

# El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física



Coello Pisco Silvia Magdalena<sup>1</sup>, Crespo Vaca Tania<sup>2</sup>,

Hidalgo Crespo José<sup>3</sup>, Díaz Jiménez Diógenes<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>*Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Estatal de Guayaquil, Av. Juan Tanga Marengo y Av. Las Aguas, Guayaquil – Ecuador.*

<sup>2</sup>*Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Universidad Estatal de Guayaquil, Cda. Universitaria y Av. Kennedy, Guayaquil, Ecuador.*

**E-mail:** silvia.coello@ug.edu.ec

(Recibido el 20 de junio de 2017; aceptado el 05 de enero de 2018)

## Resumen

El modelo educativo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) propone entre sus actividades el desarrollo de ciertas habilidades que deben adquirir los estudiantes desde niveles iniciales. Este artículo consiste en describir cómo este nuevo constructo pedagógico puede promover algunas estrategias de aprendizaje en los estudiantes de las disciplinas de Termodinámica, Mecánica analítica y Física a nivel de educación superior a través de proyectos colaborativos interdisciplinarios que se están proponiendo en la Facultad de Ingeniería Industrial. Para su realización se encuestó a 47 estudiantes matriculados en diferentes titulaciones de grado de la Universidad Estatal de Guayaquil, todos ellos con edades comprendidas entre 18 y 25 años. Se utilizó un cuestionario de elaboración propia según el modelo Cuestionario de Estrategia y Aprendizaje, donde cada dimensión de aprendizaje seleccionada a modo de ítem admitía una triple respuesta, una referida a las habilidades que proporciona el modelo STEM percibida desde la propia experiencia personal del estudiante y otra con referencia a las estrategias de aprendizaje motivacional, también sobre el grado de aceptación del modelo didáctico. El resultado, fue que los estudiantes desarrollaron la parte afectiva motivacional al trabajar colaborativamente y la aceptación del constructo STEM y de la inserción de estudiantes de carrera en los proyectos investigativos de la Facultad de Ingeniería Industrial.

**Palabras clave:** Modelo STEM; habilidades STEM, estrategias de aprendizaje, estrategias motivacionales, aprendizaje colaborativo.

## Abstract

The STEM educational model (Science, Technology, Engineering and Mathematics) proposes among its activities the development of certain skills that students must acquire from initial levels. This article consists of describing how this new pedagogical construct can promote some learning strategies in the students of the disciplines of Thermodynamics, Analytical Mechanics and Physics at the level of higher education through collaborative interdisciplinary projects that are being proposed in the Faculty of Industrial Engineering. For its realization, 47 students enrolled in different undergraduate degrees from the State University of Guayaquil were surveyed, all of them aged between 18 and 25 years. A self-made questionnaire was used according to the Strategy and Learning Questionnaire model, where each learning dimension selected as an item admitted a triple response, one referring to the skills provided by the STEM model perceived from the student's own personal experience and another with reference to the strategies of motivational learning, also on the degree of acceptance of the didactic model. The result was that the students developed the motivational affective part by working collaboratively and the acceptance of the STEM construct and the insertion of career students in the research projects of the Faculty of Industrial Engineering

**Keywords:** STEM model, STEM skills, learning strategies; motivational strategies, Collaborative learning.

**PACS:** 01.40.Fk, 01-40gb, 01-30. Tt, 01-30 lb.

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

En el campo laboral actual, ocurren ciertas situaciones o desafíos que requieren de profesionales creativos y competentes para abordar problemas sistémicos complejos

que se presenten en su entorno. Por otro lado, en el plano social estos desafíos conllevan a que se muestre más interés a las habilidades para resolver problemas, producir y evaluar evidencia científica, trabajar en equipo, y por, sobre todo, comprender el mundo y los fenómenos que lo

constituyen, para actuar sobre él, con la finalidad de dar soluciones a los problemas que se presentan en nuestra sociedad actual en los diferentes campos de acción disciplinar laboral [1, 2]

Por tales circunstancias, la educación siempre está a la vanguardia de ofrecer los mejores modelos didácticos, estrategias de aprendizaje y nuevos constructos con fines de mejorar la calidad educativa de los educandos [3]. Se debe acotar que la aplicación de una nueva metodología o diseño no solamente debe ser para los estudiantes talentosos. Por tales razones, este nuevo modelo educativo STEM se presenta como un recurso metodológico didáctico ideal para la construcción del conocimiento [4] y el desarrollo de destrezas [5] necesarias para aplicar en los diferentes campos y situaciones cotidianas de la vida y más aún en el campo laboral [6]. Este innovador modelo educativo busca potenciar las capacidades de los estudiantes, de manera que sean capaces de entender las nuevas demandas del campo laboral y crear mejores oportunidades con vistas al futuro [7].

