

# Desarrollo de habilidades Science, Technology, Engineering and Mathematics, en estudiantes universitarios de Física mediante proyectos $I + D + i$ . Caso: estimación de la demanda de la energía eléctrica en zonas rurales y urbano-marginales

S. Coello Pisco<sup>a,b,\*</sup>, Y. González Cañizalez<sup>a,b</sup>, J. Hidalgo Crespo<sup>a,b,\*</sup>, J. Barzola Montes<sup>a,c</sup> y J. Alfonso Águila<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Investigación, Universidad Estatal de Guayaquil,  
Av. Dr. Raúl Gómez Lince y Av. Dr. Juan Tanca Marengo.

\*e-mail: silvicoell@gmail.com; silvia.coello@ug.edu.ec

<sup>b</sup>Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Estatal de Guayaquil.

<sup>c</sup>Facultad de Ciencias Matemáticas y Física Ecuador-Guayaquil.

Received 4 July 2018; accepted 1 October 2018

El modelo educativo (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 constructo pedagógico puede determinar, a través de proyectos colaborativos interdisciplinarios, habilidades profesionales para el desarrollo de actividades  $I + D + i$  para la estimación de la demanda de energía eléctrica en zonas rurales y urbano-marginales del cantón Guayaquil. El modelo promueve algunas estrategias de aprendizaje en los estudiantes del nivel básico de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil desde el punto de vista emocional, experiencial y colaborativo en ambientes no formales. Para la valoración del modelo, se realizó una investigación de tipo mixta que tomó una muestra heterogénea de 83 sujetos voluntarios, todos ellos con edades comprendidas entre 18 y 25 años. Se utilizó un cuestionario ad hoc de estrategias de aprendizaje donde cada dimensión de aprendizaje seleccionada a modo de ítem admitía una triple respuesta. La primera se refería a las habilidades que proporciona el modelo (Science, Technology, Engineering and Mathematics) percibida desde la propia experiencia personal del estudiante. La segunda dimensión hizo referencia a las estrategias de aprendizaje motivacional y por último, el grado de aceptación del modelo didáctico. La aplicación de este modelo demostró el desarrollo de la dimensión afectiva motivacional al trabajar colaborativamente y la aceptación del constructo (Science, Technology, Engineering and Mathematics), como medio para la capacitación de estudiantes universitarios en actividades  $I + D + i$ .

*Descriptores:* Modelo STEM; habilidades STEM; estrategias de aprendizaje; estrategias motivacionales; aprendizaje colaborativo.

The educational model (Science, Technology, Engineering and Mathematics) proposes among its activities the development of the skills that students must acquire from initial levels. This article consists of the fact that this pedagogical construct can determine, through interdisciplinary collaborative projects, professional skills for the development of  $I + D + i$  activities for the estimation of the electric demand in marginal rural and urban areas of the Guayaquil canton. The model promotes some learning strategies in the students of the basic level of Industrial Engineering at the University of Guayaquil from the emotional, experiential and collaborative point of view in non-formal environments. To assess the model, a mixed type of research was carried out that took a heterogeneous sample of 83 volunteer subjects, all of them aged between 18 and 25 years. An ad hoc questionnaire of learning strategies was used in which each learning cycle selected an item mode admitted a triple response. The first one refers to the skills offered by the (Science, Technology, Engineering and Mathematics) model perceived from the student's own personal experience. The second dimension referred to the motivational learning strategies and finally, the degree of acceptance of the didactic model. The application of this model demonstrates the development of the effective dimension of technology to work collaboratively and the acceptance of the construct. (Science, Technology, Engineering and Mathematics) as a means for training university students in  $I + D + i$  activities.

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

PACS: 01.40 Fk; 01-40 gb; 01-30 Tt; 01-30 lb

## 1. 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 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 modelo educativo Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) se presenta como un recurso metodológico didáctico ideal para la

construcción del conocimiento [4], desarrollando ciertas habilidades necesarias en los estudiantes para su desarrollo personal y profesional [5,6,7].

Este constructo educativo STEM requiere del uso de ciertas técnicas e instrumentos alternativos para la enseñanza y el aprendizaje como son: los proyectos interdisciplinarios, prácticas de laboratorio y el manejo de herramientas tecnológicas que vayan en armonía con la ciencia y la tecnología [8]. Su aplicación permite desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes y ser más receptivos a los estímulos de aprendizaje. La inclusión de estas técnicas convierte a este modelo, en una experiencia no solamente práctica sino también innovadora [9].

