

APOYO ORGANIZACIONAL Y CONTEXTUAL PARA EL FOMENTO DE VOCACIONES STEM. PSICOMETRÍA DE UNA ESCALA DE MEDICIÓN

ORGANIZATIONAL AND CONTEXTUAL SUPPORT FOR THE PROMOTION OF STEM VOCATIONS. PSYCHOMETRICS OF A MEASUREMENT SCALE

Deneb Elí Magaña-Medina¹ * ; Norma Aguilar-Morales¹ ; Verónica Hernández-Mena¹ .

1. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México. deneb.magana@ujat.mx

*Autor de correspondencia: Deneb Elí Magaña-Medina, email: deneb.magana@ujat.mx

Información del artículo:

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.33975/riuq.vol35n1.1229>

Recibido: 1 abril 2023; Aceptado: 5 mayo 2023

RESUMEN

Introducción: El objetivo del estudio fue la validación psicométrica de una escala de elaboración propia para medir la percepción de apoyo organizacional y contextual sobre el fomento hacia las disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés) para estudiantes de nivel medio superior.

Método: El cuestionario fue administrado a papel y lápiz de forma anónima y cada participante brindó su consentimiento informado al comenzar el cuestionario. Se realizó un muestreo determinístico a 390 estudiantes que cumplieron los criterios de inclusión.

Resultados: Para la validez de contenido se realizó una consulta a expertos sobre el tema, y la validez de constructo se estimó realizando un análisis factorial exploratorio (AFE), mediante el método de extracción de factores por máxima verosimilitud con rotación oblimin directo, reportando cargas factoriales superiores a 0.5. Para validar el modelo teórico se realizó de igual forma un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) que permitió demostrar la validez de la estructura previamente obtenida, pero con ajustes. Se estimaron los indicadores de ajuste del modelo de medida, ($\chi^2= 15.20$, $gl= 8$, $p > 0.055$, SRMR=0.05, AGFI=0.96, RMSEA 0.04 IC90[0.00-0.08], TLI=0.98, y CFI=0.99), cuyos valores obtenidos, al igual que los de fiabilidad se consideran aceptables de acuerdo con los estándares reportados en la literatura.

Discusión o Conclusión: El modelo de medida se corrobora con ajustes a la estructura teórica según lo que se reporta en los indicadores de ajuste tanto del análisis factorial exploratorio como del confirmatorio. Los resultados presentan una contribución importante en la medición de los elementos que coadyuvan al fomento de vocaciones en disciplinas STEM. Desde una mirada metodológica se propone una herramienta consistente para la medición de los constructos definidos.

Palabras clave: STEM; propiedades psicométricas; apoyo organizacional; contextual.

Cómo citar: Magaña-Medina, Deneb Elí., Aguilar-Morales, Norma., & Hernández-Mena, Verónica. (2023). Apoyo organizacional y contextual para el fomento de vocaciones STEM. *Psicometría de una escala de medición. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 35(1), 328-343. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol35n1.1229>

ISSN: 1794-631X e-ISSN: 2500-5782

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.



ABSTRACT

Introduction: The objective of the study was the psychometric validation of a self-made scale to measure the perception of organizational and contextual support for the promotion of STEM disciplines (science, technology, engineering, and mathematics for its acronym) for high-level student's upper middle.

Method: The questionnaire was administered to paper and pencil anonymously and each participant gave their informed consent at the beginning of the questionnaire. A deterministic sampling was carried out on 390 students who met the inclusion criteria.

Results: For content validity, experts were consulted on the subject, and construct validity was estimated by performing an exploratory factor analysis (EFA), using the maximum likelihood factor extraction method with direct oblimin rotation, and reporting loads. factorials greater than 0.5. To validate the theoretical model, a Confirmatory Factor Analysis (CFA) was carried out in the same way, which allowed demonstration of the validity of the previously obtained structure, but with adjustments. The fit indicators of the measurement model were estimated ($\chi^2= 15.20$, $gl= 8$, $p > 0.055$, SRMR=0.05, AGFI=0.96, RMSEA 0.04 IC90[0.00-0.08], TLI=0.98, and CFI=0.99), whose values obtained, as well as those of reliability, are considered acceptable according to the standards reported in the literature.

Discussion or Conclusion: The measurement model is corroborated with adjustments to the theoretical structure according to what is reported in the adjustment indicators of both exploratory and confirmatory factor analysis. The results present an important contribution in the measurement of the elements that contribute to the promotion of vocations in STEM disciplines. From a methodological perspective, a consistent tool is proposed for the measurement of the defined constructs.

Keywords: STEM; psychometric properties; organizational; contextual support.

INTRODUCCIÓN

Las carreras relacionadas con disciplinas asociadas la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por su acrónimo en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics), forman parte de la proyección mundial de empleos del futuro (World Economic Forum, 2020).

Aumentar el aprendizaje de los estudiantes de las materias y prácticas de estas disciplinas y desarrollar actitudes positivas hacia ellas, se ha convertido uno de los principales objetivos para la educación STEM K-12 en los Estados Unidos y países desarrollados (Nadelson & Seifert, 2017). Este término se refiere a la educación interrelacionada entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas desde preescolar hasta el grado 12, cuya equivalencia en México se refiere a la educación primaria, secundaria y preparatoria (niveles de la educación obligatoria).

La relevancia de fomentar este tipo de aprendizajes es que propicia las vocaciones profesionales en disciplinas STEM. De acuerdo con Morales (2022), de las 10 profesiones mejor pagadas en México, 9 pertenecen a alguna disciplina en ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas. En el reporte del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2020), se ha destacado la adopción de la herramientas tecnológicas, inteligencia artificial y robótica como base para el desarrollo económico en los próximos años.

