

Propiedades psicométricas de un instrumento para evaluar los conocimientos sobre biodiversidad en estudiantes

Luis Gibran Juárez-Hernández 

Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
gibbjuarez@gmail.com

María Delfina Luna-Krauletz 

Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad de la Sierra Juárez. México.
mlunakrauletz@gmail.com

Haydeé Parra-Acosta 

Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
hparra@uach.mx

José López-Loya 

Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
jlopezl@uach.mx

[Recibido: 25 septiembre 2025; Revisado: 21 octubre 2025; Aceptado: 01 diciembre 2025]

Resumen: Actualmente se denota una grave crisis ambiental y pérdida de la biodiversidad, y una de las acciones para enfrentar estos desafíos es conocer los conocimientos que tiene la población sobre la biodiversidad. Por lo que se requiere de instrumentos con adecuadas propiedades psicométricas que permitan evaluar la comprensión y significado de la biodiversidad, causas y consecuencias de su pérdida. El objetivo del presente fue analizar la validez de constructo y confiabilidad de un instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes. El instrumento se aplicó a 340 estudiantes universitarios. Para el análisis de validez de constructo se empleó un proceso de validación cruzada que involucró el análisis factorial exploratorio (AFE) y análisis factorial confirmatorio (AFC), y la fiabilidad se determinó mediante el Omega de McDonald e índice de fiabilidad compuesta. Acorde al AFE, se encontró la correspondencia con el modelo teórico donde todos los ítems están representados en el modelo factorial y que este explicó más del 79% de la varianza. Por su parte, mediante el AFC, el modelo factorial resultante mostró un buen ajuste (Razón χ^2/gl : 1.17; GFI: 0.97; RMSAE: 0.053; RMR: 0.049; CFI: 0.997; TLI: 0.995). Se encontró evidencia de validez convergente (CFE > 0.50; IFC > 0.90; VME: 0.60) y divergente. La confiabilidad global y por factor mostró un valor óptimo (Omega de McDonald e IFC > 0.80). El instrumento sobre conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes posee adecuadas propiedades psicométricas, implicando que posee validez de facie, de contenido y constructo, así como que es confiable.

Palabras clave: Constructo, biodiversidad, instrumento, validación, confiabilidad, estudiantes.

Psychometric properties of an instrument to assess biodiversity knowledge in students

Abstract: Currently, there is a serious environmental crisis and loss of biodiversity, one of the actions to face these challenges is to be acquainted with the knowledge within the population about biodiversity. Therefore, instruments with adequate psychometric properties are required to evaluate the understanding of biodiversity, its meaning, the causes and consequences of its loss. The objective of this study was to analyze the construct validity and reliability of an instrument to evaluate knowledge about biodiversity in students. The instrument was implemented to 340 university students. For the analysis of construct validity, a cross-validation process was used that involved exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA), reliability was determined by using McDonald's Omega and composite reliability index. According to the EFA, correspondence was found with the theoretical model where all the items are represented in the factorial model and that this explained more than 79% of the variance. Meanwhile, using the CFA, the resulting factor model showed a good fit (χ^2/df ratio: 1.17; GFI: 0.97; RMSAE: 0.053; RMR: 0.049; CFI: 0.997; TLI: 0.995). Evidence of convergent (CFE > 0.50; IFC > 0.90; VME: 0.60) and divergent validity was found. The global and factor reliability showed an optimal value (McDonald's Omega and IFC > 0.80). The instrument on knowledge about biodiversity in students has adequate psychometric properties, implying that it has face, content and construct validity, as well as being reliable.

Keywords: Construct, biodiversity, instrument, validation, reliability, students.

Para citar este artículo: Juárez-Hernández, L. G., Luna-Krauletz, M. D., Parra-Acosta, H. y López-Loya, J. (2026). Propiedades psicométricas de un instrumento para evaluar los conocimientos sobre biodiversidad en estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 23(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2026.v23.i1.1501

Introducción

La biodiversidad se refiere a toda la gama de especies y comunidades biológicas de la Tierra, así como a la variación genética dentro de esas especies y a todos los procesos de los ecosistemas, por lo que debe de ser considerada en al menos tres niveles (diversidad de especies, diversidad genética y diversidad de ecosistemas) (Sher, 2023).

En este sentido, la biodiversidad constituye el recurso del que dependen familias, comunidades, naciones y las futuras generaciones (Muylaert et al., 2024; Sathvara et al., 2024), es decir, representa el sustento del ser humano y la fuente de diversos bienes y servicios ecosistémicos que contribuyen al bienestar social (Muylaert et al., 2024; Sathvara et al., 2024). A este respecto, es vital precisar que la biodiversidad tiene un valor intrínseco que es independiente de las necesidades de los seres humanos, ya que forma parte de los complejos ciclos biológicos y biogeoquímicos que ocurren en el planeta (Pérez-García, 2020).