En otras palabras, la investigación y la enseñanza están estrechamente relacionadas en el campo educativo universitario. Es decir, las actividades de ambas son inseparables a diferencia de otras Instituciones de educación superior que guardan una orientación simplemente práctica. Por otro lado, la entidad universitaria necesita de la investigación y la enseñanza, ambas son de utilidad en el desarrollo y transmisión de conocimientos [10]. Sus nexos en la educación superior se refleja, de hecho, en lo que describe los lineamientos y normativas de la Secretaría de educación superior (CES), la Ley orgánica de Educación Superior (LOES) que indica las contribuciones que dispone la investigación universitaria con respecto a la adquisición de conocimientos científicos y en lo que respecta al desarrollo de la enseñanza y el estudio.

Con estas descripciones del párrafo anterior, las actividades de los Proyectos de  $I + D + i$ , que se realizan en universidades públicas, se desarrollan bajo la misma modalidad normativa que tienen las empresas privadas. Por tal razón, incursionar a los estudiantes en tales proyectos puede considerarse útil para la enseñanza universitaria, aunque no es necesario para cumplir con el objetivo vislumbrado por ésta [11]. En concreto, formar estudiantes para permitirles ejercer una actividad profesional. Ahora, es cierto que muchas instituciones superiores logran cumplir dicho objetivo sin aplicar los proyectos  $I + D + i$  recurriendo a otras formas de dar garantía entre la enseñanza superior y la vida profesional [12].

No obstante, consideramos que estas actividades con proyectos  $I + D + i$  son importantes en la necesidad que tiene la Facultad de Ingeniería industrial en incorporar y direccionar a estudiantes a proyectos colaborativos e investigativos según la línea de investigación de la carrera. Estos proyectos, son una eficaz vía de transferencia de conocimientos y tecnología, que aumentarían en los estudiantes su capacidad innovadora y orientarlos a la  $I + D + i$  universitaria. Según las necesidades de los sectores productivos industriales y lo que demanda la sociedad ecuatoriana [13].

El trabajo de investigación por parte del estudiante consistía en recolectar data para la interpretación de la demanda de energía eléctrica en zonas marginales de la ciudad de Guayaquil (Ecuador), como parte de un proyecto de investigación dentro de la Facultad de ingeniería industrial.

Por ello es imprescindible, hacer estudios de los fenóme-

nos educativos (desempeño académico, motivacionales, estilos de aprendizaje, apatía a los estudios de ciencias etc.) que se presentan en los niveles de educación superior ecuatoriana y también a nivel mundial [14]. Indistintamente del nivel de escolaridad que se esté ejerciendo la cátedra, los fenómenos sociales y afectivos inciden mucho en el desarrollo de ciertas destrezas de aprendizaje y desarrollo de habilidades que se pueden visualizar en el rendimiento o desempeño académico de los estudiantes como lo describe en sus estudios los investigadores Benitti y Alimisis [15,16]. La falta de interés, el desfase de conocimientos en las ciencias básicas entre otros fenómenos sociales, causan desmotivaciones y deserción de la carrera a estudiar principalmente en el campo de carreras científicas e ingenierías [17]. De acuerdo, con estas razones, que ocurren en el nivel educativo superior, es necesario realizar estudios para mejorar la calidad educativa de los estudiantes universitarios.

El fin es, motivar e incrementar en ellos habilidades que les permita mejorar sus capacidades cognitivas, componentes afectivas y motivacional que afecten significativamente de una forma u otra a 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 [18]. Tales motivos, nos induce a investigar y reflejar la importancia sobre el modelo metodológico de enseñanza STEM y las actividades  $I + D + i$  en proyectos colaborativos que pueden beneficiar a los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades de componente afectivo, motivacional y cognitiva.

Por otro lado, para aplicar el instrumento STEM se analiza las habilidades que deben tener los participantes en las actividades de  $I + D + i$  mediante los proyectos colaborativos de investigación de las ciencias básicas. Tales destrezas y habilidades pueden convertirse en una herramienta educativa significativa aplicando el modelo STEM.

Participar en estos proyectos de investigación exige que los estudiantes trabajen situaciones que les permitan aplicar ciertas estrategias de enseñanza-aprendizaje y de conocimientos matemáticos, basados en la tecnología e ingeniería que son apoyos para la reconstrucción de sus conocimientos [19] y que guardan relación con las actividades que propone el método de enseñanza-aprendizaje STEM. Este método se sustenta en la teoría constructivista, donde se requiere la interacción educativa dentro del aula [20,21].

