



## DISEÑO, DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE UNA ESCALA DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA PARA ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

**Marla Lucía Márquez Beltrán**

Universidad Autónoma de Baja California  
marla.mar.psi@gmail.com

**Juan Carlos Pérez-Morán**

Universidad Autónoma de Baja California  
jucarpint@gmail.com

**Juan Carlos Rodríguez Macías**

Universidad Autónoma de Baja California  
juancr\_mx@uabc.edu.mx

**Área temática:** A.12 Evaluación educativa

**Línea temática:** 15 Diseño y validación de instrumentos

**Tipo de ponencia:** Reporte final de investigación



### Resumen

El interés por el estudio y medición de las variables relevantes en el fomento, desarrollo y la formación científica de los estudiantes creció en las últimas décadas. El propósito de este estudio consistió en diseñar y validar la *Escala de Actitud hacia las Ciencias* (EAC) para estudiantes de Educación Superior (ES) a nivel licenciatura. El procedimiento de la investigación constó de dos etapas: en la primera etapa, se diseñó la EAC; y en la segunda, se recopilaron evidencias de validez de constructo en el aspecto del contenido y de la imparcialidad. Se contó con la participación de un panel de 12 expertos para la validación de los ítems de la EAC. Las tres escalas obtuvieron puntajes globales favorables en el cálculo del PAJ ( $\geq .80$ ), la V de Aiken ( $\geq .69$ ), el RVC clásico de Lawshe ( $\geq .56$ ) y el RVC' de Tristán-López ( $\geq .58$ ). A modo de conclusión, se puede decir que la EAC cumple con los criterios y estándares de validez del aspecto de contenido verificados mediante distintos métodos de validación de contenido. Se recomienda, con base en las recomendaciones de los jueces, ajustar los ítems de la EAC que presentaron algún problema y realizar una aplicación piloto a gran escala que permita analizar sus propiedades psicométricas.

**Palabras clave:** evaluación educativa, evaluación de estudiantes, actitudes del estudiante, enseñanza de las ciencias, validez, contenido, imparcialidad.

## Introducción

El estudio y medición de las variables relacionadas al aprendizaje de las ciencias de los estudiantes es un tema relevante para los investigadores educativos a nivel internacional desde hace varias décadas (Summers y Abd-Khalick, 2018). Organismos internacionales inclinados a elevar el desarrollo de la alfabetización científica de los ciudadanos, actores educativos interesados en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y estudiosos de las decisiones vocacionales de los estudiantes a lo largo de su trayecto educativo, reconocen la importancia de estudiar este fenómeno debido a la pérdida de interés en la ciencia que los estudiantes experimentan conforme avanza su escolaridad (Vázquez-Alonso y Mannasero-Mas, 2009b). Asimismo, se considera relevante el estudio de las variables relacionadas al aprendizaje de las ciencias en los temas de la elección de carreras científicas (Osborne et al. 2003) y la ciencia como opción laboral (Vázquez-Alonso y Mannasero-Mas, 2009c).

Algunos de los antecedentes relevantes de la medición de las actitudes hacia la ciencia son los desarrollados por Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (1997) con el Protocolo de Actitudes hacia la Ciencia (PAC), Wang y Berlin (2010) con el *Asian Student Attitudes Toward Science Class Survey* (ASATSCS), Van Aalderen-Smeets y Walma van der Molen (2013) con el diseño de la prueba *Dimensions of Attitude toward Science* (DAS), Unfried et al. (2015) con una prueba para medir las actitudes hacia las Science, Technology, Engineering and Math (STEM), y Summers y Abd-El-Khalick (2018) con la revisión psicométrica y el diseño de la prueba *Behaviors, Related Attitudes, and Intentions toward Science* (BRAINS). En especial, se mencionan los aportes de Klopfer (1973), Fraser (1982), Rizeq et al. (2020) y OECD (2022) que fueron referentes para el diseño y desarrollo de la EAC.

Klopfer (1973) define la actitud hacia la ciencia como un conjunto de comportamientos afectivos en la educación científica. De esta definición destaca uno de los antecedentes más relevantes en la medición de las actitudes hacia la ciencia, el Test of Science Related Attitudes (TOSRA) de Fraser (1982). Este instrumento compuesto por siete subescalas, fue diseñado para estudiantes de nivel secundaria, y es uno de los instrumentos más utilizados para la medición de las actitudes hacia la ciencia. Asimismo, la definición de Klopfer (1973) es el referente teórico del dominio afectivo de la prueba PISA (OCDE, 2022). En dicha prueba, las actitudes hacia la ciencia se componen por tres subconstructos: (1) el interés por la ciencia, (2) la valoración de enfoques científicos para la investigación, y (3) la conciencia ambiental. Por último, cabe mencionar a Rizeq et al. (2020) quienes definen las actitudes anticientíficas como aquellas actitudes que representan una postura de oposición y rechazo ante los métodos de la ciencia así como la percepción de que los métodos científicos son poco confiables.

