad entendida por una persona para lograr un cierto nivel de rendimiento, creencia que tiene una persona en ser capaz de ejecutar una tarea específica con éxito. Es así como la autoeficacia estaría relacionada directamente con la habilidad de la persona.

Referencias

- [1] Moore, T. and Smith, K., Advancing the state of the art of STEM integration. [online]. 2014. Available at: <http://personal.cege.umn.edu/~smith/docs/Moore-Smith-JSTEMEd-GuestEditorialF.pdf>
- [2] Mizell, S. and Brown, S., The current status of STEM education research 2013-2015. *Journal of STEM Education*, 17(4), pp. 52-56, 2016.
- [3] UNESCO., *Engineering: issues, challenges and opportunities for develop*, 2010.
- [4] Acevedo, D., Torres, J. y Tirado, D., Análisis de la deserción estudiantil en el Programa Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Cartagena durante el Periodo Académico 2009 – 2013. *Formación Universitaria*, 8(1), pp. 35-42, 2015. DOI: 10.4067/S0718-50062015000100005
- [5] Cortés, H., Gallego, L. y Rodríguez, G., La Facultad de Ingeniería hoy: una aproximación hacia la construcción de indicadores académicos. *Ingeniería e Investigación*, [En línea]. 31(1), pp. 74-90, 2011. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingenev/rt/printerFriendly/27930/33820>
- [6] Candamil, M., Paloma, L. y Sánchez, J., Análisis de la deserción estudiantil en la Universidad de Caldas. *Manizales: Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados. Universidad de Caldas, Colombia*, 2009.
- [7] Valencia, A., La relación entre la ingeniería y la ciencia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (31), pp. 156-174, 2004.
- [8] Ospina, B., Sandoval, J., Aristizábal, C. y Ramírez, M., La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. *Antioquia*, 2003. *Invest Educ Enferm.*, [En línea]. 23(1): pp. 14-29, 2005. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iee/v23n1/v23n1a02.pdf>
- [9] Eccles, J. and Wigfield, A., Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), pp.109-132, 2002. DOI: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135153
- [10] Alonso, C., Gallego, D. y Honey, P., Los estilos de aprendizaje. *Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Ediciones Mensajero, España, 1997.
- [11] Taba, H., *Elaboración del currículo*. Editorial Troquel, Buenos Aires, Argentina, 1974.
- [12] IBE-UNESCO., IBE Special Alert STEM Education. [online]. 2016. Available at: http://www.ibe.unesco.org/en/file/11423/download?token=bMzDBc4_
- [13] Lynch, M., STEM education is about hands on experiences, [online]. 2017. Available at: <https://www.theedadvocate.org/stem-education-hands-experiences/>

- [14] DeAngelis, S., STEM Education is essential for Achieving the Highest Levels of Learning, [online]. 2015. Available at: <https://www.enterrasolutions.com/blog/stem-education-is-essential-for-achieving-the-highest-levels-of-learning/>
- [15] Jolly, A., Designing useful STEM classroom assessments, [online]. 2016. Available at: <https://www.edweek.org/tm/articles/2016/03/14/designing-useful-stem-classroom-assessments.html>
- [16] McGriff, S., Instructional systems, College of Education, Penn State University, USA, 2000.
- [17] Mahoney, P., Students' attitudes toward STEM: development of an instrument for high school STEM-based programs. *Journal of Technology Studies*, 36(1) pp. 24-34, 2010. DOI: 10.21061/jots.v36i1.a.4
- [18] Wills, B. y Valencia, A., El papel de la mujer en el futuro de la ingeniería. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2001.
- [19] Rossi, A. y Barajas, M., Elección de estudios CTIM y desequilibrios de género. *Gender imbalances in STEM career choice. Revista Enseñanza de las ciencias*, 33(3), pp. 59-76, 2015. DOI: /10.5565/rev/ensciencias.1481
- [20] OECD., Closing the gender gap: act now, [online]. 2012. Available at: <https://www.oecd.org/gender/Executive%20Summary.pdf>
- [21] OECD., The ABC of Gender equality in education: aptitude, behaviour, confidence, PISA, OECD, 2015. DOI: 10.1787/9789264229945-en
- [22] Gjersoe, N., Bridging the gender gap: why do so few girls study Stem subjects?. *The Guardian*, [online]. 2018. Available at: <https://www.theguardian.com/science/head-quarters/2018/mar/08/bridging-the-gender-gap-why-do-so-few-girls-study-stem-subjects>.
- [23] Casis, M., Rico, N. y Castro, E., Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile. *PNA*, 11(3), pp. 181-203, 2017.
- [24] Bandura, A., *Self-efficacy: the exercise of control*. Freeman Ed, New York, USA, 1997.
- D.A. Bautista Díaz**, es Lic. en Diseño Tecnológico en 2003, de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Esp. en Instrumentación Industrial en 2005, de la escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, MSc. en Didáctica de las Ciencias en 2013, de la Universidad Autónoma de Colombia, Dr. en Gerencia y Política Educativa en 2018 de la Universidad de Baja California, México y actualmente culmina doctorado en educación en la Universidad Norbert Wiener en Lima-Perú. Se desempeña como docente investigador en la Secretaría de Educación de Bogotá, la Universidad Autónoma de Colombia y la Corporación Universitaria Minuto de Dios. ORCID: 0000-0001-5159-7853
- M.F. Suárez Moreno**, es Ing. de Sistemas en 1998 de la Universidad Nacional de Colombia. En un primer momento estuvo interesado en los sistemas de información geográfica (SIG), por lo cual desarrolló estudios de maestría en geografía mediante convenio IGAC-UPTC, posteriormente sus intereses se centran en la educación, ingeniería, y temas STEM, desarrollando la maestría en Edumática, culminada en el año 2018, en la Universidad Autónoma de Colombia. Se desempeña como docente investigador en la Secretaría de Educación de Bogotá. ORCID: 0000-0001-7449-9463
- J. Gómez Amaya**, es Lic. en Educación Básica con énfasis en Tecnología e Informática en 2014, Esp. en Diseño de Ambientes de Aprendizaje en 2015, ambos títulos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, Bogotá, Colombia. Recibió el título de MSc en Docencia en 2018, de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. De 2014 a 2017, se desempeñó como profesional Webmaster en la Facultad de Educación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. De 2017 a 2019, trabajó como docente en la Facultad de Educación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. ORCID: 0000-0001-9323-337X