Los principales factores estudiados que tienen influencia en la selección de una profesión relacionada a alguna disciplina STEM, se pueden agrupar en tres categorías: los factores personales, los de contexto y los curriculares. Con respecto al contexto, objeto de la investigación, se ha estudiado con mayor amplitud la influencia del docente (Thibaut et al., 2018; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2015), las condiciones institucionales que propician la elección de carrera (Zhao et al., 2022), y la influencia de los compañeros o grupos estudiantiles (Deemer et al., 2017).

La finalidad del estudio es brindar una escala con las propiedades psicométricas adecuadas que permita medir de forma apropiada el apoyo percibido que brinda la organización y el contexto en los estudiantes de nivel medio superior. Este objetivo obedece a la necesidad de realizar investigaciones empíricas que consideren las variables de apoyo organizacional y contextual y su relación con el interés vocacional por carreras STEM.

En México son escasas las investigaciones empíricas sobre la educación STEM en nivel medio superior y en su mayoría se centran en los aportes pedagógicos (Gudiño-Paredes, 2018; Pantoja et al., 2020). En el sureste del país se han generado diversas aportaciones (Avendaño-Rodríguez, 2018; Hernández-Mena, 2021; Jiménez-León, 2021) que se han concentrado en el estudio general del apoyo social de forma generalizada o en factores personales, sin un particular énfasis en la organización o el contexto.

La relevancia que cobra la participación de la organización y el contexto del estudiante en el desarrollo del interés en cursar estudios en STEM (Dong et al., 2019), y la importancia de contar con profesionales en estas disciplinas, requiere una especial atención a estos constructos y un mayor número de investigaciones empíricas que los consideren.

Revisión Literaria

Entre los principales modelos teóricos que explican el desarrollo de carrera se encuentra el de Holland (1996) el cual señala que los individuos tratan de identificar entornos que sean congruentes con su tipo, pues las personas se desarrollan como resultado tanto de su acervo genético como por el tipo de entorno que los padres brindan y las experiencias de refuerzo individuales.

Siguiendo este postulado la teoría cognitiva social del desarrollo carrera (Lent et al., 1994), reconoce que los resultados vocacionales están determinados conjuntamente por factores individuales y de su entorno en forma bidireccional, es decir, el comportamiento resulta de la interacción de la persona y el entorno. Esta teoría como lo señalan Kantamneni et al. (2018) enfatiza que los factores contextuales deben explorarse para obtener una comprensión integral del desarrollo académico y vocacional. Al enfatizar el contexto directamente, esta teoría brinda un marco para examinar diversas variables, lo que ha dado como resultado una gran cantidad de investigaciones que examinan el desarrollo profesional de las personas en diversos entornos.

Si bien, como lo señalan los análisis de las teorías relacionadas (Leung, 2008; Osipow, 1990) hay muchos otros factores involucrados. El trabajo de Blanco (2009) en la revisión de 28 estudios de corte empírico demuestra que la influencia del contexto sobre el proceso de elección de carrera es sumamente relevante.

En cuanto a la educación STEM, estudios como el de Dong et al. (2019) remarcan la importancia del apoyo de directores y administradores escolares para el desarrollo profesional de alta calidad de los docentes y el cambio de los estilos de enseñanza tradicionales a modelos innovadores. Reforzando esta idea el trabajo de Lund y Stains (2015) ha señalado que las prácticas de instrucción con miras al desarrollo de competencias en STEM se incrementan transformado la conciencia de las autoridades sobre su efectividad.

De acuerdo con Lund y Stains (2015) los mecanismos organizacionales, tales como un ambiente de apoyo y relaciones positivas con mentores, personal y compañeros, son esenciales para el desarrollo del interés por una carrera en las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas.

MÉTODO

Participantes

Se empleó una muestra determinística de 390 estudiantes de nivel medio superior procedentes de 12 instituciones situadas en 9 municipios diferentes en el estado de Tabasco, México. Participaron en la encuesta 198 (50.8%) varones (M edad =16.6 años, DE=1.00) y 192 (49.2%) mujeres (M edad =16.4 años, DE=1.0) de entre 15 y 23 años. El estudio se realizó en estudiantes de 1º (12.1%), 2do (18.7%), 3º (17.7%), 4º (13.3%), 5º (7.2%) y 6º (31%) semestre, con la finalidad de incluir una muestra de variación máxima intencional (Otzen & Manterola, 2017).

La finalidad de incluir participantes de cada semestre es que ofrece una perspectiva estudiantil en diferentes momentos de su proceso educativo, antes de seleccionar un programa de licenciatura, lo cual resulta conveniente para los propósitos del estudio.

Procedimiento

Se realizaron las gestiones requeridas para el ingreso a cada plantel y que se brindara el consentimiento por parte del director para la administración del instrumento. El estudio se realizó en dos partes para poder incluir la muestra de máxima variación por semestre antes descrita, el primer segmento de encuestas se realizó durante los meses de mayo y junio, y el segundo segmento en septiembre y octubre del 2022. Se le administró a papel y lápiz a cada estudiante el cuestionario con la batería de reactivos y una escala Likert con cinco opciones de respuesta, adicional a una sección de datos demográficos.

Instrumento

La escala se desarrolló a partir de una exhaustiva revisión sistemática de la literatura realizada en las bases de datos de SCOPUS, Web of Science, ERIC, Emerald, SCIELO, REDALyC y Google académico. En la tabla 1 se presenta el análisis de los artículos seleccionados que permitieron el desarrollo de la escala.

