

Vol. 25, 2023/e06

Apoyo de pares y expectativas de resultado en STEM: desarrollo y validación de un instrumento

Peer Support and Outcome Expectations in STEM: Development and Validation of an Instrument

Apoio de pares e expectativas de resultados em STEM: desenvolvimento e validação de um instrumento

Deneb Elí Magaña Medina (1) <https://orcid.org/0000-0002-8579-596X>

Verónica Hernández-Mena (1) <https://orcid.org/0000-0001-7250-4281>

Norma Aguilar Morales (1) <https://orcid.org/0000-0002-7292-3029>

Pedro Antonio Sánchez Escobedo (2) <https://orcid.org/0000-0002-0564-3502>

(1) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

(2) Universidad Autónoma de Yucatán, México

(Recibido: 29 de mayo de 2020; Aceptado para su publicación: 22 de enero de 2021)

Cómo citar: Magaña, D. E., Hernández-Mena, V., Aguilar, N. y Sánchez, P. A. (2023). Apoyo de pares y expectativas de resultado en STEM: desarrollo y validación de un instrumento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25, e06, 1-12.

<https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e06.4274>

Resumen

Identificar los factores que influyen en la elección de carrera de los jóvenes mexicanos resulta fundamental para generar estrategias que permitan atraer nuevos estudiantes al área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). El objetivo del estudio fue desarrollar y verificar las propiedades psicométricas (fiabilidad y validez de constructo) para las escalas Apoyo de pares estudiantiles (APE-STEM) y Expectativas de resultado (EXREC-STEM) en la elección de carreras universitarias STEM en estudiantes de nivel medio superior, generando un modelo de ecuaciones estructurales. Las escalas (tipo Likert) se aplicaron a 167 estudiantes de instituciones rurales y urbanas del sureste mexicano: los resultados de los análisis factoriales, exploratorio y confirmatorio muestran un adecuado ajuste, además de una consistencia interna de $\alpha = .82$ y $.84$, confirmándose la solidez empírica del modelo, por lo que se concluye que las escalas son altamente confiables para su utilización en este contexto.

Palabras clave: educación, ciencia y tecnología, ingeniería, matemáticas, psicometría

Abstract

Identifying the factors that influence young Mexicans' choice of career is essential to generate strategies able to attract new students to science, technology, engineering, and mathematics (STEM). The objective of this study was to develop and verify the psychometric properties (reliability and construct validity) of the scales "Student peer support" (APE-STEM) and "Outcome expectations" (EXREC-STEM) in high school students' choice of STEM college degrees by generating a structural equation model. Likert scales were administered to 167 students from rural and urban schools in southeastern Mexico. The results of the exploratory and confirmatory factor analyses show adequate fit and an internal consistency of $\alpha = .82$ and $.84$, confirming the empirical soundness of the model and leading to the conclusion that these scales are highly reliable for use in this context.



Keywords: education, science and technology, engineering, mathematics, psychometry

Resumo

Identificar os fatores que influenciam na escolha de carreira profissional dos jovens mexicanos é essencial para gerar estratégias que permitam atrair novos alunos para a área de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM, por sua sigla em inglês). O objetivo do estudo foi desenvolver e verificar as propriedades psicométricas (confiabilidade e validade de construto) das escalas Apoio de pares estudantis (APE-STEM) e Expectativas de resultado (EXREC-STEM) na escolha de cursos universitários STEM em estudantes do Ensino Médio, gerando um modelo de equações estruturais. As escalas (tipo Likert) foram aplicadas a 167 alunos de instituições rurais e urbanas do sudeste mexicano: os resultados das análises fatorial, exploratória e confirmatória mostram um adequado ajuste, bem como uma consistência interna de $\alpha = 0,82$ e $0,84$, confirmando-se a solidez empírica do modelo, pelo que se conclui que as escalas são altamente confiáveis para a sua utilização neste contexto.

Palavras-chave: educação, ciência e tecnologia, engenharia, matemática, psicometria

I. Introducción

Ante la necesidad de aumentar la generación de recurso humano calificado en disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), es fundamental desarrollar estrategias que atraigan a los jóvenes a estudiar carreras universitarias de esas áreas, pues el desequilibrio que existe entre los datos de ingreso universitario (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de educación Superior [ANUIES], 2018) y los requerimientos de las empresas para ser competitivas a nivel mundial (García y Sánchez, 2017) se han convertido en un factor de riesgo para la economía nacional (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2017). Aunque las empresas cuenten con grandes recursos económicos, tecnología de vanguardia o edificaciones que respondan a los estándares internacionales, estos no son elementos suficientes si no cuentan con personal apto para la ejecución de los recursos (Montoya y Boyero, 2016).