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 [22]. Las ciencias formales y las fácticas se utilizan como herramienta auxiliar en la enseñanza de varias conceptualizaciones de las carreras de ingeniería [23]. Estas ciencias ofrecen a los estudiantes objetos que coayudan a comprender cómo la tecnología funciona en el campo laboral real.

El desarrollo de las habilidades en estudiante debe tener relación directamente con las actividades de investigación a

través de proyectos interdisciplinarios curriculares que apoyan a las asignaturas de las ciencias formales y fácticas. Dentro de estas habilidades destacan: la colaboración, la resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y computacional [20,21,24].

En lo que respecta al aprendizaje activo, el proceso de enseñanza-aprendizaje utiliza diferentes técnicas didácticas basadas en estilos de aprendizaje de los estudiantes de los cursos participantes de la carrera [25]. En primer lugar, se seleccionan y priorizan las situaciones relevantes que pueden afectar la actividad asignada dentro del proyecto  $I + D + i$ , lo que permite implementar una técnica experimental para el adiestramiento de un grupo de 36 estudiantes de la muestra total en comparación con un grupo de control de 47 estudiantes. El segundo paso está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades o competencias de aprendizaje profesional para lograr el objetivo de la actividad. Finalmente como tercer punto, se busca trabajar en base a la teoría constructivista en términos de resolución de problemas auténticos y reales [25].

Yakman y Lee (2012) describen que tanto la ingeniería y el arte se ligan entre sí. ¿En qué sentido?, en que ambas conciben la ingeniería como creador de la nueva tecnología aportando en el contexto investigativo y en el contexto social y creativo [26,28].

## 2. Supuesto

Los estudiantes que participan en los proyectos colaborativos e interdisciplinarios, desarrollan significativamente habilidades profesionales para el desarrollo de actividades  $I + D + i$  mediante la aplicación de estrategias de enseñanza - aprendizaje

### 2.1. Método

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 [29].

### 2.2. Población y Muestra

El tipo de muestreo es de “sujetos voluntarios”. La muestra es de 83 participantes en actividades de campo relacionadas con la recolección de datos necesarios para la estimación estadística de la demanda de energía eléctrica en ciertos sectores de la ciudad de Guayaquil. La población es de 390 estudiantes de las asignaturas de Termodinámica, Mecánica Analítica 1 y Física 2, de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil (Ecuador), lo que supone el 12.2 % de la población investigada. Para estimar las dimensiones participaron 83 estudiantes, de los cuales 70 son del género masculino y 13 son del género femenino. Las edades

de los participantes oscilan entre 18 a 20 años con un 59 % y el 41 % tienen entre 21-25 años.

### 2.3. Procedimiento

Para realizar una conexión de las actividades STEM con las habilidades y destrezas que debe tener un estudiante investigador, se aplicó la técnica didáctica “demostraciones activas” [30] con la dinámica de dramatización para la fase interactiva “sondeo de motivaciones, prejuicios y sentimientos previos” a 36 estudiantes de los diversos cursos, dejando 47 estudiantes sin el tratamiento pedagógico y didáctico.

Las habilidades y destrezas buscan impulsar las capacidades comunicativas como observadores reales en actividades del proyecto en cuestión [31,32]. También se busca con el constructo incrementar sus capacidades para dar respuestas a los problemas o situaciones reales de manera creativa, despertando su imaginación y la forma de adquirir información al presentarse circunstancias difíciles.

Los participantes aprenden mediante la experimentación real en primera persona. La fase previa se realiza a puerta cerrada donde el docente ensaya la demostración con antelación suficiente a la sesión con los estudiantes antes de ir al campo real donde obtendrá información para su trabajo de investigación. Esto permite trabajar la parte interpersonal e intrapersonal de los estudiantes con el docente para mejorar su autoestima (ver Tabla I).

La fase final consiste en dos partes: la primera se realiza en el aula de clases después de la dramatización mediante la técnica de “Sondeo de motivaciones, prejuicios y sentimientos previos”, para canalizar la motivación por el aprendizaje y la formación del participante desde la “zona del próximo desarrollo” en forma grupal [33]. En esta fase, se aplica el sondeo de sentimientos previos que el docente puede retomar y tener en cuenta para el ajuste de su enseñanza mediante evaluación formativa inicial.

De esta manera, se dimensionan las actividades STEM según la habilidad a desarrollarse en los participantes desde el punto de vista didáctico y pedagógico.