Actualmente nos encontramos ante una grave crisis ambiental y pérdida de la biodiversidad (Cowie et al., 2022), que se ha ido intensificando y desafortunadamente se ha visto fuertemente influenciada por las actividades antropocéntricas (Ellis, 2024; Sathvara et al., 2024). Se estima que el número total de especies amenazadas según algunos expertos puede llegar a ser del orden de un millón (Isbell et al., 2023), lo que indica que estamos cerca de la sexta extinción masiva (Cowie et al., 2022), considerando que la tasa de extinción de especies es mil veces superior a la normal (Raven, 2020).

Ante esta situación, es vital plantear e implementar diferentes acciones integrales para preservar y conservar la biodiversidad sustentadas en evidencia que dé cuenta sobre los efectos antrópicos que disminuyen la biodiversidad en múltiples escalas (Keck et al., 2025). Dentro de estas acciones, se requiere de nuevos objetivos educacionales que contemplen la comprensión de la biodiversidad, tanto en relación con su significado, como con las causas y consecuencias de su pérdida (Gutiérrez-Mijares y Pellegrini-Blanco, 2023; Juárez-Hernández et al., 2019; Sánchez-Pérez, 2023).

Esto último resulta fundamental, ya que no solo se busca mitigar la pérdida de especies y ecosistemas, sino también fortalecer la comprensión de la biodiversidad como componente esencial del funcionamiento de los sistemas sociológicos y de los servicios ecosistémicos que sostienen la vida y el bienestar humano (Pereira et al., 2024; Qu et al., 2024). En este orden, comprender su significado, identificar las causas directas y subyacentes, así como las consecuencias de su pérdida, permite dimensionar impactos ecológicos, sociales y económicos (Isbell et al., 2023; Qu et al., 2024).

Por lo que se requiere de herramientas para evaluar la percepción y conocimiento de la biodiversidad, sin embargo, se enfatiza que son escasas las herramientas o instrumentos que se tienen para evaluar estos componentes en estudiantes (Alcalá, 2007; Corona-Leal, 2012; García y Hernández, 2004) y más aún en estudiantes de educación superior (Oliveira et al., 2025). Ante lo anterior contar con herramientas/instrumentos diseñados para tal fin es de vital importancia.

Acorde a lo anterior, Juárez-Hernández et al. (2025) diseñaron un instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES), el cual integra el significado e importancia de la biodiversidad, acciones para su protección, así como el impacto de las actividades humanas y sus consecuencias desde el ámbito personal, y aunado a este, el instrumento

incorpora el ámbito escolar y familiar, ya que estos tienen nexos firmes respecto a la educación de los individuos en una sociedad para la comprensión, importancia y protección de la biodiversidad (Sánchez-Pérez, 2023). Después de su construcción, el instrumento fue validado en facie y contenido significando la representatividad en la definición del constructo abordado, pertenencia, pertinencia, relevancia y representatividad de dimensiones e ítems del instrumento (Connell et al., 2018; Haynes et al., 1995) lo que garantizan la alineación conceptual y operativa del instrumento con el constructo que pretende evaluar y los conceptos que pretende representar (Lim, 2024).

Si bien estas propiedades son importantes, el principal tipo de validez es la validez de constructo (Furr, 2020; Messick, 1980), ya que determina el grado en que un instrumento mide el constructo planteado (Heale y Twycross, 2015).

Por lo tanto, el objetivo del presente fue efectuar el análisis de validez de constructo y confiabilidad del instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES) (Juárez-Hernández et al., 2025).

Metodología

Tipo de estudio

Se efectuó un estudio de tipo instrumental, el cual se refiere al desarrollo de pruebas y aparatos, y análisis de sus propiedades psicométricas (Ato et al., 2013). Específicamente en el presente se analizaron las propiedades de validez de constructo y confiabilidad del instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES).

Instrumento

El instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES) (Juárez-Hernández et al., 2025) (Tabla 1), tiene por objetivo evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes de educación superior. Está constituido por 17 ítems agrupados en tres dimensiones: Personal (6 ítems), familiar (6 ítems) y escolar (5 ítems) y la escala de respuesta se constituyó mediante las opciones de respuesta “no”, “medianamente” y “sí”. El instrumento engloba aspectos relacionados con el significado e importancia de la biodiversidad, acciones para su protección, así como el impacto de las actividades humanas y sus consecuencias desde los ámbitos de acción del estudiante.

Como se mencionó, posterior a su construcción el instrumento fue evaluado por tres expertos mediante lo cual se determinó la validez de facie. Posteriormente, el instrumento se sometió a juicio por 11 expertos, para el análisis de validez de contenido, el cual se efectuó mediante la V de Aiken (Penfield y Giacobbi, 2004) y mediante la cual se determinó la validez de contenido de todos los ítems ($V \text{ de Aiken} > 0.80$, $V_i > 0.50$) (Juárez-Hernández et al., 2025). Un aspecto para destacar es que según Juárez-Hernández et al. (2025) los jueces y expertos fueron seleccionados bajo criterios como experiencia en el área de investigación, grado académico, así como experiencia en el diseño y validación de instrumentos, lo cual dota de objetividad tanto a la revisión como al juicio. Una vez concluida estas fases, se efectuó un pilotaje con 30 estudiantes de educación superior, a través del cual se analizó la confiabilidad del instrumento y el grado de asequibilidad del instrumento mediante el cuestionario de satisfacción con el instrumento (CIFE, 2018), resultando en una alta confiabilidad global y en sus dimensiones (Alfa de Cronbach y Omega de McDonald > 0.80). Mediante este pilotaje, se determinó que existió buen grado de comprensión de ítems e instrucciones (Juárez-Hernández et al., 2025).