Este nuevo constructo educativo STEM requiere del uso de ciertos modelados innovadores alternativos para la enseñanza y el aprendizaje como son, los proyectos interdisciplinarios, prácticas de laboratorio, el manejo de herramientas tecnológicas que vayan en armonía con la ciencia y la tecnología [8]. Al mismo tiempo, las líneas de investigación en las diferentes universidades del estado ecuatoriano son el paso fundamental que permite desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes de las carreras de ingeniería, haciendo de este modelo educativo, una experiencia práctica innovadora que permita a los estudiantes universitarios ser más receptivos a los estímulos de aprendizaje [9].

Por otro lado, el desempeño académico siempre se ha caracterizado por ser una preocupación por parte de los profesores en todos los niveles educativos [10]. Indistintamente del nivel que se esté ejerciendo la cátedra, los fenómenos sociales y afectivos inciden mucho en el rendimiento académico de los estudiantes. La falta de interés en los estudios de carreras técnicas como el alto índice de estudiantes que ingresan a ellas por un cupo con gran desfase de conocimientos en las ciencias experimentales originan desmotivaciones y deserción de la carrera estudiada [11]. Por todas estas circunstancias, que ocurren en el nivel educativo superior, es necesario realizar estudios para mejorar la calidad educativa de los estudiantes universitarios con fines de motivar y desarrollar en ellos habilidades y destrezas que les permitan mejorar su desempeño académico y más aún desarrollar la conceptualización correcta en la toma de decisiones, ya sean en su entorno educativo como en su próxima inserción al campo laboral [12], motivos que llevan a investigar y reflejar la importancia sobre el modelo de enseñanza STEM y los beneficios que pueden obtener los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial.

Es importante recordar que las ciencias básicas y de acuerdo con las líneas de investigación de la carrera pueden convertirse en una herramienta educativa significativa aplicando el enfoque STEM. Las disciplinas que están

inmersas en esta área de conocimiento como la Termodinámica, Mecánica Analítica y Física entre otras; requieren que los estudiantes trabajen en ciertas situaciones que les permitan aplicar ciertas estrategias de enseñanza-aprendizaje y de conocimientos de Matemáticas, Tecnología e Ingeniería que son apoyos para la reconstrucción de sus conocimientos y que guardan relación con las actividades que propone el método de enseñanza – aprendizaje STEM que se sustenta en la teoría constructivista [13].

Por ello, es importante que en todos los niveles de educación se apliquen estrategias de aprendizajes y técnicas que ayuden a desarrollar la construcción del conocimiento a través de aprendizaje autorregulado y metacognitivo [14]. Las ciencias formales como las fácticas se utilizan como herramienta auxiliar en la enseñanza de varias conceptualizaciones de las carreras de ingeniería [15], ya que ofrecen a los estudiantes objetos que coayudan a comprender cómo la tecnología funciona en el campo laboral real, y la forma en que estas asignaturas se alinean con las líneas de investigación de la facultad y de actividades en el entorno investigativo que a través de proyectos interdisciplinarios curriculares apoyan al desarrollo de habilidades como la colaboración, la resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y también estaría incluyendo al pensamiento computacional [12, 13, 16]. La aplicación de las actividades STEM consta de tres fases para el aprendizaje activo del participante: primero, la clase se integra horizontalmente con las clases de Física, Mecánica analítica y Termodinámica; segundo, está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades o competencias de aprendizaje profesional y, tercero, busca trabajar en base a la teoría constructivista en términos de resolución de problemas auténticos.

En síntesis, puede el modelo didáctico STEM desarrollar estrategias de enseñanza – aprendizaje (cognitivas, afectivas de apoyo y control) en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial; además qué tipos de habilidades pueden adquirir o potenciar según las actividades de este modelo didáctico que vayan en armonía con las competencias profesionales en un contexto de trabajo (relaciones interpersonales). Basamos nuestro tema de estudio considerando los dos requisitos tanto para el modelado STEM como para la propuesta educativa: primero que las disciplinas guarden relación con los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, esto significa, que el proceso de aprendizaje está centrado en el estudiante, quien construye y reconstruye conocimientos a través de su participación activa en la resolución de problemas provenientes del mundo real [17] y como segundo punto clasificar dentro de uno de los cuatro grupos pertenecientes a las disciplinas duras [4, 18], es decir, centrada a lo cuantitativo (los fenómenos o leyes universales), integrando los componentes de STEM, ya que ayuda a la resolución de los problemas planteados [8]. Por lo que unos de los objetivos finales en este trabajo es que los participantes se inserten en trabajos investigativos interdisciplinario de la facultad de Ingeniería Industrial [19].