Con base en la revisión de los antecedentes de la medición de las actitudes hacia la ciencia se puede decir que la problemática se centra en que: (a) no hay suficientes instrumentos para medir la amplia variedad de constructos relevantes para explorar el dominio afectivo del aprendizaje de las ciencias, en especial para estudiantes de educación superior; (b) no hay suficientes instrumentos en español y que se encuentren adaptados para población mexicana; (c) los

instrumentos que se utilizan actualmente se enfocan en las actividades propias de las ciencias naturales y exactas, dejando de lado los perfiles asociados con las ciencias sociales, educativas y del comportamiento; (d) se reporta mayoritariamente la confiabilidad y la consistencia interna de los instrumentos pero sólo en menor cantidad otras evidencias de validez; y (e) se menciona la recopilación de evidencias de validez de constructo en el aspecto del contenido, pero no se ahonda en los procedimientos y resultados obtenidos. Esto en concordancia con lo que menciona Toma y Lederman (2020) sobre el desconocimiento de la relevancia y exhaustividad de los ítems.

Para atender los problemas que se plantean se propone diseñar, desarrollar y obtener evidencias de validez de contenido de una escala para medir las actitudes hacia la ciencia desde un enfoque integrador en estudiantes de ES nivel licenciatura. Para ello, se establecen como objetivos específicos: (1) revisar modelos consolidados para la medición de las actitudes hacia la ciencia; (2) diseñar y desarrollar una escala con el propósito de medir las actitudes hacia la ciencia en estudiantes universitarios de nivel licenciatura, (3) obtener evidencias de validez de constructo en el aspecto del contenido de las escalas desarrolladas mediante la estimación de distintos índices de concordancia entre jueces; y (4) obtener evidencias de la imparcialidad de la escala desde un enfoque integrador tomando en cuenta los criterios de la Evaluación de Diseño Universal (EDU) por su traducción (Pérez-Morán, 2014) para instrumentos de medición. Los resultados de este último objetivo específico, no se desarrollan en el presente reporte.

## Desarrollo

### *Tipo de estudio*

La presente investigación consiste en un estudio cuantitativo-psicométrico de diseño, desarrollo y validación de la *Escala de Actitud hacia las Ciencia* (EAC) de estudiantes de Educación Superior (ES) a nivel licenciatura. El propósito de dicho instrumento es ofrecer a estudiantes, docentes, orientadores vocacionales y autoridades educativas de educación superior a nivel licenciatura información relevante para la toma de decisiones informada que impulse el diseño de políticas educativas, planes de estudio, intervenciones educativas y estrategias pedagógicas que favorezcan la mejora educativa y el desarrollo y fomento de la vocación científica. Para ello, se aplica un modelo de diseño, desarrollo y validación de instrumentos de medición con base en las recomendaciones de Haladyna y Rodríguez (2013), desde un enfoque unitario de la validez de constructo (Messick, 1995; Embretson y Gorin, 2001), y atendiendo los Estándares para el desarrollo de pruebas educativas y psicológicas de la AERA, APA y NCME (2018).

### *Participantes del estudio*

Los participantes se organizaron en dos etapas relacionadas con (a) el diseño y desarrollo de las escalas, y (b) la validación por juicio de expertos. En el diseño y desarrollo de las tres escalas

trabajaron tres investigadores con experiencia en el campo de la medición educativa quienes conformaron el Equipo de Diseño y Desarrollo de las Escalas (EDDE). Por su parte, para la validación de las escalas se integró el Comité de Validación de las Escalas (CVE) el cual fue conformado por 12 jueces con experiencia en el diseño, desarrollo y validación de instrumentos de medición; en evaluación educativa; y en docencia de metodología de la investigación en nivel superior.

### *Procedimiento*

El presente estudio se desarrolló en tres etapas: Etapa I. Diseño de la escala, Etapa II. Desarrollo de la escala, y Etapa III. Validación de la escala. En la Etapa I se constituyó el Equipo de Diseño y Desarrollo de la Escala (EDDE), se revisaron los antecedentes y fundamentos teóricos de modelos de medición de las actitudes hacia las ciencias, y se delimitaron la estructura, subescalas, cantidad y formato de los ítems y modalidad de aplicación. En la Etapa II se desarrollaron las tablas de especificaciones y la primera versión de ítems de la escala, y se ensambló la versión de la escala para su aplicación en papel y lápiz. Por último, en la Etapa III se integró y capacitó al CVE, se recopilaron y analizaron evidencias de validez de constructo en el aspecto de la imparcialidad y del contenido de la escala, y se ajustaron los ítems con base en el resultado del análisis de las evidencias de validez para su posterior aplicación empírica.