Tabla 1. Instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES)

Dimensión	Ítem
Personal	1. ¿Conoces el significado del concepto biodiversidad?
	2. ¿Conoces la importancia de la biodiversidad?
	3. ¿Conoces las acciones para proteger la biodiversidad?
	4. ¿Conoces el impacto que tienen las actividades del ser humano en la biodiversidad?
	5. ¿Conoces las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad?
	6. ¿Consideras estar realizando actividades para la protección de la biodiversidad?
Familiar	7. ¿Tu familia conoce el concepto biodiversidad?
	8. ¿Tu familia conoce la importancia de la biodiversidad?
	9. ¿Tu familia conoce alguna acción para proteger la biodiversidad?
	10. ¿Tu familia conoce el impacto que tienen las actividades del ser humano en la biodiversidad?
	11. ¿Tu familia conoce las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad?
	12. ¿Tu familia realiza actividades para la protección de la biodiversidad?
Escolar	13. ¿En alguna de tus asignaturas se ha abordado el significado del concepto biodiversidad?
	14. ¿En alguna de tus asignaturas se ha abordado la importancia de la biodiversidad?
	15. ¿En alguna de tus asignaturas se han abordado las acciones para proteger la biodiversidad?
	16. ¿En alguna de tus asignaturas se ha abordado el impacto que tienen las actividades del ser humano en la biodiversidad?
	17. ¿En alguna de tus asignaturas se han abordado las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad?

Nota: Tomado de Juárez-Hernández et al. (2025)

Participantes

El instrumento se aplicó a un grupo integrado por 340 estudiantes de educación superior de las áreas de ingeniería (58% de mujeres y 42% de hombres, con una edad promedio de 29.34 años $\pm$ 10.38). El número elegido de participantes se fundamentó en lo descrito por referentes respecto al tamaño de muestra para efectuar un análisis de validez cruzado que involucra un análisis factorial exploratorio y confirmatorio (Lloret-Segura et al., 2014; Schmitt et al., 2018; Thompson, 2004). Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo intencional en concordancia con el propósito del estudio. Se precisa que previo a la aplicación del instrumento, a los estudiantes se les explicó el objetivo del instrumento, se les brindó el consentimiento informado y se especificó la protección de datos personales.

Procedimiento para el análisis de validez de constructo y confiabilidad

Análisis de los ítems y confiabilidad general

De manera inicial, se analizó el ajuste de los ítems a la distribución normal univariada mediante el cálculo de la asimetría y curtosis, considerando que si algún ítem presentaba un valor superior a ± 2 era sujeto de eliminación (Bollen y Long, 1993). Igualmente, se consideró el análisis de normalidad multivariada mediante el coeficiente de Mardia (Mardia, 1970). Se examinó la correlación ítem-test con el objeto de verificar si los ítems revelaban un valor inferior a 0.2 o un valor superior a 0.9, lo cual conducía a su eliminación (Kline, 2015). Además, se calculó el Omega de McDonald (McDonald, 1999) para evaluar la confiabilidad del instrumento, y se realizó un análisis de contribución por ítem a este coeficiente; para comprobar que no hubo incrementos en el valor de la confiabilidad al no considerar uno de los ítems.

Análisis factorial

Se efectuó un proceso de validación cruzada (Brown, 2015; Hair et al., 2014; Lloret-Segura et al., 2014; Schmitt et al., 2018; Thompson, 2004), para lo cual la muestra se dividió en dos partes. La primera de ellas (n:125) fue analizada mediante el Análisis Factorial Exploratorio (AFE), y la segunda (n: 215) a través del Análisis Factorial Confirmatorio (AFC). El mecanismo para la división de la muestra fue mediante un proceso de aleatorización, que se utiliza para evitar algún sesgo o patrón y para tal fin se empleó una hoja de cálculo electrónica.

Análisis factorial exploratorio (AFE)

Para efectuar el AFE, en primera instancia se verificó la pertinencia de los datos mediante el grado de correlación entre ítems, valor del determinante, índice de KMO y prueba de Barlett (Thompson, 2004; Yong y Pearce, 2013). De comprobarse que los ítems se ajustan a la distribución normal, se procedió con el AFE seleccionando el método de máxima verosimilitud (Thompson, 2004; Yong y Pearce, 2013). Al comprobar la ausencia de normalidad se eligió trabajar con la matriz de correlación policórica y el método de extracción que se seleccionó fue el de mínimos cuadrados no ponderados (ULS) (Xia y Yang, 2019). El número de factores a retener se basó en la técnica de máximo consenso entre 23 métodos utilizados (Raiche, 2020). Para el análisis de la matriz factorial se precisó que las cargas factoriales por ítem fueran mayores a 0.55 acorde al tamaño de la muestra (Hair et al., 2014), y si se presentaba complejidad factorial, se efectuó la rotación de la matriz mediante el algoritmo de mayor conveniencia (Lloret-Segura et al., 2014; Thompson, 2004). Estos análisis se realizaron con el software estadístico R (R Core Team, 2020) y las librerías *nfactors* (Raiche, 2020) y *parameters* versión 0.14.0.1 (Lüdtke et al., 2020).