La segunda parte tuvo lugar luego de realizar la actividad de campo. Se aplicó un cuestionario ad hoc de estrategias de aprendizaje CEA propuesto por los autores Beltrán y Pérez [34,35] para valorar las estrategias de aprendizaje en los participantes, categorizadas de acuerdo a la habilidad que se pretendió desarrollar, tanto para el grupo control (47 estudiantes) como para el experimental (36 estudiantes).

### 2.4. Modelo metodológico STEM

Se implementó un programa de actividades basados en el Modelo metodológico STEM con la finalidad de seleccionar ciertas habilidades o destrezas que se solicita en los estudiantes para que participen en los proyectos de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial (ver Tabla I). Ej. Aprendizaje del componente afectivo y motivacional para impulsar

TABLA I. Preguntas con respecto a las habilidades según el Modelo STEM y la clasificación de las estrategias de aprendizaje

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

las capacidades comunicativas del estudiante (mejora de la autoestima).

No obstante, para determinar el nivel de incidencia entre las variables: actividades  $I + D + i$  y habilidades STEM, se realiza un análisis basado en las percepciones que tienen los estudiantes con respecto a cuales estrategias de aprendizajes adquirieron o potenciaron durante su participación en la actividad de recolección de datos. El estudio de esta percepción permitió verificar si a través del apoyo motivacional y junto con ciertas habilidades sugeridas de STEM, hubo una diferencia significativa entre el grupo control y el experimental. Los datos necesarios para llevar a cabo esta investigación se obtuvieron a través de los siguientes materiales instruccionales:

- i Realizar un estudio del modelo STEM y seleccionar las destrezas o habilidades idóneas cuyo perfil guarde relación con un estudiante investigador para proyecto colaborativos interdisciplinarios [34,36]
- ii Elaborar una tabla para dimensionar las habilidades

STEM, y asignar las estrategias de aprendizaje junto con la fundamentación didáctica correcta.

- iii Una encuesta CEA para verificar las destrezas de aprendizaje adquiridas por los grupos [36,37].
- iv Capacitar a los estudiantes en cuanto al perfil de un investigador y en que consiste los trabajos investigativos colaborativos de la carrera según las líneas de investigación de la Facultad.
- v Encuesta usada para medir la satisfacción de los participantes y verificar si adquirieron a través de las actividades STEM, las destrezas o habilidades necesarias para mejorar su aprendizaje en ésta u otras aplicaciones académicas o profesionales [35,38].

Cuantificación del estadígrafo: Escala de actitud Likert y KR-20 para medir el nivel de confiabilidad de las respuestas de los participantes y de U Mann - Whitney para el análisis de las muestras entre los dos grupos participante.

## 2.5. Cuestionario Proyecto interdisciplinario

Para este estudio se implementó el cuestionario de estrategias de aprendizaje (CEA) [41] con 26 ítems mediante una escala de actitud de Likert de 4 puntos. Adicionalmente se incluyen preguntas adicionales para medir el grado de satisfacción de los participantes del constructo pedagógico. El instrumento global se dividió en tres aspectos a tratar: las habilidades que proporciona el modelo STEM, experiencia académica social de los estudiantes (Competencia profesional) y la actitud hacia la aplicación del modelo didáctico propuesto (grado de aceptación de la metodología). Para que una metodología pueda ser implementada en ambientes de aprendizajes formales o informales, se debe tener la aceptación por parte de los participantes del acto didáctico [39].

TABLA II. Significado de la escala Likert para interpretar la satisfacción de los participantes de acuerdo con las percepciones de la técnica didáctica aplicada.

Nivel y puntos de Likert	Significado	Rango de satisfacción del constructo STEM	Magnitud
0	*Totalmente en desacuerdo	0.01 - 0.20	Muy alta
1	*En desacuerdo	0.21 - 0.40	Alta
2	*Parcialmente de acuerdo	0.41 - 0.60	Moderada
3	*Totalmente de acuerdo	0.61 - 0.80	Baja
4	*Completamente de acuerdo	0.81 - 1.00	Muy baja

Fuente: adaptado de Hernández, Fernández y Baptista (2010).

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 [40].

El instrumento de escrutinio se aplicó vía online donde se solicitaba la opinión de los participantes sobre estos ítems. El estudio se aplicó a 83 estudiantes del tercer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial matriculados (CI-2018).