Posterior a la revisión de la literatura se desarrolló la versión preliminar de la escala para proseguir

con la validez de contenido realizada de forma cualitativa a través del juicio de 15 expertos (Urrutia et al., 2015). El criterio empleado en la selección e invitación a participar en el estudio a los expertos fue la experiencia curricular y la obra publicada en revistas de difusión científica de alto impacto relacionadas con el interés por disciplinas STEM. Se les convocó a participar en un formato en línea en dos sesiones de revisión de la propuesta por medio de la plataforma zoom (2023) versión 5.13. En la primera sesión se mejoró la redacción de todos los ítems y se descartaron los que no se consideraban asociados a los constructos a medir. En la segunda se verificó la semántica, claridad y coherencia de los ítems finales.

El instrumento se conformó con un apartado demográfico y la estimación de las siguientes dimensiones: a) Apoyo Organizacional (AO, 4 ítems), y b) Apoyo Contextual (AC, 5 ítems). Se empleó un formato de respuesta tipo Likert con cinco opciones (1= Totalmente en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4= De acuerdo, y 5= Totalmente de acuerdo).

En la tabla 2 se presenta la tabla de especificaciones que contiene la definición operacional de los constructos y los ítems definidos como indicadores.

Tabla 1. Tabla comparativa de estudios relacionados con el contexto o el apoyo organizacional en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de diferentes niveles educativos.

AUTOR (ES) Y AÑO DE PUBLICA- CIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA	FIABILIDAD	PROCESOS DE VALIDA- CIÓN	INSTRUMEN- TOS	VARIABLES ANALIZADAS	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
KIER ET AL., (2014)	Estudiantes de secundaria rural	1,061 estudian- tes de 5 a 8vo grado (5to de primaria a 2do de secundaria en México)	Matemáticas: $\alpha = .85$ Tecnología: $\alpha = .89$ Ciencia: $\alpha = .77$ Ingeniería: $\alpha = .86$	Análisis factorial confirmatorio Valores ajustados Chi NFI, CFI, RMSEA	STEM Career Interest Survey (STEM-CIS) Se divide por Área del conocimiento	Matemáticas Tecnología Ciencia Ingeniería Autoeficacia Metas personales Expectativas Datos Personales Apoyo contextual y barreras	La investigación tuvo como pro- pósito únicamente la validación del instrumento. Los autores sugieren validar el instrumento en otros entornos principalmente en poblaciones urbanas
ASCHBACHER ET AL., (2014)	Estudiantes de secundaria	493	Autopercepción sobre ciencia: $\alpha =$ 0.82	Factorial Exploratorio con componen- tes principales y rotación varimax Factorial Confirmatorio	Is Science me?	Autopercepción sobre ciencia Interés en Ciencia	Los estudiantes que creían que podían hacer ciencia y ciencias valoradas tenían más probabili- dades que otros de indicar interés en las carreras de STEM. Esta relación entre percepciones y aspiraciones era verdadera inde- pendientemente del género, el origen étnico y el tipo de campo STEM, pero variaba según el estado socioeconómico.
MITCHELL, (2016).	estudiantes de pregrado en STEM	95 estudiantes	No se especifica	No especifica	Encuesta sobre Motivaciones STEM	a) Influencia de individuos (padres y maestros de escuela secundaria, b) nivel de educación de los padres c) factores personales.	Este proyecto investiga los factores externos e internos y las motivaciones que influyen en los estudiantes de pregrado para elegir una carrera STEM en la Universidad de Tennessee, Knoxville. Concluye que el interés o amor por STEM y el ingreso salarial son los factores que motivan a Los posgraduados en continuar una especialización en STEM

AUTOR (ES) Y AÑO DE PUBLICA- CIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA	FIABILIDAD	PROCESOS DE VALIDA- CIÓN	INSTRUMEN- TOS	VARIABLES ANALIZADAS	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
MOHTAR ET AL., (2019)	Estudiantes de secundaria	1800	No reporta	Análisis factorial confirmatorio y Modelo SEM	Desarrollo del modelo a partir de otros autores	Interés en carreras STEM Autoeficacia Factores Contextuales	Los resultados muestran que el interés de los estudiantes en carreras basadas en ciencias de la vida y física está influenciado por su autoeficacia. La necesidad de mejorar la autoeficacia de los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje STEM es imperativa para garantizar la continuidad.
HEAVERLO ET AL., (2013)	Estudiantes de secundaria	885	Influencia profesor matemáticas $\alpha = .870$ Influencia profesor ciencias $\alpha = .90$	Análisis factorial exploratorio		Región de residencia Etnia Influencia profesor matemáticas Influencia profesor ciencias	El único predictor significativo del interés y la confianza en las ciencias de las niñas de fue la influencia del profesor de ciencias.
PERNA ET AL., (2009)	Mujeres universitarias en campos STEM	19 estudiantes, tres profesores y cinco admi- nistradores	Enfoque cualitativo	Enfoque cualitativo	Guías de intervención de los grupos de enfoco	Experiencia con mento- res de las disciplinas Experiencias con los apoyos para las necesidades académicas de las disciplinas Objetivos de carrera Apoyo de autoridades en las necesidades aca- démicas en disciplinas STEM Cultura escolar	El éxito del caso bajo estudio en la promoción de los logros de las mujeres negras en los campos STEM sugiere que los colegios y universidades pueden hacer más para lograr este importante objetivo.

Tabla 2. Tabla de especificaciones de los factores de la escala Apoyo Organizacional y Contextual en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de educación media superior (AOC-STEM).