Análisis factorial confirmatorio (AFC)

De acuerdo con la estructura factorial obtenida mediante el AFE, con la segunda submuestra se realizó el AFC empleando el método de mínimos cuadrados no ponderados robustos si el supuesto de normalidad no era comprobable. Se evaluó la bondad de ajuste del modelo mediante la razón chi-cuadrada (χ^2), e índices de ajuste (Índice de Bondad de Ajuste GFI; Error Cuadrático Medio de Aproximación RMSEA, Raíz Cuadrada Residual RMR; Índice Comparativo de Ajuste CFI; Índice de Tucker-Lewis TLI), atendiendo los criterios planteados por Yuan (2005) así como por Xia y Yang (2019). Este análisis se realizó con el software R (R Core Team, 2020) y las librerías *lavaan* (Rosseel, 2012) y *psych* (Revelle, 2017).

Análisis de validez convergente y divergente

Para evaluar si el comportamiento de un factor está fuertemente explicado por los ítems que lo componen, se exploró la validez convergente mediante la varianza media extraída (VME), índice de fiabilidad compuesta (IFC) y nivel de las cargas factoriales estandarizadas (CFE) (Fornell y Larcker, 1981), precisando que para que se pueda asumir la existencia de este tipo de validez se debe de cumplir que la VME sea mayor o igual a 0.5, que las CFE sean mayores a 0.50 y que el IFC sea superior a 0.70 (Fornell y Larcker, 1981; Hair et al. 2014). Por su parte, para evaluar la capacidad de discriminar constructos distintos, se analizó la validez discriminante comparando la correlación al cuadrado con la VME de cada factor, y para considerar la existencia de este tipo de validez, la correlación al cuadrado debería de ser menor que la VME de cada factor (Fornell y Larcker, 1981).

Análisis de factibilidad del instrumento

Finalmente, se evaluó el grado de asequibilidad del instrumento mediante la aplicación del cuestionario de satisfacción con el instrumento (CIFE, 2018), el cual evalúa el nivel de comprensión de las instrucciones, ítems y descriptores del instrumento.

Resultados

Análisis de validez de constructo y confiabilidad

Análisis de los ítems y confiabilidad general

Se determinó que ninguno de los ítems violaba lo indicado del valor umbral para asimetría y curtosis (Tabla 2), por lo que cual se puede asumir que presentan una distribución normal, sin embargo, acorde a la prueba de Mardia, la evaluación de la normalidad multivariante no fue satisfactoria (Curtosis $p < 0.05$; Asimetría $p < 0.05$). Respecto al análisis de correlación ítem-test (CIT) reveló que no existió la necesidad de eliminar algún ítem (Tabla 2). La confiabilidad global fue óptima (Omega de McDonald: 0.922 IC al 95% 0.908 ± 0.934) y el análisis de contribución por ítem al Omega de McDonald indicó que no existe necesidad de eliminar algún ítem (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de los ítems

Ítem	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis	CIT	Omega de McDonald
Item1	2.399	0.597	-0.429	-0.669	0.454	0.921
Item2	2.500	0.596	-0.743	-0.416	0.566	0.919
Item3	2.168	0.681	-0.223	-0.852	0.672	0.916
Item4	2.466	0.658	-0.847	-0.388	0.601	0.918
Item5	2.439	0.710	-0.867	-0.547	0.601	0.918
Item6	1.945	0.633	0.044	-0.497	0.554	0.919
Item7	2.070	0.653	-0.071	-0.65	0.689	0.916
Item8	2.168	0.733	-0.273	-1.103	0.64	0.917
Item9	2.134	0.754	-0.227	-1.212	0.671	0.916
Item10	2.223	0.756	-0.394	-1.157	0.653	0.916
Item11	2.213	0.740	-0.363	-1.104	0.608	0.917
Item12	1.927	0.669	0.085	-0.759	0.51	0.92
Item13	1.787	0.855	0.425	-1.503	0.63	0.917
Item14	1.774	0.837	0.445	-1.433	0.656	0.916
Item15	1.756	0.840	0.486	-1.412	0.631	0.917
Item16	1.759	0.835	0.477	-1.403	0.649	0.916
Item17	1.735	0.824	0.527	-1.329	0.657	0.916

Análisis factorial exploratorio (AFE)

En específico, los datos mostraron ser pertinentes para ser analizados mediante el análisis factorial (KMO: 0.90; Prueba de Bartlett: $p < 0.001$). La matriz factorial reveló la representación de todos los ítems con cargas factoriales significativas acorde al tamaño de muestra ($CF > 0.55$) y no se presentaron ítems con complejidad factorial (Tabla 3). Se precisa que el modelo factorial resultante es correspondiente con el modelo teórico propuesto, ya que se precisan los tres factores propuestos y la correspondencia de los ítems a estos (Tabla 3). En este orden, el factor 1, quedó integrado por los ítems pertenecientes al ámbito de acción familiar (ítem 7, 8, 9, 10, 11 y 12). El factor dos se

integró de los ítems del ámbito de acción escolar (ítem 13, 14, 15, 16 y 17) y finalmente el factor tres se conformó de los ítems del ámbito personal (ítem 1, 2, 3, 4, 5 y 6). La varianza explicada por el modelo fue del 79%, donde el factor uno explicó el 31% de la varianza, el factor dos el 30% y el factor tres el 18%.