### 3. Resultados y Discusión

Se analizan los diversos elementos que integran el constructo “Habilidades y Estrategias de Aprendizaje del área STEM”, mediante la encuesta CEA, así como la percepción de los estudiantes en relación a la técnica didáctica aplicada, tanto para la muestra control y la experimental [37].

#### 3.1. Dimensión habilidades según modelo STEM utilizando CEA

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

**Modelo didáctico STEM:** 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 en proyectos  $I + D + i$ .

La primera parte de la encuesta consistía en dar 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, se obtuvieron los siguientes resultados.

De acuerdo con la escala indicada, un 100 % de los participantes mencionan que el proyecto interdisciplinario va en armonía con su campo de estudio profesional (P14).

Por otro lado, en las preguntas P14, P15, P23 se tiene que entre el 86 % al 100 % de los estudiantes responden haber adquirido ciertas habilidades como lo es: la interacción intra-

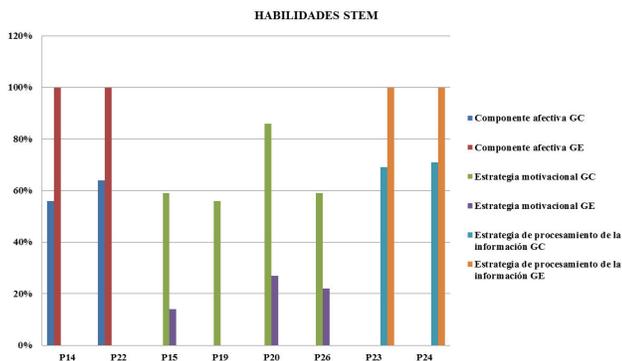


FIGURA 1. Estadística de la dimensión habilidades STEM.

personal, interpersonal, ser colaborativos y motivados a realizar un mejor trabajo de campo. En lo que respecta, a las preguntas P22, P24, P25, P26 entre 94.4.2 % al 100 % coinciden con tener mejoras en sus destrezas cognitivas (transferencia de la información (Ver Fig. 1).

#### 3.2. Dimensión experiencia académica de los estudiantes (competencia profesional)

Los resultados indican que las percepciones de los encuestados con respecto a esta dimensión son altamente positivas con un 95 % de aceptación. El 89.8 % al 100 % de los estudiantes concuerdan 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 en el anexo).

De acuerdo a la Fig. 2, al menos el 94.7 % de los participantes concuerdan que los proyectos interdisciplinarios investigativos integran contenidos que guardan relación con su área disciplinar (Ver preguntas 10-12, anexo). Por otro lado, el 100 % coinciden que reconocen que las actividades relacionadas con las líneas de investigación de la Facultad si contribuyen en su formación profesional.

Los estudiantes sugieren que es necesario que los profesores no sólo se limiten a la narrativa para la inducción de su participación dentro de los proyectos de investigación y que deben promover en las aulas de clases el espíritu crítico analítico del estudiante con miras a la investigación científica, bajo la adecuada y responsable preparación del docente.

#### 3.3. Dimensión: actitud hacia la aplicación del modelo didáctico propuesto (grado de aceptación de la metodología)

Esta dimensión consta de 8 ítems cuya valorización fue del 100 % (KR-20), lo que implica que es una actitud muy favorable de aceptación por parte de los estudiantes hacia la metodología empleada.

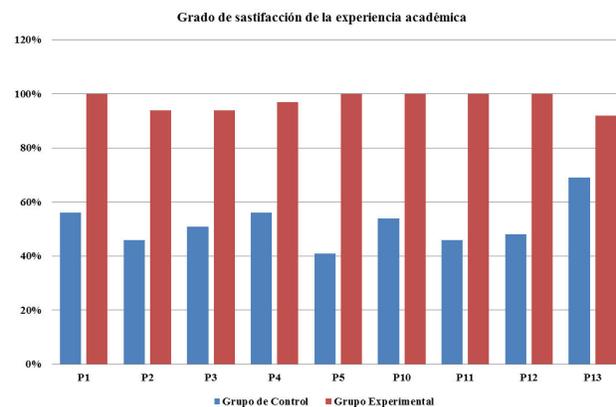


FIGURA 2. Estadística de la actitud con respecto a la experiencia académica de los participantes.