El desafío es grande, dado que el crecimiento y el impacto de la transformación científica y tecnológica actual obliga al sistema educativo a estar preparado para formar personas con competencias relevantes hacia las temáticas que se desarrollan en el presente y hacia el futuro (Flores, 2019). En este sentido, el enfoque de enseñanza STEM coadyuva a que el estudiante aprenda a conectar conceptos de diferentes disciplinas, logrando la comprensión de conceptos más amplios y enriquecedores, desarrollando competencias que le permitan resolver problemas desde distintas miradas del conocimiento (Rizzo, 2018).

Diversos estudios (Deemer et al., 2017; Nugent et al., 2015; Vázquez y Manassero, 2009) sugieren que el entorno escolar tiene influencia en las decisiones que el estudiante tomará con respecto a su futuro académico, dejando evidencia de que cuando los pares estudiantes comparten intereses educativos, las expectativas también se alinean, por ejemplo, en la decisión de asistir a la universidad y el área de estudio (Vasalampi et al., 2018).

Si bien se han elaborado instrumentos que pretenden describir la relación de algunos factores influyentes, la mayoría de ellos se desarrolla en contextos europeos (Ardies et al., 2013; Dorfner et al., 2018), estadounidenses (Means et al., 2017; Robnett y Thoman, 2017) e incluso orientales (Chachashvili-Bolotin et al., 2016; Rotgans, 2015; Shin et al.m 2016), por lo que, aunque brindan una importante orientación no pueden ser adoptados íntegramente al contexto mexicano, debido a las diferencias socioculturales y lingüísticas, y la revisión de literatura no arrojó evidencia que permita identificar instrumentos capaces de medir la relación entre estos dos factores en dicho contexto.

Por ello, el objetivo de este estudio fue el desarrollo y verificación de propiedades psicométricas, como la fiabilidad y validez de constructo, para las escalas de apoyo de pares estudiantiles (APE-STEM) y expectativas de resultado (EXREC-STEM) en la elección de carreras universitarias STEM en estudiantes de nivel medio superior del sureste de México a través de un modelo de medida que relaciona ambas variables.

1.1 Apoyo de pares estudiantiles

El estudio realizado por Avendaño (2018) sienta bases que sugieren que los pares estudiantiles tienen relación directa con el desarrollo del interés de los jóvenes mexicanos en las áreas STEM.

En la adolescencia, el individuo se ve más involucrado con sus compañeros, las amistades asumen una clara influencia sobre los intereses, valores y aspiraciones futuras (David-Kacso et al., 2014), no sólo en las actitudes individuales, pues los apoyos generalmente se dan en unidades grupales como escuelas, aulas, equipos de trabajo, etc., en donde algunos estudiantes se convierten en modelos de los cuales otros estudiantes pueden aprender indirectamente (Deemer et al., 2017).

A pesar de que la separación de carreras por género sigue siendo parte del discurso, principalmente de los pares estudiantiles masculinos (Acevedo, 2018), se ha mostrado que cuando las mujeres tienen compañeras de su mismo sexo con alto rendimiento académico en STEM son más propensas a mantenerse en el estudio del área, ya que sus compañeras les dan confianza para poder hacer lo que perciben como improbable (Mouganie y Wang, 2017).

1.2 Expectativas de resultado en la elección de carrera STEM

Las expectativas de resultado son aquellas creencias individuales sobre lo que sucederá al realizar cierta actividad o tener ciertos comportamientos, de forma tal que si el individuo considera que ésta lo conduce a algún resultado valioso, será más propenso a elegir realizarla (Roller et al., 2018), y le permitirá mantenerse enfocado en el logro a largo plazo (Chachashvili-Bolotin et al., 2016). Implican consecuencias imaginadas y son un mediador crítico entre la carrera, el interés académico y el desarrollo de habilidades; miden la percepción de los jóvenes de ciertas carreras basadas en sus resultados monetarios, sociales y de autosatisfacción percibidos (Nugent et al., 2015), convirtiéndose en factores decisivos en la elección de una especialización de STEM.

Sin embargo, esta percepción no es siempre positiva; por ejemplo, algunos profesores observan que a los estudiantes les cuesta trabajo relacionar los aprendizajes en áreas matemáticas con su aplicabilidad en el mundo real y no encuentran suficiente utilidad en su futuro profesional (Ricoy y Couto, 2018); por su parte, las mujeres se sienten menos seguras de lograr conseguir un buen empleo en áreas STEM en comparación con sus compañeros hombres (Acevedo, 2018); estos factores disminuyen el interés, desmotivan su orientación y las expectativas en el área.

II. Método

El presente estudio se realizó bajo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y transversal, con la finalidad de validar las escalas de Apoyo de pares estudiantiles (APE-STEM) y las Expectativas de resultado (EXREC-STEM) en la elección de carreras universitarias STEM, en estudiantes de nivel medio superior.

El diseño del instrumento se realizó en tres etapas: en la primera se hizo la búsqueda bibliográfica de instrumentos utilizados en otros estudios y que dieran base para la construcción del cuestionario; posteriormente se llevó a cabo la validación de contenido con apoyo de un grupo de expertos y, por último, se llevó a cabo el proceso de validez de constructo a través de análisis factoriales exploratorio y confirmatorio con datos recabados en campo.