Tabla 3. Resultados del análisis factorial exploratorio

Item	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Item 8	0.89		
Item 11	0.88		
Item 9	0.88		
Item 10	0.86		
Item 7	0.85		
Item 12	0.77		
Item 15		0.96	
Item 13		0.95	
Item 14		0.95	
Item 16		0.93	
Item 17		0.93	
Item 4			0.77
Item 2			0.68
Item 3			0.65
Item 6			0.63
Item 5			0.62
Item 1			0.58

Nota. Elaboración propia

Análisis factorial confirmatorio (AFC)

Los diferentes índices de ajuste del AFC mostraron un buen ajuste del modelo (Razón χ^2/gl : 1.17; GFI: 0.97; RMSAE: 0.053; RMR: 0.049; CFI: 0.997; TLI: 0.995). El índice de fiabilidad compuesta, varianza media extractada por factor, y carga factorial estandarizada por ítem, se presenta en el resumen del modelo, precisando que el índice de fiabilidad compuesta, varianza media extraída y carga factorial estandarizada por ítem, presentaron valores óptimos (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen del modelo factorial confirmatorio

Factor	No. de ítems	Cargas factoriales estandarizadas (CFE)	Varianza media extraída (VME)	Índice de fiabilidad compuesta (IFC)
1 Familiar	6	It7 (0.94), It8 (0.94), It9 (0.93), It10 (0.83), It11 (0.81), It12 (0.75)	0.753	0.948
2 Escolar	5	It13 (0.97), It14 (0.94), It15 (0.92), It16 (0.81), It17 (0.79)	0.790	0.949
3 Personal	6	It1 (0.60), It2 (0.78), It3 (0.87), It4 (0.86), It5 (0.87), It6 (0.77)	0.635	0.911

Se especifica que se cumplió con la condición de la carga factorial estandarizada para todos los ítems (CFE > 0.50) (Figura 1).

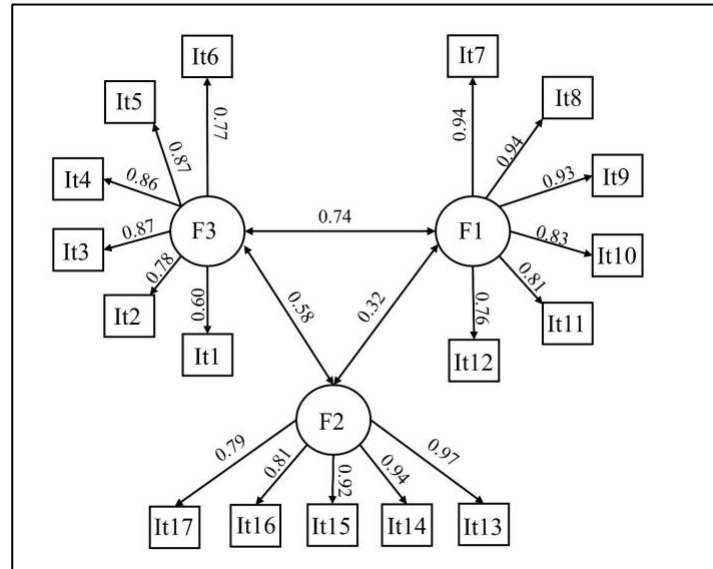


Figura 1. Representación del modelo factorial confirmatorio.

Validez convergente y divergente

El índice de fiabilidad compuesta ($IFC > 0.70$), las cargas factoriales estandarizadas por ítem ($CFE > 0.50$) y la varianza media extraída por factor ($VME > 0.50$), revelaron la existencia de validez convergente. Asimismo, se refiere que se denotó la existencia de validez discriminante ya que las VME (en negrillas) de cada dimensión fueron mayores que sus correspondientes correlaciones con las otras dimensiones (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de validez discriminante

Factor	1 Familiar	2 Escolar	3 Personal
1 Familiar	0.753		
2 Escolar	0.1024	0.790	
3 Personal	0.5476	0.3364	0.635

Análisis de factibilidad del instrumento

En términos generales los integrantes de la muestra poblacional denotaron en su mayoría (más del 50%) un buen grado de comprensión de instrucciones e ítems, así como un buen grado de satisfacción con el instrumento y relevancia de las preguntas (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados del análisis de factibilidad del instrumento

Preguntas	Bajo grado (%)	Aceptable grado (%)	Buen grado (%)	Excelente grado (%)
¿Cuál fue el grado de comprensión de las instrucciones del instrumento?	2.632	19.298	51.754	26.316
¿Cuál fue el grado de comprensión de las preguntas o ítems?	2.632	14.035	54.386	28.947
¿Cuál fue el grado de satisfacción con el instrumento?	4.386	16.667	57.895	21.053
¿Cuál es el grado de relevancia de las preguntas?	3.509	14.912	51.754	29.825

Discusión

La biodiversidad se encuentra en un punto crítico, por lo que se requiere de acciones para su conservación y preservación (Pérez-García, 2020; Sathvara et al., 2024). Entre las acciones que pueden favorecer de manera significativa a esta situación, es la incorporación de nuevos objetivos educacionales que contemplen la comprensión de la biodiversidad, su significado, causas y consecuencias de su pérdida (Juárez-Hernández et al., 2019; Sánchez-Pérez, 2023).