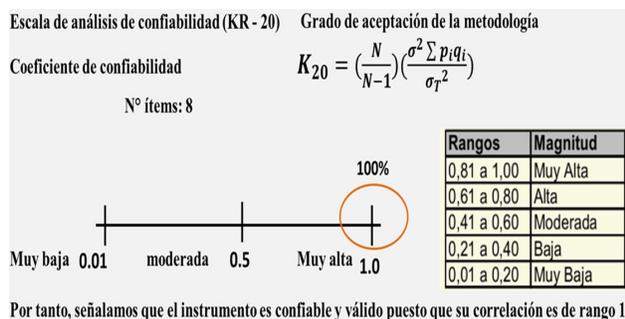


FIGURA 3. Análisis de confiabilidad de la dimensión sobre el grado de aceptación de la metodología STEM.

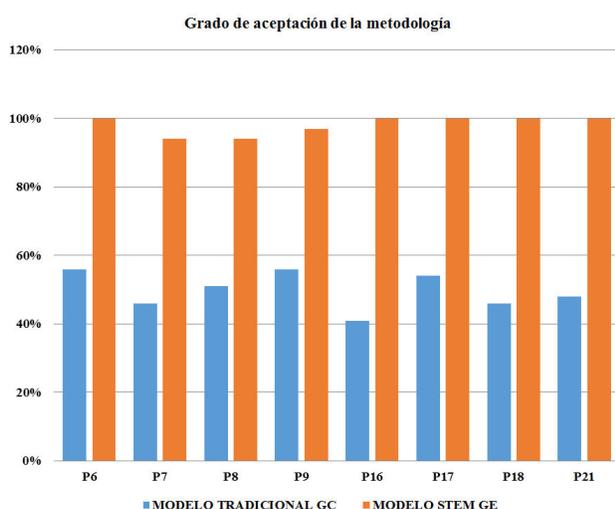


FIGURA 4. Estadística de la actitud hacia la aplicación del modelo didáctico propuesto (grado de aceptación de la metodología).

Según la Tabla de rangos y magnitudes (ver Fig. 3) las percepciones de los encuestados con respecto a la metodología de enseñanza STEM son altamente positivas. Superando las opciones de completamente y totalmente de acuerdo más del 80 % de la distribución de las respuestas proporcionadas por los participantes.

En la Fig. 4, el 90 % de los estudiantes concuerdan que la metodología aplicada por el docente cumple con sus expectativas respecto a la forma de aprender a diferencia del modelo tradicional de enseñanza - aprendizaje que se encuentra por debajo del 50 %. Mientras que más del 95 % indican que el método fue el idóneo en su inserción al campo de estudio investigativo. (Ver preguntas 6, 7, anexo). En cuanto al acompañamiento de la actividad en las fases inicial, intermedia y final por parte del docente, el 98 % concuerdan que el profesor giró instrucciones adecuadas a los estudiantes, para llevar a cabo las actividades STEM dentro del proyecto interdisciplinario investigativo (Ver preguntas 9, 16, 17, 18, anexo).

Por otro lado, el 100 % coinciden que incluir a los estudiantes en los proyectos según las líneas de investigación de la Facultad contribuye en su formación profesional. Esta actitud favorable a la metodología coincide con los datos observados tanto en la dimensión 1 y 2, lo que indica que en el

campo educativo, la actitud del estudiante es valorada como una condición significativa para el aprendizaje.

Los enfoques como el humanístico, comunicativo, integral y el enfoque centrado en el estudiante, sustenta la necesidad de adicionar dos variables: afectiva y cognitiva, por lo que las actividades STEM deben llevarse a cabo en el marco de una interacción real y una comunicación significativa (afectiva y asertiva) entre los discentes, trabajando en simultaneo en la autoimagen, la confianza en sí mismo y promoviendo el reconocimiento de la personalidad.

Tales acotaciones nos induce a mejorar la metodología a emplearse en el aula de clases. En otras palabras, el docente debe tener la perspicacia de identificar que habilidades y destrezas basadas en las competencias STEM desea potenciar en los estudiantes.

### 3.4. Análisis comparativo entre muestras

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, también consistía en incidir en su parte socio afectiva y más aún en despertar el interés en el campo investigativo.

Para medir este nivel se tomó el nivel "completamente de acuerdo", ya que es representativo en ambos grupos, según el análisis de la aceptación de la propuesta didáctica anterior. Los resultados obtenidos con el estadígrafo U Mann - Whitney se obtuvo un "p= 0.0002" menor al grado de confiabilidad crítica de 0.05 (ver Fig. 5). El modelo STEM afectó positivamente incrementando sus habilidades en al menos un nivel al hacerse autorreguladores de su aprendizaje, desarrollando sus habilidades cognitivas, actitudinales y pensamiento crítico.