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ÍTEMS	ORIGEN
APOYO ORGANIZACIONAL (AO)	La organización como promotor y proveedor de condiciones para el desarrollo de actividades STEM	AO1. La escuela realiza eventos para dar información sobre las carreras en STEM	Magaña et al. (2016)
		AO2. La escuela promueve que participemos en competencias relacionados a STEM	Mitchell (2016)
		AO3. La escuela organiza o promueve la participación en ferias relacionadas a STEM	Mitchell (2016)
		AO4. La escuela invita a conferencistas de prestigio en disciplinas STEM	Mitchell (2016)
APOYO CONTEXTUAL (AC)	Condiciones de la comunidad que propician el interés por las carreras STEM	AC1. En mi comunidad se ofrece cerca del lugar donde vivo carreras en STEM	Elaboración propia con base en diversos autores (Avendaño et al., 2017; Bahía et al., 2007; Magaña et al., 2016)
		AC2. En mi comunidad el gobierno da apoyos para estudiar carreras en STEM	
		AC3. En mi comunidad hay jóvenes que quieren estudiar carreras STEM	
		AC4. En mi comunidad hay necesidades que pueden resolverse con profesionales de carreras STEM	
		AC5. En mi comunidad las empresas contratan profesionales de carreras STEM	

Nota: Elaboración propia con base en diversos autores (Avendaño et al., 2017; Bahía et al., 2007; Magaña et al., 2016; Mitchell, 2016).

Análisis de Datos

Para el análisis de los resultados en primer término se trabajó con los datos perdidos empleando el método de imputación por regresión. Después se realizó la comprobación de los principios de normalidad estimando los valores de la asimetría y la curtosis, se identificaron los supuestos para el análisis multivariante estimando los indicadores de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la de esfericidad de Bartlett. Se efectuó un análisis factorial exploratorio (AFE) empleando el método de extracción de factores por máxima verosimilitud y rotación Oblimin directo. Para estas estimaciones se empleó el software SPSS versión 25 (IBM, 2017).

Para identificar los indicadores del modelo de medida de la escala mediante el cálculo del análisis factorial confirmatorio (AFC), se utilizó el método Bootstrap (2,000 repeticiones, intervalo de confianza del 95%) del AMOS versión 23 (IBM, 2015), para no afectar la normalidad de las estimaciones (Ledesma, 2008).

En el análisis de la bondad de ajuste del modelo se empleó el método de estimación de máxima verosimilitud (ML). Se calcularon los principales índices del grado de bondad de ajuste (χ^2 asociada

a un valor de $p < .001$), los índices de ajuste de incremento (CFI: índice de ajuste comparativo y TLI: índice de ajuste no normado), y los índices de ajuste absoluto (RMSEA: índice de aproximación de la raíz de cuadrados medios del error índices de ajuste absoluto; SRMR: la raíz media cuadrada de los residuos, y AGFI: índice ajustado de bondad de ajuste) (Littlewood & Bernal, 2014; Manzano & Zamora, 2010).

La fiabilidad tradicionalmente solo se reporta con el cálculo del Alpha de Cronbach. Sin embargo Dunn et al. (2014) y Ventura-Leon y Caycho-Rodríguez (2017) indican que no es suficiente pues este indicador tiene limitaciones y sugieren el empleo coeficiente omega de Mc Donald (ω), el cual se calcula a partir de las cargas factoriales. El cálculo del ω se estimó empleando el Software libre JASP team (2023) versión 0.17.1. Así mismo, con ayuda de las herramientas de soporte para el software AMOS 23.0 (IBM, 2015) desarrolladas por Gaskin et al. (2019), se calcularon los principales índices recomendados de fiabilidad externa y validez que la literatura sugiere: Fiabilidad Compuesta (CR), Varianza Máxima Compartida al Cuadrado (MSV), Varianza Promedio Extraída (AVE), y Varianza Promedio Compartida al Cuadrado (ASV) (Henseler et al., 2014).

RESULTADOS

Análisis descriptivo

Con la finalidad de poder verificar las condiciones necesarias para realizar el análisis factorial exploratorio, se desarrolló en primera instancia un análisis descriptivo, el cual incluyó los valores de la media, desviación estándar, asimetría y curtosis de cada uno de los ítems. Estos indicadores permitieron identificar si la distribución de los datos se asemeja a una distribución normal (tabla 3).

Tabla 3. Media, Desviación Estándar, Asimetría y Curtosis de los reactivos de la escala Apoyo Organizacional y Contextual en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de educación media superior (AOC-STEM).

ÍTEMS	M	DE	ASIMETRÍA	CURTOSIS
APOYO ORGANIZACIONAL (AO)				
AO1. LA ESCUELA REALIZA EVENTOS PARA DAR INFORMACIÓN SOBRE LAS CARRERAS EN STEM	3.44	1.16	-0.54	-0.45
AO2.LA ESCUELA PROMUEVE QUE PARTICIPEMOS EN COMPETENCIAS RELACIONADOS A STEM	3.34	1.21	-0.47	-0.64
AO3.LA ESCUELA ORGANIZA O PROMUEVE LA PARTICIPACIÓN EN FERIAS RELACIONADAS A STEM	3.23	1.20	-0.30	-0.75
AO4.LA ESCUELA INVITA A CONFERENCISTAS DE PRESTIGIO EN DISCIPLINAS STEM	2.92	1.31	-0.01	-1.05
APOYO CONTEXTUAL (AC)				
AC1.EN MI COMUNIDAD SE OFRECE CERCA DEL LUGAR DONDE VIVO CARRERAS EN STEM	2.98	1.25	-0.12	-0.93
AC2.EN MI COMUNIDAD EL GOBIERNO DA APOYOS PARA ESTUDIAR CARRERAS EN STEM	3.61	1.30	-0.72	-0.51

ÍTEMS	M	DE	ASIMETRÍA	CURTOSIS
AC3.EN MI COMUNIDAD HAY JÓVENES QUE QUIEREN ESTUDIAR CARRERAS STEM	3.55	1.24	-0.71	-0.37
AC4.EN MI COMUNIDAD HAY NECESIDADES QUE PUEDEN RESOLVERSE CON PROFESIONALES DE CARRERAS STEM	3.57	1.24	-0.66	-0.45
AC5.EN MI COMUNIDAD LAS EMPRESAS CONTRATAN PROFESIONALES DE CARRERAS STEM	3.68	1.20	-0.82	-0.16

Nota: Elaboración propia con base en los datos de la encuesta procesados con el SPSS ver. 25 (IBM, 2017).