Para evaluar la efectividad de estas acciones se necesita de instrumentos que evalúen tales aspectos, sin embargo, estos son escasos (Juárez-Hernández et al., 2025). De estos instrumentos, destaca el instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES) el cual integra el significado e importancia de la biodiversidad, acciones para su protección, así como impacto de las actividades humanas y sus consecuencias (Juárez-Hernández et al., 2025). Cabe resaltar que este instrumento fue sometido al análisis de validez de facie y contenido, destacando que el análisis de estas es un requisito previo a la aplicación del instrumento a la muestra poblacional para el análisis de validez de constructo (Lim, 2024). Lo anterior se fundamenta en que la validez de facie consiste en confirmar la pertenencia, relevancia de las dimensiones e ítems al constructo, así como la claridad y la comprensión de los ítems (Connell et al., 2018), mientras que la validez de contenido hace referencia de la representatividad, pertinencia y exhaustividad de los ítems al constructo a evaluar (Haynes et al., 1995; Juárez-Hernández y Tobón, 2018; Lim, 2024). En este orden, establecer la validez desde el inicio de la investigación, en particular mediante la validez de facie y contenido, sienta las bases para la validez de constructo (Haynes et al., 1995; Lim, 2024), ya que garantizan la alineación conceptual y operativa del instrumento con el constructo que pretende evaluar y los conceptos que pretende representar (Lim, 2024).

Conforme a lo antes mencionado, el instrumento ha sido expuesto a estos procesos; sin embargo, es trascendental que cuente también con validez de constructo, que es considerada como el principal tipo de validez (Messick, 1980), puesto que mediante esta validez se determina el grado en que un instrumento representa con precisión el constructo que se pretende medir (Carmines y Woods, 2005; Heale y Twycross, 2015; Lim, 2024).

Por lo anterior, el objetivo del presente fue efectuar el análisis de validez de constructo del instrumento sobre los conocimientos del estudiantado relativos a la biodiversidad (INCOBIOES). En este orden, el análisis de validez del constructo del instrumento se realizó a través de un esquema de validación cruzada que es considerado el óptimo (Brown, 2015; Lloret-Segura et al., 2014; Schmitt et al., 2018).

La primera aproximación se efectuó mediante el análisis factorial exploratorio (AFE), y los resultados de este análisis mostraron la correspondencia con el modelo teórico, ya que en el modelo factorial que se obtuvo se encontraron los tres factores que teóricamente se propusieron y se destaca que estos explicaron más del 70% de la varianza, lo cual acorde a Velicer y Fava (1998) se considera un valor óptimo, ya que para muestras menores a 300 casos el mínimo aceptable es del 40%.

Se enfatiza que todos los ítems estuvieron representados en el modelo factorial con cargas factoriales representativas acorde al tamaño de muestra ($CF > 0.55$) y que estos se encontraron anidados a los factores a los que se propusieron, significando que estos, efectivamente, miden el constructo o la teoría propuesta (Heale y Twycross, 2015). De lo anterior, se destaca la fase de validez de facie y de contenido, ya que como se indicó sientan las bases para la validez de constructo (Haynes et al., 1995; Lim, 2024; Messick, 1980).

La evaluación del modelo factorial mediante el AFC, brindó elementos de comprobación que permite validar la sustentabilidad empírica del modelo teórico planteado y del ajuste del modelo a los datos (Cheung y Wang, 2017; Lloret-Segura et al., 2014; Yuan, 2005), ya que los diversos índices mostraron valores óptimos.

En lo que se refiere a la validez convergente, se indica que evalúa el grado en que diferentes indicadores (ítems) se relacionan estadísticamente con el mismo constructo y que significa que el constructo está adecuada y coherentemente medido por los indicadores propuestos (Cheung y Wang, 2017, Lim, 2024). Acorde a los resultados del presente, todos los ítems presentaron un valor óptimo en las cargas factoriales estandarizadas ($CFE > 0.50$), así como el índice de fiabilidad compuesta ($IFC > 0.70$); y la varianza media extraída ($VME > 0.50$), por lo cual se puede asumir la existencia de validez convergente (Fornell y Larcker, 1981; Hair et al., 2014). Se encontró que las correlaciones al cuadrado son menores a la VME de cada factor correspondiente, revelando que el factor está más estrechamente relacionado con sus propios indicadores que con los de cualquier otro factor (Lim, 2024). Por lo tanto, se puede denotar la existencia de validez discriminante, significando que los factores no se superponen y que cada factor estima lo que debe de cuantificar, garantizando que cada factor es único (Fornell y Larcker, 1981; Hair et al., 2014; Lim, 2024). En conjunción, estos dos tipos de validez (convergente y discriminante), acorde a Lim (2024), afirman la coherencia y la singularidad de los factores.