## 4. Conclusiones

Según los objetivos y los datos obtenidos en este estudio, se desarrollaron ciertas habilidades y destrezas basadas en la modelo STEM en ambientes no formales. Los estudiantes que participaron en los proyectos colaborativos e interdisciplinarios, desarrollaron significativamente habilidades profesionales (cognitivas, actitudinales y pensamiento crítico.) para el desarrollo de actividades  $I + D + i$  mediante la aplicación de estrategias de enseñanza - aprendizaje. Por otro lado, 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 estos.

Si se desea mejorar otras destrezas y habilidades en este modelo STEM. Se debe planificar otras actividades apoyadas a técnicas y dinámicas didácticas que despierten su actividad mental. El estudiante se convierte en el constructor de su propio aprendizaje. Adaptando ese estilo de aprendizaje al ambiente más idóneo para trabajar de manera colaborativa y cooperativa. De esta manera, decimos que se cumplió con el 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

aplicados a las actividades  $I + D + i$  en trabajos de investigación de campo. La aplicación de la técnica experimental didáctica propició el trabajo en el campo real, que, a su vez, contribuyó a formar y fortalecer las estrategias de aprendizaje de componente afectiva y de control de apoyo cuyo principio fundamental es la construcción colectiva del conocimiento, por medio de las interacciones con otros sujetos, todo ello basado en el modelo STEM.

No obstante, se recomienda 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.

1. Brown, J. *Journal of STEM Education*, **17** (2016) 52-56.
2. Chiu, A., Price, C. A., Ovrahim, E. *Supporting Elementary and Middle School Stem Education at the Whole-school level: A Review of The Literature*. In In NARST 2015 Annual Conference.
3. Spencer Sánchez Harvey, Caballero Arturo, Guevara María José. *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** (2017) 17-28.
5. Bosch Horacio, Di Blasi Mario, Pelem Mariano. *Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática*. Universidad Tecnológica Nacional, (1) Grupo de Investigación Educativa en Ciencias Básicas, (2) Red de Investigación Educativa en Matemática Experimental para Ingeniería y Tecnología, Sarmiento 440 P.3., (1041) Buenos Aires - Argentina. *ACI*: **2** (2011) 131-140.
6. Domingo Blázquez Margarita. *Universidad Politécnica Desarrollo de competencia STEM mediante SCRATCH, tesis de maestría* (2015).
7. Blández Julia, González Viviana, López Alejandro. *La formación de profesores responsable a través de la investigación acción*. Facultad de educación. Universidad Complutense, Madrid. *RIE*. **24** (2006) 72.
8. Becker, K., Park, K., *Journal of STEM Education*, **12** (2011) 23-38.
9. Fiszbein, A., C. Cosentino, y B. Cumsille. *El desafío del desarrollo de habilidades en América Latina: Un diagnóstico de los problemas y soluciones de política pública*. Washington, DC: Diálogo Interamericano y Mathematics Policy Research, 2016.
10. Arechavala, R. *Innovación educativa, ¿en las universidades? Ideas CONCYTEG 5* (61): Julio, 2010. Disponible en: <http://octi.guanajuato.gob.mx/octigt>.
11. Anderson, T. R., Daim, T. U., y Lavoie, F. *Measuring the efficiency of university technology transfer*. *Technovation*, **27** (2007) 306-318.
12. Mariano Casanova Navarro, Fernando Jiménez Sáez, Departament de Projectes d'Enginyeria, Universitat Politècnica de València. *Proyectos de I+D e Innovación en Universidades: Determinación de su carácter empresarial*, (2016). <http://www.ingenio.upv.es/es/thesis/proyectos-de-id-e-innovacion-en-universidades-determinacion-de-su-caracter-empresarial#.WvBYce8vzIU>.
13. *Investigación Ciencia y Tecnología*. Universidad Técnica del Norte. [http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/?page\\_id=1892](http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/?page_id=1892)
14. Pozo J. Ignacio, *Psicología del aprendizaje universitario*, Ediciones Morata. (2009).
15. Benitti F. Exploring the educational potencial of robotics in school: A systematic review. *Computer & Education*, **58** (2012) 978-988.
16. Alimisis D. *Educational Robotics: new chanlleges and trends*. *Themes in the Science and Technology Education*, **6** (2013) 63 -71.
17. Abalde Paz Eduardo, Barca Lozano Alfonso, Muñoz Cantero Jesús Miguel, Ziemer Marcos Fernando, Rendimiento académico y enfoques de aprendizaje: una aproximación a la realidad de la enseñanza superior brasileña en la región norte, *Revista de Investigación Educativa*, 2009, **Vol. 27**, n° 2, págs. 303-319 Universidad de A Coruña.
18. García Cartagena Jonnathan, Reyes González David, Burgos Oviedo Fabián. *Revista electrónica Diálogos educativos*, **Vo. 18** N 33, ISSN: 0718-1310.
19. Margalef García, Leonor; Pareja Roblin, Natalie, *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, **vol. 22**, núm. 3, pp. 47-62. Universidad de Zaragoza, España, 2008.
20. García Cabrero Benilde, Loredó Enríquez Javier y Carranza Peña Guadalupe, *Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión*. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Psicología, 2008. Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., México. *Revista de investigación y educación*. REDIE vol. 10
21. Sullivan, A., Bers, M. U. *International Journal of Technology and Design Education*, (2017) 1-22.
22. Rosário, Pedro; Fuentes, Sonia; Beuchat, Marianne; Ramaciotti, Antonietta. *Autorregulación del aprendizaje en una clase de la universidad: un enfoque de infusión curricular*. *Revista de Investigación Educativa*, **34** (2016) 31-49.