2.1 Revisión documental

Se hizo una búsqueda bibliográfica en las bases de datos EBSCO, Emerald, Scopus, Scielo y CONRICyT con la finalidad de identificar instrumentos que se han utilizado para medir el apoyo de pares estudiantiles y las expectativas de resultados en la elección de carreras STEM.

Entre los criterios de búsqueda se eligieron artículos publicados entre 2010 y 2020 (en inglés y español), que presentaran instrumentos que cumplieran con las propiedades psicométricas mínimas para ser

consideradas fiables para la medición del constructo (Fernández, 2008) en poblaciones de alumnos de nivel medio a superior. Aplicando dichos criterios, la búsqueda arrojó seis instrumentos relacionados con la variable apoyo de pares estudiantiles, los cuales se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Instrumentos empleados para medir la variable apoyo de pares estudiantiles

Autor	Población	Muestra	Alpha de Cronbach	Validez	Instrumentos
Aschbacher et al. (2010)	Muestra étnica y económicamente diversa de estudiantes de secundaria.	33	No indica	Análisis factoriales rotación varimax	Encuestas
Kier et al. (2014)	Estudiantes de secundaria zonas rurales.	1061	Apoyos $\alpha = .57$		STEM Career Interest Survey
Robnett y Thoman (2017)	Mujeres de las carreras de pregrado STEM.	158 mujeres y 52 hombres	Toma 1, $\alpha = 0.85$ Toma 2, $\alpha = 0.79$		
Avendaño-Rodríguez et al. (2017)	Estudiantes de bachillerato.	309	0.925	AFE	Cuestionario I-STEM
Christensen et al. (2014)	Alumnos de proyectos ITEST.	401	Intención $A = .97$ y .96	Regresión logística binaria	Cuestionario de Interés Profesional (CIQ)
Vázquez y Manassero (2015)	Estudiantes de primer año de universidad, en 6 países latinos.	2559	No indica	No indica	IRIS-Q

Por su parte, la variable Expectativas de resultado ha sido explorada con más amplitud; en la revisión de literatura se ubicaron 16 instrumentos que miden dicha variable en jóvenes estudiantes relacionados con las disciplinas STEM, sin embargo, algunos de ellos se enfocan a poblaciones diferentes a la que este estudio interesa (Chemers et al., 2011; Mitchell, 2016; Robnett y Thoman, 2017; Vázquez y Manassero, 2015; Vogel, 2016) y en otros más no se presentan los suficientes datos para evaluar las características psicométricas (Aschbacher et al., 2014; Aschbacher et al., 2010; Hillman et al., 2016; Kier et al., 2014; Means et al., 2017), por lo que el análisis se centró en seis instrumentos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Instrumentos empleados para medir a variable expectativas de resultado

Autor	Población	Muestra	Alpha de Cronbach	Validez	Instrumentos
Chachashvili-Bolotin et al. (2016)	Estudiantes de secundaria israelíes.	2428	Apoyo social percibido $\alpha = .64$	AFE Valores superiores a .5	SCCT
Ardies et al. (2015)	Estudiantes de 12 a 14 años, de 10. y 20. grado de 17 escuelas secundarias flamencas.	2973	Aspiraciones de Carrera tecnológica $\alpha = .92$ Consecuencias percibidas de la tecnología $\alpha = .72$	Análisis multivariado	Instrumento de tecnología
Guzey et al. (2014)	Estudiantes de 4o. y 6o. grado de dos escuelas enfocadas en STEM y tres escuelas integrales.	662	$\alpha = 0.91$	Análisis factorial exploratorio	Actitudes hacia las carreras profesionales STEM y no-STEM
Mahoney (2010)	Una escuela convencional y una escuela basada en STEM.	378	$\alpha = .92$ ($r = .63, p = .000$)	ACP	Actitud del estudiante hacia STEM
Christensen et al. (2014)	Alumnos de proyectos ITEST.	401	Intención $\alpha = .97$ y .96 Importancia $\alpha = .79$ y .72	Regresión logística binaria	Cuestionario de Interés Profesional (CIQ)
Roller et al. (2018)	Estudiantes de secundarias de Estados Unidos participantes de un proyecto de divulgación STEM.	196	$\alpha = 0.916$ para matemáticas; $\alpha = 0.921$ para ciencia; $\alpha = 0.916$ para ingeniería /tecnología	Ánálisis de Componentes Principales Análisis Factorial Confirmatorio	SIC-STEM

A partir del análisis documental se desarrolló un cuestionario propio basado en los instrumentos de Avendaño-Rodrígues et al. (2017), Christensen et al. (2014) y Roller et al. (2018), de los cuales se adaptaron algunos ítems al contexto nacional y a la población meta, ya que se observó que las escalas diseñadas por Christensen et al. y Roller et al. presentan los valores más altos de fiabilidad y validez estadística y están enfocados a una población similar al objeto del presente estudio. Por otro lado, resalta la intención de los ítems utilizados en el instrumento de Avendaño-Rodrígues et al., pues es el único desarrollado y enmarcado en el contexto mexicano, además de que presenta valores estadísticos altamente aceptables.