## II. MÉTODO

### A. Objetivos

Este estudio tiene como objetivo describir como éste nuevo constructo pedagógico puede promover algunas estrategias de aprendizaje en los estudiantes a nivel de educación superior a través de proyectos colaborativos interdisciplinarios que se están proponiendo en la Facultad de Ingeniería Industrial.

### B. Diseño

El presente trabajo tiene un enfoque cualitativo y el diseño es de carácter descriptivo – exploratorio, se aplicó el método de encuesta como procedimiento adecuado para recolectar la información de una manera rápida y sencilla para los participantes. Para ello, se elaboró un cuestionario ad hoc de elaboración propia según el modelo de cuestionario de estrategias de aprendizaje CEA

### C. Población y Muestra

La selección de la muestra es no probabilística incidental, ya que se selecciona directa e intencionalmente la muestra debido a que se tiene acceso a ella y es representativa de la población [20]. La muestra es de 47 participantes pertenecientes a una población de 390 estudiantes de dos asignaturas de la Universidad de Guayaquil (Ecuador), lo que supone el 12.2 % de la población investigada. En la encuesta participaron 39 estudiantes de los cuáles 15 pertenecen a la disciplina de Termodinámica con 27 hombres y 5 mujeres que forman el 69.2% de la muestra; 15 de los demás participantes eran de la disciplina de Mecánica analítica 1, que representa el 30.8% de los estudiantes conformado por 4 mujeres y 28 hombres. Las edades de los participantes oscilan entre 18 a 20 años con un 59% y el 41% tienen entre 21-25 años. El 23.1 % representa a el sexo femenino y un 76.9% de los participantes de sexo masculino.

### D. Instrumento

El cuestionario CEA parte de un completo modelo del funcionamiento mental para estudiar las diferentes estrategias que los estudiantes pueden poner en juego en el proceso de aprendizaje. El instrumento se adoptó con el modelo de Habilidades STEM relacionándolo con las competencias profesionales del ingeniero industrial. La prueba CEA evalúa cuatro grandes escalas o procesos en los que se agrupan las estrategias: Sensibilización, Elaboración, Personalización y la Información, Pensamiento creativo y crítico, Recuperación de la información, Transferencia, Planificación y evaluación, y Regulación [21]. En esta encuesta se trabajará con las siguientes estrategias: afectivas, de apoyo y control, estrategias cognitivas (relacionadas con el procesamiento de la información), las cuales se adaptaron a las necesidades de este estudio distribuidas en la encuesta

**TABLA I.** Preguntas con respecto a las habilidades según el Modelo STEM y la clasificación de las estrategias de aprendizaje (Coello, 2017).

Habilidades STEM	Fundamentación didáctica	Estrategia de aprendizaje (Gargallo, 2000)
Impulsa sus capacidades comunicativas. Mejora su autoestima	Aprendizaje Colaborativo y autorregulado. Inteligencia emocional, intrapersonal e interpersonal	Componentes afectivos. Estrategias motivacionales.
Aumentan su capacidad para la resolución de problemas de manera creativa. Disparan su imaginación y sus ganas de crear cosas nuevas. Aprenden mediante la experimentación en primera persona. Retienen más fácilmente los conceptos aprendidos	Aprendizaje significativo. Aprendizaje autorregulado.	Estrategia de procesamiento y uso de la información. Estrategias metacognitivas y autorreguladas

### E. Cuestionario Proyecto interdisciplinario

Para este estudio se elaboró un cuestionario con 26 ítems mediante una escala de actitud de Likert o escala Likert de 4 puntos utilizando como guía el cuestionario de estrategias de aprendizaje (CEA) y adaptado para los fines de este trabajo interdisciplinario; en los cuales se dividió en tres aspectos a tratar: las habilidades que proporciona el modelo STEM, experiencia académica social de los estudiantes y la actitud hacia la aplicación del modelo didáctico propuesto.

### F. Dimensión Habilidades según modelo STEM utilizando CEA

El cuestionario de estrategias de aprendizaje (CEA) está elaborado de tal manera que se puede trabajar ciertas subescalas afectivas de apoyo y de control, estrategias metacognitivas, entre otras que fueron adaptadas al cuestionario de proyecto interdisciplinario para evaluar que habilidades los estudiantes consideran haber adquirido según su participación en este estudio interdisciplinario de desarrollo de estrategias STEM. Esta dimensión está compuesta de 9 ítems, los aspectos tratados para determinar las habilidades adquiridas según el área STEM. Para este aspecto sobre las Habilidades STEM se tuvo una consistencia inter – ítem aplicando la fórmula de Kuder – Richardson de  $K_{20}=0.92$  para el desarrollo de destrezas muy cercana al 1 lo que lo hace favorable y aceptable. El análisis basado en la escala Likert dio un 92% los puntajes

oscilan entre 9 y 36, con un valor de 33 que es considerado como una actitud muy favorable.