23. González Ortiz Oscar, Villamil Rozo Martín. Introducción a la ingeniería: una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero. 1ª Edición. Bogotá Ecoe, Ediciones ISBN 978-958-771-027-4. (2013)
24. Pugnali, A., Sullivan, A., & Bers, M. U. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, **16** (2017) 171-193.
25. Beltrán, J. A. *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid. (1993).
26. Yakman, G. *STEAM Education: an overview of creating model of integrative education*. M.J de Vries (Ed), PATT - 17 and PATT - 19 Proceeding (pp. 335 - 358). Reston, V. A: I.T.T.E.A (2008)
27. Yakman G, Lee Y. *Journal of Korea Association Science Education*, **32** (2012) 1072-1086.
28. Aladé, F., Lauricella, A. R., Beaudoin-Ryan, L., Wartella, E., *STEM learning. Computers in Human Behavior*, **62** (2016) 433-441.
29. Sabariego, M. *El proceso de investigación*. In R. BISQUERRA (Coord), *Metodología de la investigación educativa*. (pp. 127-163). Madrid. La Muralla. (2004).
30. Herrán, A. Técnicas didácticas para una enseñanza más formativa. En N. Álvarez Aguilar y R. Cardoso Pérez (Coords.), *Estrategias y metodologías para la formación del estudiante en la actualidad*. Camagüey (Cuba): Universidad de Camagüey (ISBN: 978-959-16- 1404-9. (2011).
31. Xu, Y. J. *Faculty turnover: Discipline-specific attention is warranted. Research in Higher Education*, **49** (2008) 40-61.
32. Max-Neef, M. A. *Foundations of transdisciplinary. Ecological Economics*, **53** (2005) 5-16.
33. Beltrán, J. A.; Pérez, L., y Ortega, I. *CEA. Cuestionario de Estrategias de aprendizaje*. Madrid: TEA Ediciones. (2006).
34. El legado de Vygotsky y de Piaget a la educación. *Revista Latinoamericana de Psicología*, vol. 31, núm. 3, 1999, pp. 477-489. *Revista Latinoamericana de Psicología*. ISSN: 0120-0534. direccion.rlp@konradlorenz.edu.co. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Colombia.
35. Gargallo, Bernardo, Suárez-Rodríguez, Jesús M. y Pérez Cruz. *El cuestionario CEVEAPEU. Un instrumento para la evaluación de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes universitarios*. RELIEVE, (2009).
36. Gargallo, Bernad, J.A. *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Bruño. (2000)
37. Ayala, C.L., Martínez, R. y Yuste, C. *CEAM. Cuestionario de estrategias de aprendizaje y motivación*. Barcelona: Instituto de Orientación Psicológica EOS. (2004).
38. Anastasi, A y Urbina, S. *Test psicológicos*. México: Prentice Hall. Capítulo 9. Medición de intereses y actitudes. EL apartado corresponde a encuestas de opinión y escalas de actitud. (1998).
39. Marzano R, Debra J. *Dimensiones del aprendizaje. Manual para el maestro*. (2ª Ed) Publicaciones ITESO. México. (2014)
40. Hernández, R., C. Fernández y P. Baptista *Metodología de la investigación*. 5ª ed. México: McGraw Hill, (2010).