2.2 Validez de contenido

La validez de contenido se realizó de manera cualitativa con un grupo de seis investigadores expertos en psicometría, elaboración de pruebas, investigación educativa y educación STEM, así como una experta en literatura, quien apoyó en la revisión de la redacción y estructura de los ítems. La selección de los expertos se hizo revisando el impacto de las obras publicadas en las áreas citadas, y su disposición a colaborar en el estudio. Urrutia et al. (2014) discuten sobre lo que puede considerarse un experto, señalando que por lo menos debe contar con cinco años de experiencia académica en el área en la que dará su opinión, criterio que cumplieron los expertos participantes.

El proceso se realizó mediante un grupo de enfoque en que se implementó la siguiente dinámica: 1) Se pidió, como primer paso, que cada uno contestara el cuestionario; 2) se dio soporte bibliográfico, entregándoles la tabla de especificaciones; 3) se procedió a realizar una discusión y crítica puntual de cada una de las secciones y preguntas que componen el cuestionario; y 4) se llegó a un consenso sobre la pertinencia de cada segmento y pregunta del cuestionario. El procedimiento realizado se apegó a los elementos de la Metodología Q para validez de contenido por juicio de expertos, descrita por Urrutia et al.

(2014), con la diferencia de que la etapa en la que se determina la relevancia y jerarquía, no se discutió con una escala, se realizó de manera consensuada durante la sesión de trabajo.

A partir de dicha discusión, el cuestionario quedó conformado por cuatro ítems que miden el apoyo de pares estudiantiles (APE-STEM) y seis ítems que exploran las expectativas de resultado (EXREC-STEM), todos ellos en escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta: 1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de especificaciones de las escalas de apoyo de pares estudiantiles (APE-STEM) y expectativas de resultado (EXREC-STEM)

Variable	Definición operacional	Ítem	Autor de origen
Apoyo de pares estudiantiles	Impacto que tienen las relaciones de amistad en los estudiantes y su interés en alguna de las disciplinas STEM.	Mis amigos estudiarían una carrera del área STEM. Mis amigos consideran que las carreras STEM son interesantes. Mis amigos consideran valioso estudiar carreras STEM. Mis amigos me animarían a estudiar una carrera del área STEM.	Avendaño- Rodríguez et. al (2017) Avendaño- Rodríguez et. al (2017) Avendaño- Rodríguez et. al (2017) Christensen et al. (2014)
Expectativas de resultado	Creencias individuales sobre lo que sucederá al realizar cierta actividad, consecuencias imaginadas de la realización de comportamientos particulares.	Estudiar una carrera en STEM te llevará a tener buen trabajo. Estudiar una carrera en STEM te da el reconocimiento de los demás. Estudiar una carrera en STEM es un reto. Estudiar una carrera en STEM representaría ganar más dinero. Estudiar una carrera en STEM te facilita hacer contribuciones importantes a la sociedad. Estudiar una carrera en STEM te da prestigio social.	Christensen et al. (2014) (Christensen et al., 2014) (Christensen et al., 2014) Roller (2018) Roller (2018) (Christensen et al., 2014)

Para verificar la validez de la estructura del instrumento se hizo un levantamiento de datos en campo, a los cuales se realizaron análisis factoriales, exploratorio y confirmatorio, utilizando el método de máxima verosimilitud y rotación Oblimin directo.

Se seleccionó e invitó a dos instituciones de educación media superior de dos estados del sureste de México, en las cuales se contó con la participación voluntaria e informada de 167 alumnos matriculados en los 3 niveles escolares: 86 hombres y 81 mujeres, de entre 15 y 19 años de edad.

Se solicitó a los participantes que contestaran el cuestionario de manera autoaplicada, a papel y lápiz, con acompañamiento de los miembros del equipo de investigación. La aplicación se realizó durante los meses de junio y agosto de 2019.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa Statistic Package for Social Sciences 25 (SPSS) para hacer el análisis de estadística descriptiva y de frecuencias, posteriormente se realizaron las pruebas estadísticas que permitieron confirmar la posibilidad de llevar a cabo el análisis multivariante (Valdés et al., 2019). Se realizó el Análisis Factorial Exploratorio con el método de extracción de factores por máxima verosimilitud con rotación Oblimin directo y, con ayuda del programa estadístico AMOSGraphics-24, se calculó el modelo factorial confirmatorio, el cual se evaluó a través de los índices de ajuste absolutos y los índices de ajuste de incremento.