El análisis de confiabilidad (Omega de McDonald e índice de fiabilidad compuesta) reveló la obtención de valores óptimos tanto globalmente como por factor. Lo anterior significa en primera instancia la correlación entre el concepto abordado e ítems (Gliner et al., 2001), y en segunda instancia que un alto porcentaje (i. e. 70 %) de la varianza de las mediciones en el instrumento están libres de error, por lo tanto, destacando la capacidad del instrumento de obtener mediciones con un error mínimo (Cho y Kim, 2015). Es importante denotar que los valores obtenidos se encontraron dentro de lo estipulado por Kline (2015), siendo un valor de 0.70 como valor mínimo aceptable y 0.94 como máximo aceptable.

Finalmente, el análisis de satisfacción con el instrumento se destaca que el grupo poblacional manifestó un buen grado de comprensión de instrucciones e ítems. La evaluación de estos aspectos es elemental (Carpenter, 2018; Carvajal et al. 2011; Connell et al., 2018) ya que, si la comprensión de los ítems o bien de las instrucciones es inadecuada, puede determinar una disminución en la calidad de los datos recolectados, generar sesgos en las respuestas generando amenazas a la validez y precisión del instrumento (Carrillo-Avalos et al., 2020).

Conclusión

Se puede concluir que el instrumento para evaluar los conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes (INCOBIOES) posee adecuadas propiedades psicométricas. Acorde al proceso metodológico efectuado de manera inicial (Juárez-Hernández et al., 2025) y en el presente se cuenta con evidencia de la pertenencia, pertinencia, relevancia y representatividad de dimensiones e ítems del instrumento al constructo abordado, por lo que la estructura del instrumento reproduce realmente la del constructo planteado (Connell et al., 2018; Haynes et al., 1995; Lagunes-Córdoba, 2017). Dicho de esta manera y acorde a Lim (2024) esto asegura la alineación conceptual y operativa del instrumento con el constructo que pretende evaluar y los conceptos que pretende representar (validez de facie y de contenido), avala que las dimensiones e ítems efectivamente miden el constructo (validez de constructo) y afirman la coherencia y singularidad de las dimensiones e indicadores del instrumento (validez convergente y discriminante).

Declaración de autoría

Luis Gibran Juárez-Hernández: Conceptualización, Curación de datos (recopilación y gestión de datos), Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Supervisión, Validación, Visualización, Escritura del borrador original, Escritura (revisión y edición). María Delfina Luna-Krauletz: Curación de datos (recopilación y gestión de datos), Investigación, Metodología, Visualización, Escritura del borrador original, Escritura (revisión y edición). Haydeé Parra-Acosta: Investigación, Metodología, Validación, Visualización, Escritura del borrador original, Escritura (revisión y edición). Jose López-Loya: Investigación, Metodología, Escritura del borrador original, Escritura (revisión y edición).

Referencias

- Alcalá, J. (2007). Percepción comunitaria de la flora y fauna urbana en la ciudad de Chihuahua, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3(1), 58-64.
<https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/90>
- Ato, M., López, J. J. y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038–1059.
<https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.17851>
- Bollen, K. A. y Long, J. S. (1993). *Testing structural equation models*. Sage Publications.
<https://us.sagepub.com/en-us/nam/testing-structural-equation-models/book3893>
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. The Guilford Press.
- Carmines, E. G. y Woods, A. (2005). Validity Assessment. En K. Kempf-Leonard (Ed.), *Encyclopedia of Social Measurement*, (pp. 933-937). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780123693983/encyclopedia-of-social-measurement#book-info>
- Carpenter, S. (2018). Ten steps in scale development and reporting: A guide for researchers. *Communication Methods and Measures*, 12(1), 25-44.
<https://doi.org/10.1080/19312458.2017.1396583>
- Carrillo-Avalos, B. A., Sánchez-Mendiola, M. y Leenen, I. (2020). Amenazas a la validez en evaluación: implicaciones en educación médica. *Investigación en educación médica*, 9(34), 100-107. <https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2020.34.221>
- Carvajal, A., Centeno, C., Watson, R., Martínez, M. y Sanz-Rubiales, A. (2011). ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud?. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 34(1), 63-72. <https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/10317>
- Cheung, G. W. y Wang, C. (2017). Current approaches for assessing convergent and discriminant validity with SEM: issues and solutions. *Academy of Management Proceedings*, 2017 (1), 12706. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2017.12706abstract>
- Cho, E. y Kim, S. (2015). Cronbach's coefficient alpha: well known but poorly understood. *Organizational Research Methods*, 18(2), 207-230.
<https://doi.org/10.1177/1094428114555994>
- CIFE (2018). Cuestionario de satisfacción con el instrumento. <https://cife.edu.mx/recursos/4251/>
- Connell, J., Carlton, J., Grundy, A., Taylor Buck, E., Keetharuth, A. D., Ricketts, T., Barkham, M., Robotham, D., Rose, D. y Brazier, J. (2018). The importance of content and face validity in instrument development: Lessons learnt from service users when developing the Recovering Quality of Life measure (ReQoL). *Quality of life research: an international*