### **G. Dimensión experiencia académica de los estudiantes (Competencia profesional)**

Esta dimensión está compuesta de 9 ítems, es importante conocer la experiencia académica de los estudiantes con respecto al modelo didáctico empleado. Para este aspecto se tuvo un índice de fiabilidad de aplicando la fórmula  $K_{20}=0.96$  para el grado de aceptación de la experiencia sobre los proyectos de investigación propuesto de acuerdo con las líneas de investigación de la Facultad y según el área disciplinar de la materia cursada; la confiabilidad es muy cercana al 1 lo que lo hace favorable y aceptable. Por otro lado, se aplicó los criterios de fiabilidad de la escala Likert (CEL) los cuales nos dio un valor de 30, que de acuerdo con el límite de los puntajes máximos y mínimos oscila entre 9 y 36 representando un 84.7% de aceptación favorable.

### **H. Dimensión actitud hacia la propuesta didáctica STEM**

Según el escrutinio realizado para que una metodología pueda ser implementada en el aula de clases, se debe tener la aceptación por parte de los participantes del acto didáctico, es decir los estudiantes. Esta dimensión consta de 8 ítems a escala Likert con 4 puntos. Para medir el grado de aceptación de la misma, se aplica el estadígrafo de confiabilidad interna Kuder – Richardson con una fiabilidad de 0.93 que nos indica que la metodología propuesta por el docente tuvo un grado de aceptación altamente significativo. Para constatar este valor de fiabilidad, se aplica el criterio de validez de Likert en la que los límites oscilan entre 8 y 32 obteniendo un 91% de aceptación, es decir, con un valor de 29 muy cercano al 32 lo que implica que es una actitud muy favorable de aceptación por parte de los estudiantes hacia la metodología empleada.

### **I. Procedimiento de recogida y análisis de datos**

La recolección de la información se realizó a través de un escrutinio *ad hoc* anónimo de 26 preguntas con cuatro indicadores de la escala Likert realizada por el investigador, distribuidas en tres dimensiones: 9 preguntas para el proyecto interdisciplinario (experiencia académica de los estudiantes), 9 para verificar el desarrollo de ciertas habilidades afectivas de apoyo y control como también lo son: las cognitivas autorreguladoras que propone el modelo pedagógico de enseñanza STEM y 8 preguntas para medir el grado de satisfacción de los estudiantes con respecto a la metodología aplicada por el profesor. El instrumento de escrutinio se hizo vía online donde se solicitaba la opinión de los participantes sobre ciertas cuestiones descritas sobre el modelo STEM, los estudios de proyectos investigativos disciplinarios aplicados en la enseñanza aprendizaje universitaria. El estudio se aplicó en el tercer semestre a 47

estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial matriculados.

## **III. Resultados y Discusión**

En este trabajo se propuso como fin elaborar y validar una encuesta sólida y bien estructurada que permitiera evaluar cuáles habilidades del modelo STEM habían adquirido los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial fusionado con el cuestionario de evaluación de estrategias de aprendizaje, que mediante un escrutinio permitiera recolectar la información idónea para este estudio. Creemos que este propósito se ha conseguido. Al elaborar un instrumento que permite obtener información suficiente de los diversos elementos que integran el constructo “Habilidades y Estrategias de Aprendizaje del área STEM” [21, 22].

### **A. Dimensión 1: Habilidades del Modelo de enseñanza STEM**

Mediante el modelo del cuestionario de estrategias de aprendizaje CEA se obtuvieron los siguientes resultados que se detallan a continuación:

Las variables seleccionadas en este trabajo están divididas en dos grupos:

Modelo didáctico STEM: Desarrollo de estrategias y habilidades que implican las subescalas componentes afectivos, estrategia de control del contexto, interacción social y manejo de recursos, procesos de la información, estrategias metacognitivas autorreguladas (Ver tabla 1). Las disciplinas STEM tienen un claro enfoque aplicado. Por ello, lo más importante cuando hablamos de STEM, es que no se trata sólo de conocimiento: la clave está en cómo se aprende y cómo se aplica ese conocimiento a la vida real. Así, hablamos también de actitudes y habilidades STEM.

Estrategias de aprendizaje: afectivas de control y apoyo, estrategias motivacionales (Ver tabla I).