III. Resultados

Para asegurar la homogeneidad y consistencia interna del instrumento se calculó el Alfa de Cronbach, obteniendo valores altamente confiables de $\alpha = 0.82$ para el caso de pares estudiantiles, y $\alpha = 0.84$ en expectativas de resultado (Mcneish, 2018).

El análisis de la media, desviación estándar, asimetría y curtosis de los ítems permitió inferir que la distribución de los datos se acerca a la distribución normal, como se ve en la Tabla 4.

Tabla 4. Media, Desviación Estándar, Asimetría y Curtosis de los Reactivos de la Escala

Ítems	M	DE	Asimetría	Curtosis
Mis amigos estudiarían una carrera del área STEM.	3.49	1.11	-0.53	-0.19
Mis amigos consideran que las carreras STEM son interesantes.	3.92	1.07	-0.97	0.55
Mis amigos consideran valioso estudiar carreras STEM.	3.74	1.08	-0.72	0.06
Mis amigos me animarían para estudiar una carrera del área STEM.	3.88	1.12	-0.95	0.37
Estudiar una carrera en STEM te llevará a tener buen trabajo.	4.15	1.06	-1.34	1.36
Estudiar una carrera en STEM te da el reconocimiento de los demás.	3.80	1.04	-0.70	0.09
Estudiar una carrera en STEM es un reto.	3.94	1.06	-1.16	1.10
Estudiar una carrera en STEM representaría ganar más dinero.	3.64	1.06	-0.54	-0.07
Estudiar una carrera en STEM facilita hacer contribuciones importantes a la sociedad.	3.86	1.02	-0.77	0.23
Estudiar una carrera en STEM te da prestigio social.	3.55	1.11	-0.50	-0.27

Se verificaron los supuestos para el análisis multivariante a través de las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), obteniendo valores por encima de .86, y las pruebas de esfericidad de Bartlett con valores de significancia menores a .00, lo que permite aceptar la hipótesis nula y proceder realizar el análisis factorial exploratorio (Pérez-Gil et al., 2000).

3.1 Análisis Factorial Exploratorio

Para dar evidencia de la validez de constructo de las escalas e identificar el número y composición de los factores comunes necesarios para explicar la varianza común del conjunto de ítems analizado, se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) mediante el método de extracción de factores por máxima verosimilitud con rotación Oblimin directo (Lloret-Segura et al., 2014).

En los resultados del AFE se observa la agrupación de los ítems en dos factores, con comunidades de entre .36 y .61 y con cargas factoriales superiores a .41, cumpliéndose así los criterios para mantener todos los ítems (Williams et al., 2010) (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis factorial exploratorio de los factores apoyo pares estudiantiles y expectativas de resultados

Ítem	Factor 1	Factor 2	h^2
Estudiar una carrera STEM te llevará a tener buen trabajo.	0.59	-0.30	.61
Estudiar una carrera STEM te da el reconocimiento de los demás.	0.64	-0.17	.53
Estudiar una carrera STEM es un reto.	0.41	-0.32	.39
Estudiar una carrera STEM representaría ganar más dinero.	0.75	0.05	.52
Estudiar una carrera STEM te facilita hacer contribuciones importantes a la sociedad.	0.79	0.05	.58
Estudiar una carrera STEM te da prestigio social.	0.63	0.07	.36
Mis amigos estudiarían una carrera del área STEM.	-0.11	-0.75	.49
Mis amigos consideran que las carreras STEM son interesantes.	0.01	-0.76	.59
Mis amigos consideran valioso estudiar carreras STEM.	0.07	-0.79	.68
Mis amigos me animarían para estudiar una carrera del área STEM.	0.11	-0.59	.42
% Varianza	41.60%	10.49%	

Nota: N = 167, KMO = .86, $\chi^2 = 708.82$, $gl = 45$, $p < .000$, h^2 = Comunalidad. Factor 1 = expectativas de resultados, Factor 2 = apoyo de pares estudiantiles. Varianza total explicada = 52.10%

3.2 Análisis Factorial Confirmatorio

Para validar el modelo teórico basado en los resultados del AFE, se realizó un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) para demostrar la validez de la estructura factorial previamente obtenida, así como la validez de las deducciones teóricas inferidas en él (Pérez-Gil et al., 2000).

Se obtuvo un valor de $X^2 = 61.05$, con 32 grados de libertad y $p = .001$. Los índices de ajuste absolutos; SRMR, AGFI y RMSEA muestran valores satisfactorios. Los índices de ajuste de incremento; TLI y CFI obtuvieron valores aceptables; en el caso de la razón de discrepancia CMIN/DF se encuentra en el rango esperado (ver Tabla 6).