Análisis Factorial Exploratorio (AFE)

La validez de constructo de la escala, así como la identificación del número y composición de los factores comunes necesarios para explicar la varianza común del conjunto de ítems analizado, se estimó realizando un análisis factorial exploratorio (AFE), empleando el método de extracción de factores por máxima verosimilitud con rotación Oblimin directo.

Los resultados de las cargas factoriales y las comunalidades indican que casi todos los ítems superan los valores de 0.5 que reporta la literatura (Williams, et al., 2010) como un estándar mínimo para mantenerlos (Tabla 4). Es pertinente señalar que el ítem “en mi comunidad las empresas contratan profesionales de carreras STEM”, es el único que presenta una carga ligeramente por debajo del 0.5 y una comunalidad relativamente baja, sin embargo, para este análisis se decidió conservar el ítem debido a su importancia en relación al constructo que se mide, y que la carga factorial se encuentra dentro del rango de valores aceptables (Elosua, 2003).

Tabla 4. Análisis factorial de la escala la escala Apoyo Organizacional y Contextual en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de educación media superior (AOC-STEM).

ÍTEM	FACTOR 1	FACTOR 2	H2
APOYO ORGANIZACIONAL (AO)			
AO1. LA ESCUELA REALIZA EVENTOS PARA DAR INFORMACIÓN SOBRE LAS CARRERAS EN STEM	0.21	-0.55	0.45
AO2.LA ESCUELA PROMUEVE QUE PARTICIPEMOS EN COMPETENCIAS RELACIONADOS A STEM	0.03	-0.79	0.64
AO3.LA ESCUELA ORGANIZA O PROMUEVE LA PARTICIPACIÓN EN FERIAS RELACIONADAS A STEM	-0.01	-0.79	0.62
AO4.LA ESCUELA INVITA A CONFERENCISTAS DE PRESTIGIO EN DISCIPLINAS STEM	-0.07	-0.72	0.48
APOYO CONTEXTUAL (AC)			
AC1.EN MI COMUNIDAD SE OFRECE CERCA DEL LUGAR DONDE VIVO CARRERAS EN STEM	0.44	-0.18	0.31
AC2.EN MI COMUNIDAD EL GOBIERNO DA APOYOS PARA ESTUDIAR CARRERAS EN STEM	0.69	-0.05	0.51

ÍTEM	FACTOR 1	FACTOR 2	H2
AC3.EN MI COMUNIDAD HAY JÓVENES QUE QUIEREN ESTUDIAR CARRERAS STEM	0.84	0.11	0.64
AC4.EN MI COMUNIDAD HAY NECESIDADES QUE PUEDEN RESOLVERSE CON PROFESIONALES DE CARRERAS STEM	0.78	0.09	0.55
AC5.EN MI COMUNIDAD LAS EMPRESAS CONTRATAN PROFESIONALES DE CARRERAS STEM	0.43	-0.10	0.24

% DE VARIANZA TOTAL EXPLICADA= 49.31%

Nota: N= 390, KMO= .83, gl= 36, $\chi^2= 1,227.70$, $p < .001$, $h^2=$ Comunalidades. Método de extracción: Análisis de máxima verosimilitud con rotación Oblimin directo. Factor 1 = Apoyo Organizacional (AO), y Factor 2: Apoyo Contextual (AC).

Análisis Factorial Confirmatorio (AFC)

Batista-Foguet et al. (2004) han cuestionado con argumentos convincentes emplear únicamente el análisis factorial exploratorio como método de validación de constructo, y para ello proponen el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) como una técnica complementaria que permite establecer un modelo de medida y comprobación teórica. Estos modelos permiten estimar la validez tomando en consideración la bondad de ajuste del modelo, en donde cada ítem satura únicamente sobre el factor que constituye un indicador válido.

Con la finalidad precisamente de comprobar el modelo teórico que se propone, se desarrolló el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) (Littlewood & Bernal, 2014). La validez de la estructura previamente obtenida en el Análisis Factorial Exploratorio sólo pudo comprobarse satisfactoriamente eliminado tres ítems (AO1, AC1 y AC5), los cuales no permitían discriminar totalmente los factores y con ello las deducciones teóricas inferidas del modelo de medida.

En la tabla 5 se presentan los indicadores del grado de bondad de ajuste (χ^2) y la razón de chi cuadrada sobre los grados de libertad, los índices de ajuste de incremento (TLI y CFI) y los índices de ajuste absolutos (SRMR, RMSEA y AGFI) tanto del modelo propuesto como del ajustado. Se aprecia que si bien algunos indicadores están dentro de los valores establecidos como aceptables para el modelo validado con en el AFE, es únicamente cuando el modelo se reduce en el AFC que se presentan todos como adecuados (Manzano & Zamora, 2010). En el modelo de medida que se presenta en la Figura 1 ya se pueden apreciar cargas factoriales por encima de .50 y estadísticamente significativas.