Las escalas de actitudes de 4 puntos midieron los siguientes códigos de actitud de los participantes: En desacuerdo (ED), Parcialmente de acuerdo (PA), Totalmente de acuerdo (TA) y Completamente de acuerdo (CA) que se describe en las tablas II, III y IV.

La primera parte de la encuesta consistía en da a conocer las habilidades que propone el modelo de enseñanza STEM y que destrezas desarrollan los estudiantes según sus actitudes basándonos en el Cuestionario de estrategias de aprendizaje CEA [21, 23], en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: de acuerdo con la escala indicada, un 97.4% de los participantes mencionan que el proyecto interdisciplinario va en armonía con su campo de estudio profesional (P14) y un 2.6% de los estudiantes consideran que no. Por otro lado, en las preguntas P14, P15, P23 ha se visualiza en la tabla 1 que entre el 80% al 97% de los estudiantes responden haber adquiridos ciertas destrezas o habilidades como lo es la interacción intrapersonal, interpersonal, ser colaborativos y motivados a realizar un mejor trabajo de campo. En lo que

respecta, a las preguntas P22, P24, P25, P26 entre 87.2% al 99% coinciden con tener mejoras en sus destrezas cognitivas, según se puede leer en la tabla II.

**TABLA II.** Preguntas relacionadas con las habilidades STEM.

Preguntas	ED	PA	TA	CA
14. El trabajo de campo que usted realizó para este proyecto de aula educativo disciplinario ha contribuido en su desarrollo profesional	2.6%	12.8%	28.2%	56.4%
15. Considera que al realizar un trabajo de campo ha contribuido a mejorar su comunicación interpersonal, al socializar con personas de otros niveles socio económicos.	0%	7.7%	28.2%	64.1%
19. El docente corrige y motiva cuando se ha tomado erróneamente los datos de campo.	0%	7.7%	33.3%	59%
20. Su motivación para realizar trabajos investigativos fuera de su jornada de clases ha sido satisfactoria.	0%	15.4%	28.2%	56.4%
22. Los trabajos de investigación interdisciplinarios asociados con la industria o empresas privadas pueden contribuir a tu preparación como futuro ingeniero.	0%	2.6%	12.8%	86.4%
23. Considera que en este proyecto investigativo los estudiantes se coordinaron mejor para trabajar en equipo y aprenden a tomar decisiones conjuntas	0%	12.8%	28.2%	59%
24. Consideras que este proceso te puede ayudar a aumentar tu capacidad para la resolución de problemas de manera creativa.	0%	7.7%	23.1%	69.2%
25. Crees que has aprendido mediante la experimentación, o el trabajo de campo en primera persona.	0%	7.7%	20.5%	71.8%
26. Esta metodología propuesta por el profesor permite a los estudiantes trabajar de manera real a través de la experimentación.	0%	7.7%	28.2%	64.1%

Para el análisis de las habilidades en el área STEM, se trabajó con el cuestionario de escala Likert con un nivel de aceptación muy favorable por parte de los estudiantes. El modelo didáctico de enseñanza STEM presenta diferentes

actividades destinadas a favorecer cierta habilidad o destreza a querer desarrollarse en los estudiantes según las subescalas adaptadas y fusionadas por el cuestionario de estrategias de aprendizaje CEA (Ver Tabla I). Según los resultados analizados se obtiene una descripción de las puntuaciones de los participantes en cada una de las estrategias que fortaleció o desarrollo en el transcurso de la aplicación de la metodología STEM, en cuanto a esta dimensión sobre las estrategias de aprendizaje se comprobó que al aplicar el modelo didáctico se incidió positivamente en el aprendizaje autorregulado de los participantes.

El objetivo del estudio fue apuntar a la mejora de las habilidades de las estudiantes relacionadas a los estudios investigativos de proyectos disciplinarios, que incluyen el análisis, la documentación y la resolución de problemas, con la finalidad de insértales al campo laboral y que puedan estar en la capacidad de hacer frente a situaciones en sus vidas cotidianas.

**B. Dimensión 2: Experiencia académica estudiantil (Estrategias de aprendizaje)**

Por otro lado, es necesario conocer la experiencia académica experimentada por el estudiante y su nivel de aceptación. En esta dimensión se obtuvieron los siguientes resultados que se puede visualizar en la tabla 3, las percepciones de los encuestados con respecto a esta dimensión son altamente positivas, superando entre las opciones de completamente y totalmente de acuerdo más del 95% de la distribución de las respuestas proporcionadas por los participantes en los que se puede describir: que el proyecto de aula es importante para su formación académica y que si se aplicaron los conceptos vistos en clase para solución de los problemas del proyecto de aula. Mientras que aproximadamente el 98% consideran que se respetaron los criterios de evaluación y rúbricas por parte del docente. (Ver preguntas 3-5). Se tiene que entre el 97.4% al 100% de los participantes concuerdan que los proyectos interdisciplinarios investigativos integran contenidos que guardan relación con su área disciplinar (Ver preguntas 10-12). Por otro lado, el 100 % coinciden que se deben incluir actividades relacionadas con las líneas de investigación de la Facultad contribuyen en su formación profesional.