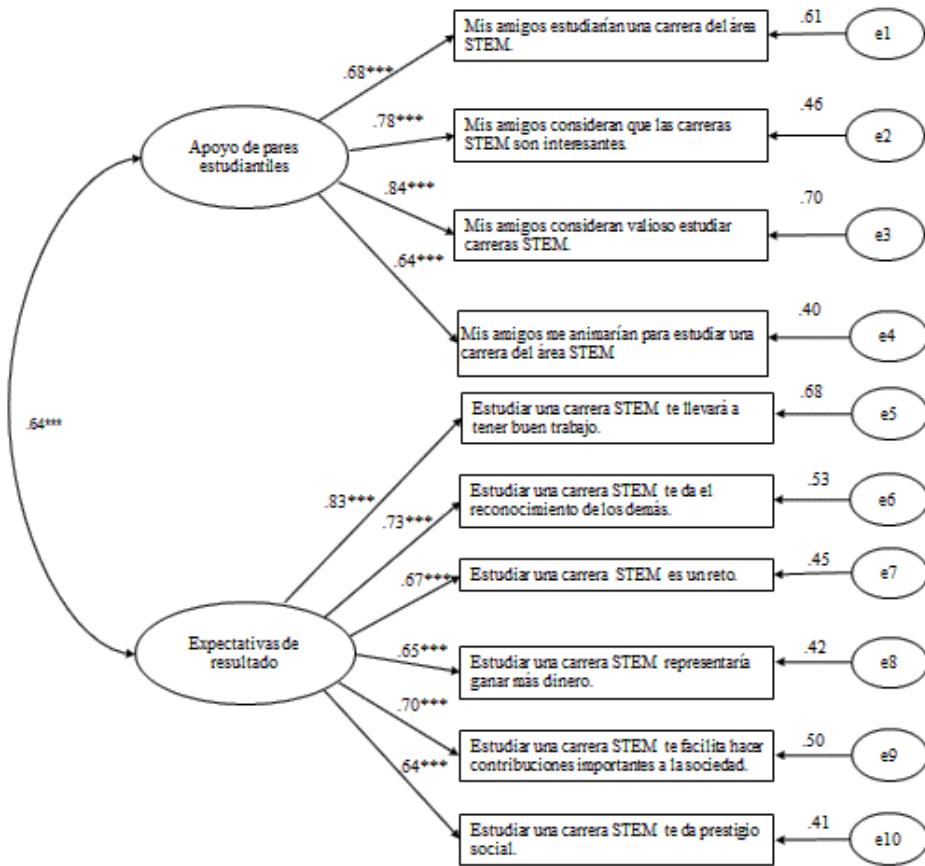
Tabla 6. Indicadores de ajuste de modelo estructural

Variable	CMIN/DF	SRMR	AGFI	TLI	CFI	RMSEA
Valores esperados	1 a 3	<.08	$\geq .90$	$\geq .90$	$\geq .95$	<.08
Modelo	1.91	.07	.90	.94	.96	.07 [.04-.10]

Nota: N = 167. Valores de referencia (Arias, 2008; Manzano y Zamora, 2010).

En el modelo de medida se pueden apreciar cargas factoriales significativas, por encima de .60, en todos los ítems de ambos instrumentos; por su parte la covarianza entre las variables del modelo resulta positivamente significativa (ver Figura 1).

Figura 1. Modelo de medida de la escala apoyo de pares estudiantiles (APE-STEM) y expectativas de resultado (EXREC-STEM)



Nota: Método de análisis factorial confirmatorio por máxima verosimilitud con datos estandarizados.
*** $p < 0.001$

IV. Discusión y conclusiones

El proceso de validación de contenido aunado a la validación del constructo basado en los resultados de los análisis factoriales exploratorio y confirmatorio, reforzado por los análisis de fiabilidad, demuestran que el modelo de medida presentado en este estudio tiene las propiedades psicométricas adecuadas para ser utilizado en este contexto.

La solidez de los resultados es coincidente con la literatura, ya que muestra un importante impacto de las variables estudiadas, confirmando que las adecuaciones realizadas a los instrumentos elegidos fueron de gran ayuda para comprensión de los ítems.

Este estudio aporta un modelo de medida a partir de dos escalas breves en número de reactivos, con valores aceptables para la fiabilidad y validez en la medición de los constructos: apoyo de pares estudiantiles y expectativas de resultados en la elección de carreras STEM. Los resultados obtenidos dan certeza de las propiedades psicométricas del modelo de relación entre las variables, con lo cual se convierte en una herramienta valiosa para el estudio de los factores presentes en la elección de carreras STEM en estudiantes mexicanos de educación media superior.

Esta investigación contribuye al estado del arte de los estudios STEM en México, particularmente en la zona sureste, cobrando relevancia por la escasa información que existe en el tema, a diferencia de lo que en otros países ha sucedido en las últimas décadas (European Commission, 2016; European Commission, 2007; National Academy of Sciences, 2014).

En la revisión documental no se identificaron estudios donde se reporten escalas con propiedades psicométricas sólidas para medir el apoyo de pares estudiantiles relacionado con las expectativas de resultado de carreras STEM.

Entre las bondades del instrumento está la sencillez del lenguaje y la longitud del mismo, pues esto resulta muy adecuado para la autoadministración en distintos grupos de edad y contextos; además de que facilita el manejo y análisis de los datos.