Tabla 5. Indicadores de ajuste de modelo estructural de la escala Apoyo Organizacional y Contextual en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de educación media superior (AOC-STEM).

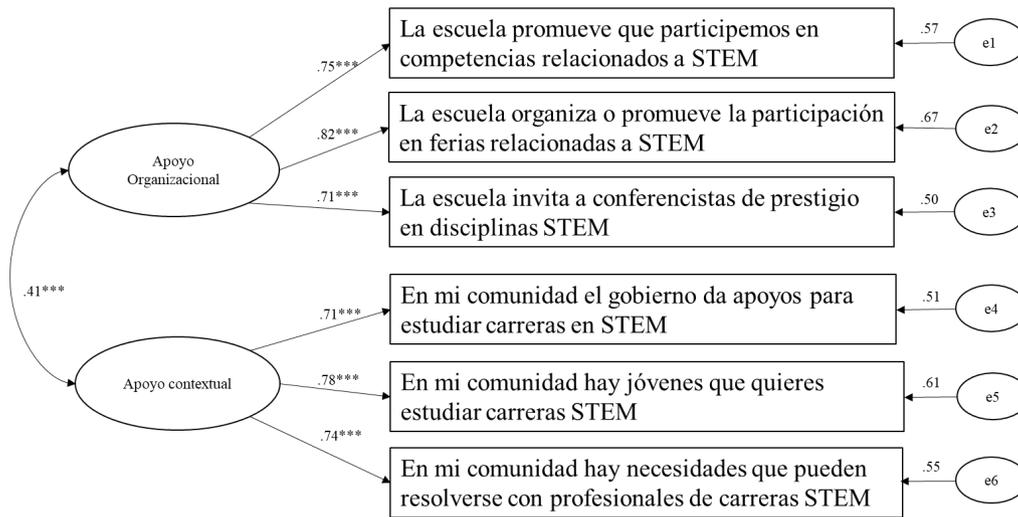
INDICADORES DEL GRADO DE BONDAD DE AJUSTE DEL MODELO				
INDICADOR	χ^2	gl	p	χ^2/gl
VALORES ESPERADOS	-	-	> .001	1 a 3
MODELO PROPUESTO	108.09	26	0.000	4.15
MODELO AJUSTADO	15.20	8	0.055	1.90

INDICADORES DEL GRADO DE BONDAD DE AJUSTE DEL MODELO

INDICADOR	Índices de ajuste absoluto			Índices de ajuste de incremento	
	SRMR	RMSEA	AGFI	TLI	CFI
VALORES ESPERADOS	<.08	.06 a .08	≥ .90	≥ .90	≥ .95
MODELO PROPUESTO	0.09	0.90 IC90 [0.07-0.10]	0.89	0.90	0.93
MODELO AJUSTADO	0.05	0.04 IC90 [0.00-0.08]	0.96	0.98	0.99

Nota: N= 390. Valores de referencia (Manzano & Zamora, 2010).

Figura 1. Modelo de medida de la escala Apoyo Organizacional y Contextual en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de educación media superior (AOC-STEM).



Nota:*** p <0.001

Fiabilidad y validez de la estructura interna

El Omega de Mc Donald una vez ajustado el modelo en el AFC reporta un valor de 0.80 para el factor de Apoyo Organizacional y el Apoyo Contextual de 0.79, de forma general reporta un valor de 0.75. Los valores son moderadamente aceptables de acuerdo a lo que se reporta en la literatura (Dunn et al. 2014; Ventura-Leon & Caycho-Rodríguez, 2017). Los valores presentados para los principales indicadores de fiabilidad y validez se presentan en la Tabla 6, en donde se aprecia que son aceptables (Chin, 1998; Ringle et al., 2020).

Tabla 6. Indicadores de consistencia interna y validez de la escala Apoyo Organizacional y Contextual en el fomento del interés por disciplinas STEM en estudiantes de educación media superior (AOC-STEM).

MODELOS	FACTOR	CR	AVE	MSV	ASV
MODELO PROPUESTO AFE	F1	0.80	0.54	0.84	0.66
	F2	0.79	0.44	0.82	0.50
MODELO AJUSTADO AFC	F1	0.80	0.58	0.81	0.74
	F2	0.79	0.55	0.79	0.40

Nota: CR: fiabilidad compuesta, AVE: varianza media extraída, MSV: varianza máxima compartida, ASV: varianza promedio compartida al cuadrado. Factor 1 = Apoyo Organizacional (AO), y Factor 2: Apoyo Contextual (AC).p < .001

DISCUSIÓN O CONCLUSIONES

Los resultados que se presentan del AFE no pueden confirmarse del todo cuando se estiman los indicadores del AFC, pues algunos de los ítems inicialmente propuestos y revisados por los expertos no permitieron una discriminación satisfactoria de los constructos. Como señalan Schreiber et al. (2006) el AFC es una técnica confirmatoria de la teoría, y cuando se desarrolla se emplea un modelo hipotético para estimar una matriz de covarianza de la población que se compara con la matriz de covarianza observada y lo que se pretende es minimizar la diferencia entre estas. En la estructura obtenida en el ajuste del AFC se pudo reducir esa diferencia únicamente con la eliminación de tres indicadores (ítems) y se generó una escala ajustada a la que se le denominó AOC-STEM. La nueva estructura sí cumplió con los indicadores de fiabilidad y validez para los modelos de medición establecidos por Littlewood y Bernal(2014) y Valdés-Cuervo et al., (2019).