**TABLA III.** Preguntas relacionadas con las competencias profesionales.

Preguntas	ED	PA	TA	CA
1. ¿Cree usted que el proyecto de aula es importante para su formación académica?	0%	20.5%	23.1%	56.4%
2. ¿Se aplicaron los conceptos vistos en clase para solución de los problemas del proyecto de aula?	0%	12.8%	41%	46.2%
3. ¿Cree usted que la forma de realizar el proyecto fue la adecuada	0%	10.3%	38.5%	51.3%

durante el semestre?				
4. Está conforme con la forma de realizar los avances (entregas) del proyecto de aula durante el semestre.	2.5%	15.4%	30.8%	56.4%
5. Considera que la valoración final del proyecto corresponda al 30% de la nota final de la asignatura	0%	15.4%	43.6%	41%
10. Los objetivos propuestos en el trabajo de investigación están claramente definidos	2.6%	2.6%	41%	53.8%
11. El proyecto de investigación guarda relación con su asignatura de estudio	0%	7.6%	46.2%	46.2%
12. Consideras que el proyecto es el resultado de la integración de objetivos, contenidos y criterios de evaluación de diferentes disciplinas o áreas de conocimiento	0%	7.7%	43.6%	48.7%
13. Cree usted que se debería proponer actividades académicas que fomenten la investigación aplicada en los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial	0%	2.6%	28.2%	69.2%

Basándose en la experiencia académica de los estudiantes, es necesario que los profesores no sólo se limiten a la narrativa [24] sino que también promuevan en las aulas de clases el espíritu crítico analítico del estudiante con miras a la investigación científica, evidentemente se dará bajo la adecuada y responsable preparación del docente. Para medir este grado de satisfacción se aplicó la técnica de valoración Likert cuyo valor fue de 0.84 considerado muy aceptable.

La educación STEM es un proceso participativo en el que los estudiantes aprenden y desarrollan capacidades que pueden aplicar en la vida diaria: pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación, capacidad de razonamiento y análisis, concentración, creatividad e innovación, generación de ideas, resolución de problemas... Todo ello influirá positivamente en su desarrollo personal y social de pequeños, y en su vida profesional de adultos [25].

### C. Dimensión 3: Grado de aceptación del Modelo de enseñanza STEM

La tercera parte de la encuesta consistía en obtener información del grado de aceptación de la metodología. Como se puede visualizar en la tabla 4, las percepciones de los encuestados con respecto a la metodología de enseñanza STEM son altamente positivas, superando entre las opciones de completamente y totalmente de acuerdo más

del 80% de la distribución de las respuestas proporcionadas por los participantes en los que se puede describir: que el 89.8% de los estudiantes concuerdan que la metodología aplicada por el docente cumplen con sus expectativas respecto a la forma de aprender a diferencia del modelo tradicional de enseñanza – aprendizaje. Mientras que 84.6% indican que el método fue el idóneo en su inserción al campo de estudio investigativo. (Ver preguntas 6,7). Se tiene que entre el 87% al 98% de los participantes concuerdan que el docente guio a los estudiantes, en cuanto a cómo llevar de forma correcta el proyecto interdisciplinario investigativo a través de la metodología propuesta STEM (Ver preguntas 9, 16, 17, 18). Por otro lado, el 92.3 % coinciden que incluir a los estudiantes en los proyectos de investigación de la línea de investigación de la Facultad contribuyen en su formación profesional.

**TABLA IV.** Preguntas relacionadas con el grado de aceptación de la metodología.

Preguntas	ED	PA	TA	CA
6. El tipo de metodología empleado para el aprendizaje satisfacen sus expectativas como estudiante comparándola con otros métodos tradicionales	2.6 %	7.7 %	38.5%	51.3%
7. El tipo de metodología utilizado por el docente es adecuada para el desarrollo de la parte experimental o de campo del proyecto	0%	15.4 %	28.2%	56.4%
8. Considera que los contenidos de la materia y demás recursos empleados por el docente son los adecuados para el desarrollo de la parte experimental o de campo de su proyecto de investigación	0%	12.8 %	25.6%	61.5%
9. Usted considera que la orientación por parte del profesor cumplió con sus expectativas	0%	2.6 %	30.8%	66.7%
16. El docente explicó de manera clara, concisa y concreta los objetivos del proyecto de campo.	0%	7.7 %	23.1%	69.2%
17. El docente ha contribuido y participado durante el proceso del trabajo de investigación dando la guía y apoyo necesario	0%	2.6 %	20.5%	76.9%
18. El profesor ha cumplido con la rúbrica al calificar su trabajo de apoyo en esta investigación	0%	2.6 %	30.8%	66.7%
21. Cree usted que la metodología aplicada por el profesor sobre incluir a los estudiantes en trabajos de investigación interdisciplinarios, llevados a la realidad social son necesarios para su preparación profesional.	0%	7.7 %	33.3%	59%