Metodológicamente, la presente investigación presenta una muestra que procura la diversidad sociocultural, para dar mayor certeza a los resultados. Sin embargo, el estudio presenta algunas limitaciones: al ser un cuestionario autoaplicado, la deseabilidad social en las respuestas puede generar sesgo; por otro lado, aunque se procuró la diversidad de la muestra, se dificulta la generalización del uso del modelo en otras regiones y contextos. Por ello y al ser escasos los estudios de estas relaciones, en futuras investigaciones sería deseable replicar el estudio en otros contextos socioculturales, así como en diferentes grupos etarios, para observar el comportamiento estadístico y validar el modelo para otras poblaciones.

Referencias

Acevedo, M. (2018). *¿Los estereotipos sobre carreras CTIM influyen en la elección de trayectorias profesionales a las mujeres? Un estudio exploratorio entre jóvenes de escuelas públicas de alto rendimiento en CDMX*. [Tesis de Maestría], Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C.
<http://hdl.handle.net/11651/2616>

Ardies, J., de Maeyer, S. y Gijbels, D. (2013). Reconstructing the pupils attitude towards technology-survey. *Design and Technology Education: An International Journal*, 18(1), 8-19.
<https://ojs.lboro.ac.uk/DATE/article/view/1796>

Ardies, J., de Maeyer, S., Gijbels, D. y van Keulen, H. (2015). Students attitudes towards technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 43-65. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9268-x>

Arias, B. (2008). Desarrollo de un ejemplo de análisis factorial confirmatorio con LISREL, AMOS y SAS. En M. A. Verdugo, M. Crespo, M. Badía y B. Arias (Coords.), *Metodología en la investigación sobre discapacidad. Introducción al uso de ecuaciones estructurales* (pp. 75-120). VI Simposio Científico SAID.
https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO20749/said_2008.pdf

Aschbacher, P. R., Ing, M. y Tsai, S. M. (2014). Is Science Me? Exploring middle school students' STE-M career aspirations. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 735-743. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9504-x>

Aschbacher, P. R., Li, E. y Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564-582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de educación Superior. (2018). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior-ANUIES*. <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

Avendaño, K. C. (2018). *Interés por estudios universitarios en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) en bachilleres de Tabasco*. [Tesis de doctorado], Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3106>

Avendaño-Rodríguez, K., Magaña-Medina, D. E. y Aguilar-Morales, N. (2017). Análisis factorial exploratorio del cuestionario interés por estudios universitarios en áreas STEM (I-STEM). *Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico*, 4, 54-68. http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Analisis_Cuantitativo_y_Estadistico/vol4num13/Revista_de_Analisis_Cuantitativo_y_Estadistico_V4_N13_7.pdf

Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M. y Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. *International Journal of Science Education*, 38(3), 366-390. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143137>

Chemers, M. M., Zurbriggen, E. L., Syed, M., Goza, B. K. y Bearman, S. (2011). The role of efficacy and identity in science career commitment among underrepresented minority students. *Journal of Social Issues*, 67(3), 469-491. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2011.01710.x>

Christensen, R., Knezek, G. y Tyler-Wood, T. (2014). Student perceptions of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) content and careers. *Computers in Human Behavior*, 34, 173-186. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.01.046>

David-Kacso, A., Haragus, P. T. y Roth, M. (2014). Peer influences, learning experiences and aspirations of romanian high school students in their final school year. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 200-204. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.035>

Deemer, E. D., Marks, L. R. y Miller, K. A. (2017). Peer science self-efficacy: a proximal contextual support for college students' science career intentions. *Journal of Career Assessment*, 25(3), 537-551. <https://doi.org/10.1177/1069072716651620>

Dorfner, T., Förtsch, C. y Neuhaus, B. J. (2018). Effects of three basic dimensions of instructional quality on students' situational interest in sixth-grade biology instruction. *Learning and Instruction*, 56, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.03.001>

European Commission. (2016). *Does the EU need more STEM graduates?: final report*. Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/000444>

European Commission. (2007). *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Directorate-General Research. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>

Fernández, A. (2008). Propiedades psicométricas de las escalas y cuestionarios objetivos en psicología: aspectos a considerar en la construcción, adaptación y utilización de instrumentos psicológicos. En M. Loubat (Ed.), *Diagnóstico psicológico: más que una intuición* (pp. 97-126). LOM.