Las escalas que se analizaron como base para su desarrollo (Heaverlo et al., 2013; Kier et al., 2014; Mitchell, 2016; Mohtar et al., 2019; Perna et al., 2009) no necesariamente medían el contexto que se requería evaluar, pero sirvieron para una valoración primaria en el desarrollo de los constructos. Por otra parte los instrumentos que sirvieron de base en la selección de ítems no necesariamente habían sido sometidos a un proceso completo de validación empleando AFE y AFC (Avendaño-Rodríguez, 2018; Magaña et al., 2016), lo que no permitía estimaciones rigurosas sobre la psicometría de estas.

La teoría del apoyo social señala que las relaciones sociales brindan a los individuos una asistencia real que se percibe como valiosa (Goodwin et al., 2004), en este sentido, el instrumento brinda un valioso soporte para medir el apoyo percibido de los estudiantes de educación media superior por parte no sólo de sus organizaciones sino del contexto en general con respecto al posible interés por una carrera en disciplinas STEM. De acuerdo a lo que señalan diversos estudios (Dong et al., 2019; Thibaut et al., 2018), el soporte de las instituciones y el entorno de los estudiantes son elementos valiosos en el desarrollo del interés por estas disciplinas.

Entre las limitantes de la investigación hay que considerar los posibles sesgos por deseabilidad social (King & Bruner, 2000). La muestra pertenece solo a un estado del sureste de México, lo que implica que para su generalización a otras regiones del país o grupos poblacionales, será necesario la verificación nuevamente de las características psicométricas en diferentes contextos. Por otra parte, la evaluación de la dimensionalidad para la replicabilidad del modelo requiere que se valore con muestras independientes.

A pesar de estas limitaciones, la escala desde una perspectiva metodológica ofrece una herramienta de diagnóstico sólida y confiable para estimar dos factores importantes asociados al interés en disciplinas STEM, pues la literatura sobre la medición de estos dos constructos en particular es escasa (Dong et al., 2019; Jimenez Leon et al., 2021) y no siempre se presenta con la solidez psicométrica requerida.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

Contribución por autor: Los autores son responsables de todos los componentes del presente trabajo.

Financiación o fondos: El presente estudio fue realizado con apoyo del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México.

REFERENCIAS

- Aschbacher, P. R., Ing, M., & Tsai, S. M. (2014). Is science me? exploring middle school students' STEM career aspirations. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 735–743. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9504-x>
- Avendaño, K., Magaña, D., & Aguilar, N. (2017). Análisis Factorial Exploratorio del cuestionario interés por estudios universitarios en áreas STEM (I-STEM). *Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico*, 4(13), 54–68.
- Avendaño-Rodríguez, K. C. (2018). Interés por estudios universitarios en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) en bachilleres de Tabasco [Tesis doctoral]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3106/3/1-5-Tesis Avendano Rodriguez %28Gen 2015-2018%29.pdf](https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3106/3/1-5-Tesis%20Avendano%20Rodriguez%20Gen2015-2018%29.pdf)
- Bahía, S., Janeiro, I., & Duarte, R. (2007). Personal and contextual factors in the construction of acting careers. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 5(11), 57–74.
- Batista-Foguet, J. M., Coenders, G., & Alonso, J. (2004). Confirmatory factor analysis. Its role on the validation of health-related questionnaires. *Medicina Clínica*, 122(Suppl 1), 21–27. <https://doi.org/10.1157/13057542>
- Blanco, Á. (2009). El modelo cognitivo social del desarrollo de la carrera: Revisión de más de una década de investigación empírica. *Revista de Educacion*, 350, 423–445. <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/d/23280/19/1>
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. En G. A. Marcoulides (Ed.), *Methodology for business and management. Modern methods for business research* (pp. 295–336). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Cupani, M. (2012). Análisis de Educaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 1, 186–199. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/tesis/articulo/download/2884/2750>
- Deemer, E. D., Marks, L. R., & 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>
- Dong, Y., Xu, C., Song, X., Fu, Q., Chai, C. S., & Huang, Y. (2019). Exploring the Effects of Contextual Factors on In-Service Teachers' Engagement in STEM Teaching. *Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 25–34. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0407-0>
- Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunnsden, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Elosua, P. (2003). Sobre la validez de los test. *Psicotema*, 15(2), 315–321.
- Gaskin, J., James, M., and Lim, J. (2019). Master Validity Tool, [AMOS Plugin]. <http://statwiki.kolobkreatations.com/>
- Goodwin, R., Costa, P., & Adonu, J. (2004). Social support and its consequences: “positive” and “deficiency” values and their implications for support and self-esteem. *The British journal of social psychology* 43(Pt 3), 465–474. <https://doi.org/10.1348/0144666042038006>
- Gudiño-Paredes, S. (2018). Innovating science teaching with a transformative learning model. *Journal of Education for Teaching*, 44(1), 107–111. <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422619>
- Heaverlo, C. A., Cooper, R., & Lannan, F. S. (2013). STEM development: Predictors for 6th-12th grade girls' interest and confidence in science and math. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 19(2), 121–142. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2013006464>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2014). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Hernández-Mena, V. (2021). Apoyo social, autoeficacia y expectativas de resultado: factores asociados