Cambiar de un modelo pedagógico a otro es un desafío para los docentes universitarios en donde se tiene como modelo el tradicional, la narrativa el cual es una adaptación a un paradigma particular. Sin embargo, las nuevas propuestas didácticas son un reto de acuerdo con el avance de la ciencia y tecnología, también inciden los fenómenos sociales y psicológicos. El tratamiento no sólo consistía en determinar si había o no destrezas desarrolladas sino también incidir en su parte socio afectiva, y más aún en despertar el interés en el campo investigativo los resultados indican que incidió positivamente el modelo en su desarrollo académico al hacerse autorreguladores de su aprendizaje, desarrollando sus habilidades cognitivas y actitudinales fortaleciendo su pensamiento crítico.

### III. CONCLUSIONES

De acuerdo, con los objetivos de este estudio se debe implementar nuevas metodologías de enseñanza que motiven a los estudiantes a adoptar nuevas técnicas de aprendizaje que mejoren sus actitudes en las disciplinas en las que ejercerán su profesión. La motivación que mueve a los participantes que adoptan el enfoque afectivo de apoyo y control es de carácter intrínseco. Los participantes con este tipo de motivación se caracterizan por sentirse impulsados a hacer cosas por el simple gusto de hacerlas a diferencia de la motivación extrínseca que lo induce a un aprendizaje reproductivo mecánico. Debido a que no relacionan los elementos de las tareas o de los contenidos, es decir, no percibe la interconexión de los mismos [11].

El paradigma de enseñanza de la educación STEM, en todos los niveles de la educación, no solamente consistió en despertar el interés científico de los participantes, sino también, que incluía el aumento de la capacidad de los sujetos para resolver problemas auténticos, con el propósito que el conocimiento adquirido sobre las diferentes disciplinas estudiadas en la carrera de ingeniería industrial aplicada a la ciencia sea utilizado para la comprensión de su entorno y medio laboral. Es decir, que los estudiantes podrían usar o crear nuevas herramientas tecnológicas y comprender como la Tecnología actual incide en el mundo natural y de la importancia que tiene las carreras de ingeniería junto con las líneas de investigación que propone la Facultad y cómo se vincula entre sí.

Sin embargo, para tener éxito en los programas que propone el modelo didáctico STEM se deben considerar ciertos parámetros. Los contenidos deben ser de carácter exigente, considerar un entorno de aprendizaje idóneo para los estudios investigativos disciplinarios en los campos que oferta la carrera de ingeniería, que lo resultados educativos este correctamente definidos, compromiso por parte de los agentes educativos y que los escenarios educativos sean innovadores.

En síntesis, la aplicación de modelos didácticos de enseñanza aprendizaje puede influir de manera positiva en su vocación profesional. El modelo STEM tiende a cambiar. Por lo que, la educación STEM se caracteriza por ser participativa haciendo del aprendizaje en las ciencias experimentales una experiencia gratificante fomentando el interés en el campo científico, investigativo de las ciencias, a través de situaciones prácticas didácticas que permite conectar a los estudiantes con su medio e interpretar y comprender ciertas situaciones que se les presenta y rodea. Esto hace que aumente la motivación y vocación de los estudiantes hacia las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial en los campos de Energía, Sostenibilidad y Bioconocimiento, desarrollando en ellos capacidades y actitudes fundamentales en su inserción al campo profesional, laboral y personal. En otras palabras, si queremos ser eficaces para cambiar la educación de los futuros ingenieros, tenemos que cambiar el enfoque de lo que esperamos de nuestros estudiantes.