Para la recopilación de evidencias de validez en el aspecto del contenido los jueces utilizaron un protocolo de validación para la evaluación de los criterios de relevancia, precisión, claridad y simplicidad de los ítems de las escalas. Posteriormente, para hacer el cálculo del acuerdo entre los jueces e Índices de Validez de Contenido (IVC) se utilizó el Porcentaje de Acuerdo entre Jueces (PAJ) con un criterio  $PAJ \geq 0.80$ , la V de Aiken (1985) con un criterio  $V \geq .69$ , la Razón de Validez de Contenido de Lawshe (RVC, 1975) con un criterio  $RVC \geq .56$ , y la corrección de Tristán-López (2008) con un criterio  $RVC' \geq .58$ .

### *Resultados del diseño, desarrollo y validación de la EAC*

Para el diseño de la EAC, se utilizó la definición de Klopfer (1973) quien define la actitud hacia la ciencia como un conjunto de comportamientos afectivos en la educación científica estructurados en siete categorías, que Fraser (1982) describe de la forma siguiente: (1) *la manifestación de actitudes favorables hacia la ciencia*, la actitud hacia los beneficios sociales y los problemas que acompañan al progreso científico; (2) *la normalidad de los científicos*, la apreciación de que los científicos son personas comunes, (3) *la aceptación de la investigación científica como forma de pensamiento*, la actitud hacia la investigación y experimentación científica como métodos para obtener información respecto del mundo natural, (4) *la adopción de "actitudes científicas"*, la disposición para la incorporación de características como la curiosidad, apertura, y la voluntad para modificar las opiniones propias, (5) *el disfrute de las experiencias de aprendizaje de las ciencias*, el disfrute de las actividades escolares

relacionadas con la ciencia, (6) *el desarrollo de intereses en actividades relacionadas con la ciencia*; el interés por realizar actividades de ocio relacionadas con la ciencia y, (7) *el desarrollo de un interés en seguir una carrera o trabajo relacionado con la ciencia*, es decir, el interés en la ciencia como carrera profesional.

Como resultado del proceso de diseño y desarrollo se construyó una primera versión de la EAC (Márquez-Beltrán, 2022, pp.77-79). En total se desarrollaron 46 ítems ( $k = 46$ ) organizados en 10 subescalas: (a) *Implicaciones sociales de la Ciencia* ( $k = 4$ ), (b) *Normalidad de los científicos* ( $k = 5$ ), (c) *Actitud hacia la investigación* ( $k = 5$ ), (d) *Adopción de actitudes científicas* ( $k = 4$ ), (e) *Interés en las experiencias de aprendizaje de las ciencias* ( $k = 5$ ), (f) *Interés en el aprendizaje de las ciencias en actividades extraescolares o en tiempo libre* ( $k = 5$ ), (g) *Interés en una especialización o trabajo relacionado con las ciencias* ( $k = 6$ ), (h) *Actitudes anticientíficas* ( $k = 4$ ), (i) *Creencias conspiranoicas*, y (j) *Creencias paranormales* ( $k = 5$ ). Los ítems se diseñaron en formato tipo likert con cuatro categorías de respuesta: 1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = De acuerdo, y 4 = Totalmente de acuerdo.

En síntesis, como resultado del proceso de validación se obtuvo un Porcentaje de Acuerdo entre Jueces (PAJ) de 0.86, una V de Aiken de 0.86; una Razón de Validez de Contenido (RVC) clásico de Lawshe de 0.58; y una Razón de Validez de Contenido Modificada (RVC') por Tristán-López de 0.72. En la Tabla 1 se muestran los resultados de la validación para cada uno de los ítems de la EAC en cada método para calcular el acuerdo entre jueces y sus IVC respectivos.

Tabla 1.