Flores, J. L. (2019). El rol de las universidades en la gestión del conocimiento en México. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*. <https://www.eumed.net/rev/ccss/2019/02/universidades-conocimiento-mexico.html>

García, M. L. y Sánchez, M. G. (septiembre de 2017). *Sistemas de innovación y capital humano calificado. Avances y retos en México*. XXII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, México. <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xxii/docs/9.18.pdf>

Guzey, S. S., Harwell, M. y Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279. <https://doi.org/10.1111/ssm.12077>

Hillman, S. J., Zeeman, S. I., Tilburg, C. E. y List, H. E. (2016). My attitudes toward science (MATS): The development of a multidimensional instrument measuring students' science attitudes. *Learning Environments Research*, 19(2), 203-219. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9205-x>

Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. y Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>

Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A. y Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>

Mahoney, M. P. (2010). Students' attitudes toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 24-34. <https://doi.org/10.2106/jots.v36i1.a.4>

Manzano, A. y Zamora, S. (2010). *Sistema de ecuaciones estructurales: una herramienta de investigación* (Cuaderno técnico 4). CENEVAL. <https://docplayer.es/42086072-Sistema-de-ecuaciones-estructurales-una-herramienta-de-investigacion.html>

Mcneish, D. (2018). Thanks coefficient Alpha, we'll take it from here. *Psychological Methods*, 23(3), 412-433. <https://doi.org/10.1037/met0000144>

Means, B., Wang, H., Wei, X., Lynch, S., Peters, V., Young, V. y Allen, C. (2017). Expanding STEM opportunities through inclusive STEM-focused high schools. *Science Education*, 101(5), 681-715. <https://doi.org/10.1002/sce.21281>

Mitchell, P. T. (2016). *Undergraduate motivations for choosing a Science, Technology, Engineering, or Mathematics (STEM) major*. http://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj/1907

Montoya, C. y Boyero, M. (2016). El recurso humano como elemento fundamental para la gestión de calidad y la competitividad organizacional. *Visión de Futuro*, 20(2), 1-20.

Mouganie, P. y Wang, Y. (2017). High performing peers and female STEM choices in school. *Journal of Labor Economics*, 38(3). <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/81860/>

National Academy of Sciences. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press.

Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C. R. y Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). *Panorama de la educación 2017*. <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/EAG2017CN-Mexico-Spanish.pdf>

Pérez-Gil, J. A., Chacón, S. y Moreno, R. (2000). Validez de constructo: el uso de análisis factorial exploratorio-confirmatorio para obtener evidencias de validez. *Psicothema*, 12(Supl. 2), 442-446.
<http://www.psicothema.com/pdf/601.pdf>

Ricoy, M.-C. y Couto, M. J. (2018). Desmotivación del alumnado de secundaria en la materia de matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 69-79.
<https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1650>

Rizzo, K. (2018). Educación STEAM: desafíos y oportunidades. Organización de Estados Iberoamericanos
<https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Educacion-STEAM-desafios-y-oportunidades>

Robnett, R. y Thoman, S. E. (2017). STEM success expectancies and achievement among women in STEM majors. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 52, 91-100.
<https://doi.org/10.1016/j.appdev.2017.07.003>

Roller, S., Lampley, S., Dillihunt, M., Benfield, M. y Turner, M. (2018). *Student attitudes toward STEM: A revised instrument of social cognitive career theory constructs (Fundamental)*. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2018-June.
<https://www.asee.org/public/conferences/106/papers/21498/view>

Rotgans, J. I. (2015). Validation study of a general subject-matter interest measure: The Individual Interest Questionnaire (IIQ). *Health Professions Education*, 1(1), 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2015.11.009>

Shin, S., Ha, M. y Lee, J.-K. (2016). The development and validation of instrument for measuring high school students' STEM career motivation. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 36(1), 75-86.
<https://doi.org/10.14697/jkase.2016.36.1.0075>

Urrutia, M. J., Barrios, S. C., Gutiérrez, M. L. y Mayorga, M. P. (2014). Métodos óptimos para realizar validez de contenido. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior*, 28(3), 547-558.
<http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/301>

Valdés, A. A., García, F. I., Torres, G. M., Urías, M. y Grijalva, C. S. (2019). *Medición en investigación educativa con apoyo del SPSS y el AMOS*. Departamento de Educación, Instituto Tecnológico de Sonora.
[https://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ciencias-sociales/MEDICI%C3%93N%20EN%20INVESTIGACI%C3%93N%20\(1\).pdf](https://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ciencias-sociales/MEDICI%C3%93N%20EN%20INVESTIGACI%C3%93N%20(1).pdf)

Vasalampi, K., Kiuru, N. y Salmela-Aro, K. (2018). The role of a supportive interpersonal environment and education-related goal motivation during the transition beyond upper secondary education. *Contemporary Educational Psychology*, 55(299), 110-119. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.09.001>

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 11(1).
<http://redie.uabc.mx/vol11no1/contenido-vazquez4.html>

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 264-277. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2920>

Vogel, L. (2016). *At the beginning of the STEM Pipeline: A case study exploring preadolescent female students' attitudes toward science, perceptions of scientists, and developing career aspirations*. [Tesis doctorado], Drexel University]. <https://core.ac.uk/download/pdf/190324073.pdf>

Williams, B., Onsman, A. y Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices Mr. *Australasian Journal of Paramedicine*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.33151/ajp.8.3.93>