### REFERENCIAS

- [1] Brown, J., *The current status of STEM education research*, Journal of STEM Education **17**, 52–56 (2016).
- [2] Chiu, A., Price, C. A., Ovrhim, E., *Supporting Elementary and Middle School Stem Education at the Whole-school level: A Review of The Literature*, In NARST Annual Conference, (2015).
- [3] Sánchez Harvey S., Caballero A., Guevara Ma. J., *Resultados educativos, retos hacia la excelencia*, Instituto Nacional de evaluación educativa, (Ineval, Ecuador, 2016).
- [4] Vo, H. M., Zhu, C., Diep, N. A., *The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis*, Studies in Educational Evaluation **53**, 17–28 (2017).
- [5] Bosch H., Di Blasi M., Pelem M., *Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática*. Universidad Tecnológica Nacional, Grupo de Investigación Educativa en Ciencias Básicas, Red de Investigación Educativa en Matemática Experimental para Ingeniería y Tecnología, Sarmiento, Buenos Aires – Argentina, 440 p. 3, (1041), ACI: **2**, 131-140 (2011).
- [6] Domingo Blázquez M., *Universidad Politécnica Desarrollo de competencia STEM mediante SCRATCH*, tesis de maestría, (2015).
- [7] Blández J., González V., López A., *La formación de profesores responsable a través de la investigación acción*, Facultad de educación, Universidad Complutense, Madrid. RIE **24**, p. 72 (2006).
- [8] Becker, K., Park, K., *Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics*, (STEM) subjects on students ACTM learning: A preliminary meta-analysis, Journal of STEM Education **12**, 23–38 (2011).
- [9] Fiszbein A., C., Cosentino B., Cumsille, *El desafío del desarrollo de habilidades en América Latina: Un diagnóstico de los problemas y soluciones de política*

*Autores (Inserte su nombre)*

*pública*, (Diálogo Interamericano y Mathematics Policy Research, Washington, DC, 2016).

[10] Pozo J. I., *Psicología del aprendizaje universitario*, (Ediciones Morata, Madrid, 2009).

[11] Abalde Paz E., Barca Lozano A., Cantero J. M., Ziemer M. F., *Rendimiento académico y enfoques de aprendizaje: una aproximación a la realidad de la enseñanza superior brasileña en la región norte*, Revista de Investigación Educativa, Universidad de A Coruña **27**, 303-319 (2009).

[12] García Cartagena J., Reyes González D., Burgos Oviedo F., *Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI*, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile, Revista electrónica Diálogos educativos, **18**, 0718-1310 (2017).

[13] Sullivan, A., Bers, M. U., *Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers*, International Journal of Technology and Design Education 1–22 (2017).

[14] Rosario, P., Fuentes, S., Beuchat, M., Ramaciotti, A., *Autorregulación del aprendizaje en una clase de la universidad: un enfoque de infusión curricular*, Revista de Investigación Educativa, **34**, 31-49 (2016).

[15] González Ortiz O., Villamil Rozo M., *Introducción a la ingeniería: una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero*, 1ª Edición. Bogotá Ecoe, Ediciones, 958-978 (2013).

[16] Pugnali, A., Sullivan, A., Bers, M. U., *The impact of user interface on young children's computational thinking*. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice* **16**, 171-193 (2017).

[17] Aladé, F., Lauricella, A. R., Beaudoin-Ryan, L., Wartella, E. *Measuring with Murray: Touchscreen technology and preschoolers*, STEM learning. *Computers in Human Behavior* **62**, 433–441 (2016).

[18] Xu, Y. J., *Faculty turnover: Discipline-specific attention is warranted*, *Research in Higher Education* **49**, 40–61 (2008).

[19] Max-Neef, M. A., *Foundations of transdisciplinary. Ecological Economics* **53**, 5– 16 (2005).

[20] Sabariego, M., *El proceso de investigación*, In R. Bisquerra, Metodología de la investigación educativa, Madrid. La Muralla, 127-163 (2004).

[21] Gargallo, B., Suárez-Rodríguez, J., M., Pérez Cruz, *El cuestionario CEVEAPEU, Un instrumento para la evaluación de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes universitarios*, RELIEVE **15**, 1- 31 (2009).

[22] Bernad, J. A., *Estrategias de aprendizaje*, Madrid: Bruño; Gargallo, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, (2000).

[23] Ayala, C. L., Martínez, R., Yuste, C., *CEAM. Cuestionario de estrategias de aprendizaje y motivación*, (Instituto de Orientación Psicológica EOS, Barcelona, 2004), pp. 1-19.

[24] Moreira Marco Antonio, *Abandono de la narrativa, enseñanza centrada en el alumno y aprender a aprender críticamente*, II Encuentro Nacional de Enseñanza de Ciencias de la Salud y del Ambiente, Niterói, RJ, 12 a 15 de mayo de 2010 y en el VI Encuentro Internacional y III Encuentro Nacional de Aprendizaje Significativo, São Paulo, SP, 26 a 30 de julio de 2010.

[25] Bisquerra Alzina R., *Educación emocional y competencias básicas para la vida*, Departamento MIDE de la Universidad de Barcelona. RIE **21**, 1-31 (2003).