Porcentajes de acuerdo entre jueces y IVC de los ítems de la EAC

Ítem	PAJ	V-Aiken	RVC Lawshe	RVC' Tristán-López
7.1	0.95	0.95	0.75	0.88
7.2	0.83	0.83	0.25*	0.63
7.3	0.94	0.94	0.67	0.83
7.4	0.72*	0.72	-0.21*	0.40
7.5	0.63*	0.63*	-0.29*	0.35*
7.6	0.84	0.84	0.17*	0.58*
7.7	0.87	0.88	0.38*	0.69
7.8	0.78*	0.78	0.04*	0.52*
7.9	0.69*	0.69*	-0.13*	0.44
7.10	0.84	0.84	0.38*	0.69
7.11	0.67*	0.67*	-0.13*	0.44

7.12	0.81	0.81	0.17*	0.58*
7.13	0.86	0.86	0.33*	0.67
7.14	0.74*	0.74	0.13*	0.56*
7.15	0.94	0.94	0.83	0.92
7.16	0.94	0.94	0.75	0.88
7.17	0.97	0.97	0.88	0.94
7.18	0.83	0.83	0.25*	0.63
7.19	0.96	0.96	0.83	0.92
7.20	0.97	0.97	0.83	0.92
7.21	0.85	0.85	0.42*	0.71
7.22	0.90	0.90	0.54*	0.77
7.23	0.91	0.91	0.67	0.83
7.24	0.76*	0.76	0.04*	0.52*
7.25	0.78*	0.78	0.17*	0.58*
7.26	0.86	0.86	0.50*	0.75
7.27	0.86	0.86	0.33*	0.67
7.28	0.86	0.86	0.42*	0.71
7.29	0.93	0.93	0.71	0.85
7.30	0.94	0.94	0.75	0.88
7.31	0.88	0.88	0.46*	0.73
7.32	0.85	0.85	0.29*	0.65
7.33	0.85	0.85	0.46*	0.73
7.34	0.94	0.94	0.75	0.88
7.35	0.69*	0.69*	-0.17*	0.42*
7.36	0.87	0.87	0.29*	0.65
7.37	0.88	0.88	0.63	0.81
7.38	0.89	0.89	0.67	0.83
7.39	0.94	0.94	0.63	0.81
7.40	0.92	0.92	0.54*	0.77
7.41	0.94	0.94	0.67	0.83

7.42	0.91	0.91	0.67	0.83
7.43	0.99	0.99	0.92	0.96
7.44	0.94	0.94	0.75	0.88
7.45	0.92	0.92	0.67	0.83
7.46	0.86	0.86	0.54*	0.77

Nota. \*PAJ < 0.80, V de Aiken < 0.69; RVC de Lawshe < 0.56; RVC' < 0.58

## Conclusiones

Con base en los resultados se concluye que el diseño y las evidencias de validez de constructo del aspecto de contenido de la EAC son satisfactorios dado que cumplen con los criterios y estándares establecidos *a-priori* (PAJ  $\geq$  0.80, V de Aiken  $\geq$  .69, RVC clásico de Lawshe  $\geq$  .56, y RVC' corregida por Tristán-López  $\geq$  .58). Es relevante mencionar que, debido a la ausencia de estudios psicométricos con reportes de IVC en escalas de constructos similares a la EAC, no es posible hacer una comparación directa de los resultados obtenidos. Polit y Beck (2006) y Toma y Lederman (2020) señalan que la ausencia de reportes psicométricos de validez de contenido tiene como consecuencia que se desconozca la calidad y la exhaustividad de los ítems de las escalas utilizadas en los estudios. Por otra parte, se considera como uno de los principales aportes la incorporación al modelo de medición de las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias (Klopfer, 1973; OECD, 2022; Fraser, 1982) el constructo de *Contaminated Mindware* de Rizeq et al. (2020), compuesto por *actitudes anticientíficas*, *creencias paranormales* y *creencias conspiranoicas* para la recopilación de evidencias de validez divergentes.

Con el diseño y desarrollo de la EAC, se brinda al campo de la investigación educativa una herramienta que cumple con criterios de calidad para medir uno de los componentes afectivos relevantes del aprendizaje de las ciencias en estudiantes de ES, en español y para población mexicana. Asimismo, por su formato, las escalas podrán utilizarse en evaluaciones en pequeña y gran escala. Con el uso de la EAC los docentes y autoridades educativas podrán contar con información para la toma de decisiones enfocada en fomentar y mantener el interés del alumnado en las ciencias, dentro y fuera de las aulas. Así pues, el estudio y medición de la actitud ante el aprendizaje de las ciencias en la formación científica de los estudiantes de todos los niveles es un compromiso para los distintos actores educativos alrededor del mundo (Munby, 1997; Siegel y Raney, 2003; Glynn et al. 2011; Velayutham et. al. 2011; Blanco-Blanco et al., 2016 y Summers y Abd-Khalick, 2018). Finalmente, se recomienda para estudios futuros ajustar los reactivos de la EAC con base en las observaciones de los jueces y aplicar a una muestra de mediana o gran escala para el posterior análisis de sus propiedades psicométricas.