- al interés por estudios universitarios en CTIM en alumnos de instituciones educativas rurales [Tesis doctoral]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3522/1/Tesis_Veronica_Hernandez_Mena.pdf
- Holland, J. L. (1996). Exploring careers with typology. *American Psychologist*, 51(4), 397–406. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.4.397>
- IBM (2015). IBM – SPSS Amos (version 23) [software]. IBM.
- IBM (2017). IBM – SPSS Statistics (version 25) [software]. IBM.
- JASP Team (2023). JASP (Version 0.17.1) [software]. Universidad of Amsterdam.
- Jiménez Leon, R., Magaña Medina, D. E., & Aquino Zúñiga, S. P. (2021). Gestión de tendencias STEM en educación superior y su impacto en la industria 4.0. *Journal of the Academy*, 5, 99–121. <https://doi.org/10.47058/joa5.7>
- Jiménez-León, R. (2021). Narrativas de elección por carreras en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. *Prospectiva Estudiantil*. [Tesis doctoral]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <https://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3607>
- Kantamneni, N., McCain, M. R. C., Shada, N., Hellwege, M. A., & Tate, J. (2018). Contextual Factors in the Career Development of Prospective First-Generation College Students: An Application of Social Cognitive Career Theory. *Journal of Career Assessment*, 26(1), 183–196. <https://doi.org/10.1177/1069072716680048>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & 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>
- King, M. F., & Bruner, G. C. (2000). Social Desirability Bias : A Neglected Aspect of Validity Testing. *Psychology & Marketing*, 17(2), 79–103. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6793\(200002\)17](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6793(200002)17)
- Ledesma, R. (2008). Introducción al Bootstrap . *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(2), 51–60. <https://doi.org/10.20982/tqmp.04.2.p051>
- Lent, R. W. ., Brown, S. D. ., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Leung, S. A. (2008). The Big Five Career Theories. En J. A. Athanassou & R. Van Esbroeck (Eds.), *International Handbook of Career Guidance* (pp. 115–132). SpringerLink. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6230-8_6
- Littlewood, H. F., & Bernal, E. R. (2014). *Mi primer modelamiento de ecuaciones estructurales* (2ª ed.). Autor.
- Lund, T. J., & Stains, M. (2015). The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. *International Journal of STEM Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0026-8>
- Magaña, D., Aguilar, N., Vázquez, J. M., & Zetina, C. D. (2016). Propiedades psicométricas de un instrumento para medir las condiciones percibidas para la formación científica en estudiantes de pregrado. *Revista del Congreso Internacional de Docencia Universitaria i Innovació (CIDUI)*, 3, 861–877. <http://www.cidui.org/revistacidui/index.php/cidui/article/view/900/861>
- Manzano, A., & Zamora, S. (2010). *Sistema de ecuaciones estructurales: 4*. Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C.
- Mitchell, P. T. (2016). Undergraduate motivations for choosing a science , technology , engineering , or mathematics (STEM) major [University of Tennessee]. http://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj/1907
- Mohtar, L. E., Halim, L., & Rahman, N. A. (2019). A Model of Interest in Stem Careers Among Secondary. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 404–416.
- Morales, F. (2022, 4 de mayo). Las 10 carreras profesionales mejor pagadas en México en 2022 (y las de menor salario). *El economista*. <https://www.economista.com.mx/capitalhumano/Las-10-carreras-profesionales-mejor-pagadas-en-Mexico-en-2022-y-las-de-menor-salario-20220503-0122.html>
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: contexts, challenges, and the future. *Journal of Educational Research*, 110(3), 221–223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Osipow, S. H. (1990). Convergence in theories of career choice and development: Review and prospect.

- Journal of Vocational Behavior, 36(2), 122–131. [https://doi.org/10.1016/0001-8791\(90\)90020-3](https://doi.org/10.1016/0001-8791(90)90020-3)
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pantoja, L. F., Peña, J. M., & Mendoza, C. P. (2020). Desarrollo de habilidades STEM en media superior como mecanismo para impulsar la continuidad en educación superior: Caso programa Bases de Ingeniería. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.614>
- Perna, L., Lundy-Wagner, V., Drezner, N. D., Gasman, M., Yoon, S., Bose, E., & Gary, S. (2009). The contribution of HBCUS to the preparation of african american women for stem careers: a case study. *Research in Higher Education*, 50(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11162-008-9110-y>
- Ringle, C. M., Sarstedt, M., Mitchell, R., & Gudergan, S. P. (2020). Partial least squares structural equation modeling in HRM research. *International Journal of Human Resource Management*, 31(12), 1617–1643. <https://doi.org/10.1080/09585192.2017.1416655>
- Schreiber, J. B., Stage, F. K., King, J., Nora, A., & Barlow, E. (2006). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. *The Journal of Educational Research*, 6(99), 323–338. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaeppe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190–205. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014>
- Urrutia Egaña, M., Barrios Araya, S., Gutiérrez Núñez, M., & Mayorga Camus, M. (2015). Métodos óptimos para determinar validez de contenido. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior*, 28(3), 547–558.
- Valdés-Cuervo, A. A., García-Vázquez, F., Torres-Acuña, G. M., Urías-Murrieta, M., & Grijalva-Quiñonez, C. S. (2019). Medición en Investigación Educativa con Apoyo del SPSS y el AMOS. Instituto Tecnológico de Sonora.
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: Análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka*, 12(2), 264–277. <https://doi.org/10.498/17251>
- Ventura-León, J. L., & Caycho-Rodríguez, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), 625–627. <https://doi.org/10.11600/1692715x.13110020813.Campo-Arias>
- Williams, B., Onsmann, A., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Mr. Journal of emergency primary health care*, 8(3), 1–13.
- World Economic Forum. (2020). The future of jobs report 2020 | world economic forum. *The Future of Jobs Report*, October 1163. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/digest>
- Zhao, J., Wijaya, T. T., Mailizar, M., & Habibi, A. (2022). Factors influencing student satisfaction toward STEM education: Exploratory study using structural equation modeling. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(19), 1–20. <https://doi.org/10.3390/app12199717>
- ZOOM (2022). Plataforma de video conferencia (versión 5.13). Zoom video communications Inc.