## Referencias

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. doi:10.1177/0013164485451012
- American Educational Research Association, American Psychological Association y National Council on Measurement Education (2018). *Estándares para el desarrollo de pruebas psicológicas y educativas*. American Educational Research Association. AERA, APA, NCME.
- Blalock, Ch. L., Lichtenstein, M. J., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C. y Toepperwein, M. (2008). In Pursuit of Validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935–2005. *International Journal of Science Education*, (30) 7, 961-977. doi: 10.1080/09500690701344578
- Blanco-Blanco, A., Casas Moreno, Y. y Mafokozi Ndabishibije, J. (2016). Adaptación y propiedades psicométricas de escalas sociocognitivas. Una aplicación en el ámbito vocacional científico-matemático. *REOP*, (27) 1, 8-28.
- Embretson, S., & Gorin, J. (2001). Improving Construct Validity With Cognitive Psychology Principles. *Journal of Educational Measurement*, 38(4), 343–368. doi:10.1111/j.1745-3984.2001.tb01131.x
- Fraser, B. J. (1982). *Test of science related attitudes*. Australian Council for Educational Research.
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N. y Taasobshiraz, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation with Science Majors and Nonscience Majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (10), 1159–1176.
- Haladyna, T. M. y Rodríguez, M. C. (2013). *Developing and Validating Test Items*. doi:10.4324/9780203850381.
- Klopfer, L. E. (1973). A Structure for the Affective Domain in Relation to Science Education. Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED079071.pdf>.
- Lawshe, C. H. (1975). "A quantitative approach to content validity", *Personnel Psychology*, (28) 4, 563- 575.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741–749. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.741>
- Munby, H. (1997). Issues of validity in science attitude measurement. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 337–341.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2022). El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, París.
- Pérez Morán, J. C. (2014). Análisis del aspecto sustantivo de la validez de constructo de una prueba de habilidades cuantitativas [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio del Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo.
- Polit, D. F., y Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489–497. doi:10.1002/nur.20147

- Rizeq, J., Flora, D. B., y Toplak, M. E. (2020). An examination of the underlying dimensional structure of three domains of contaminated mindware: paranormal beliefs, conspiracy beliefs, and anti-science attitudes. *Thinking & Reasoning*, 27(2), 187–211. doi:10.1080/13546783.2020.1759688
- Siegel, M. A. y Ranney, M. A. (2003). Developing the Changes in Attitude about the Relevance of Science (CARS) Questionnaire and Assessing Two High School Science Classes. *Journal of research in Science Teaching*, 40 (8), 757–775.
- Summers, R. y Abd-El-Khalick, F. (2018). Development and Validation of an Instrument to Assess Student Attitudes Toward Science Across Grades 5 Through 1. *Journal of research in Science Teaching*, 55 (2), 172–205. doi 10.1002/tea.21416
- Toma, R. B., y Lederman, N. G. (2020). A Comprehensive Review of Instruments Measuring Attitudes Toward Science. *Research in Science Education*. doi:10.1007/s11165-020-09967-1.
- Tristán-López, A. (2008). "Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen de validez de contenido de un instrumento objetivo", *Avances en Medición*, 6 (1), 37-48.
- UNESCO (2021). Educación en ciencias: cómo despertar vocaciones. Disponible en: <https://es.unesco.org/news/educacion-ciencias-como-despertar-vocaciones>
- Unfried, A., Faber, M., Stanhope, D. S., y Wiebe, E. (2015). The Development and Validation of a Measure of Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math (S-STEM). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 33(7), 622–639. doi:10.1177/0734282915571160.
- Van Aalderen-Smeets, S., y Walma van der Molen, J. (2013). Measuring Primary Teachers' Attitudes Toward Teaching Science: Development of the Dimensions of Attitude Toward Science (DAS) Instrument. *International Journal of Science Education*, 35(4), 577–600. doi:10.1080/09500693.2012.755576.
- Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M. A. (2009b). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista iberoamericana de educación*, 50 (4) 2-15.
- Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M. A. (2009c). Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista electrónica de investigación educativa*, 11 (1) 1-20.
- Velayutham, S., Aldridge, J., y Fraser, B. (2011). Development and Validation of an Instrument to Measure Students' Motivation and Self-Regulation in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 33(15), 2159–2179. doi:10.1080/09500693.2010.541529.
- Wang, T., y Berlin, D. (2010). Construction and Validation of an Instrument to Measure Taiwanese Elementary Students' Attitudes toward Their Science Class. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2413–2428. doi:10.1080/09500690903431561