- journal of quality-of-life aspects of treatment, care, and rehabilitation*, 27(7), 1893-1902.
<https://doi.org/10.1007/s11136-018-1847-y>
- Corona-Leal, V. (2012). *Las percepciones sobre la biodiversidad de los estudiantes de primer grado de secundaria: a partir de sus experiencias en el Universum; Museo de Ciencias de la UNAM*. [Tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional de México, México.
- Cowie, R. H., Bouchet, P. y Fontaine, B. (2022). The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 97(2), 640-663. <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
- Ellis, E. C. (2024). The Anthropocene condition: evolving through social–ecological transformations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 379(1893), 20220255. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0255>
- Fornell, C. y Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Furr, R. M. (2020). Psychometrics in clinical psychological research. En A. G. C. Wright y M. N. Hallquist (Eds.), *The Cambridge handbook of research methods in clinical psychology*, (pp. 54–65). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316995808.008>
- García, F. G. y Hernández, I. S. (2004). Conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en alumnos de educación secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, (17), 177-188. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2141060>
- Gliner, J. A., Morgan, G. A. y Harmon, R. J. (2001). Measurement reliability. *Journal of the American Academy of Childy Adolescent Psychiatry*, 40, 486-488. <https://doi.org/10.1097/00004583-200104000-00019>
- Gutiérrez-Mijares, M. E. y Pellegrini-Blanco, N. (2023). Educación para el desarrollo sostenible y percepción de la comunidad universitaria: caso Universidad Simón Bolívar. *Revista Educación Ambiental y Sostenibilidad: REAYS*, 5(1), 1301. https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2023.v5.i1.130
- Hair, Jr., William, C. B., Barry, J. B. y Anderson, R. (2014). *Multivariate data analysis*. Pearson
- Haynes, S. N., Richard, D. C. S. y Kubany, E. S. (1995). Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. *Psychological Assessment*, 7(3), 238-247. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.238>
- Heale, R. y Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-based nursing*, 18(3), 66-67. <https://doi.org/10.1136/eb-2015-102129>
- Isbell, F., Balvanera, P., Mori, A. S., He, J. S., Bullock, J. M., Regmi, G. R., ... y Palmer, M. S. (2023). Expert perspectives on global biodiversity loss and its drivers and impacts on people. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 21(2), 94-103. <https://doi.org/10.1002/fee.2536>
- Juárez-Hernández, L. G., Luna-Krauletz, M. D. y Martínez-Valdés, M. G. (2025). Diseño de un instrumento para evaluar los conocimientos sobre biodiversidad en estudiantes. *Atenas*, 63, e10768, 1-14. <https://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/1234>
- Juárez-Hernández, L. G., Tobón, S., Salas-Razo, G., Jerónimo-Cano, A. E., y Martínez-Valdés, M. G. (2019). Desarrollo sostenible: educación y sociedad. *M+A. Revista Electrónica de*

- Medioambiente*, 20(1), 54-71. https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-129712/Art.3_M+A_VOL.20_2019..pdf
- Juárez-Hernández, L. G. y Tobón, S. (2018). Análisis de los elementos implícitos en la validación de contenido de un instrumento de investigación. *Espacios*, 46, 23-30. <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.html>
- Keck, F., Peller, T., Alther, R., Barouillet, C., Blackman, R., Capo, E., Chonova, T., Couton, M., Fehlinger, L., Kirschner, D., Knusel, M., Muneret, L., Oester, R., Tapolczai, K., Zhang, H. y Altermatt, F. (2025). The global human impact on biodiversity. *Nature*, 630(8011), 75–82. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-07841-3>
- Kline, P. (2015). *A handbook of test construction (psychology revivals). Introduction to psychometric design*. London: Routledge.
- Lagunes-Córdoba, R. (2017). Recomendaciones sobre los procedimientos de construcción y validación de instrumentos y escalas de medición en la psicología de la salud. *Revista Psicología y Salud*, 27(1), 5-18. <http://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/2431>
- Lim, W. M. (2024). A typology of validity: content, face, convergent, discriminant, nomological and predictive validity. *Journal of Trade Science*, 12(3), 155-179. <https://doi.org/10.1108/JTS-03-2024-0016>
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A. y Tomas-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>
- Lüdecke, D., Ben-Shachar, M., Patil, I. y Makowski, D. (2020). Extracting, Computing and Exploring the Parameters of Statistical Models using R. *Journal of Open-Source Software*, 5(53), 2445. <https://doi.org/10.21105/JOSS.02445>
- Mardia, K. V. (1970). Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications. *Biometrika*, 57(3), 519. <https://doi.org/10.2307/2334770>
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. <https://doi.org/10.4324/9781410601087>
- Messick, S. (1980). Test validity and ethics of assessment. *American Psychologist*, 35(11), 1012-1027. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.35.11.1012>
- Muylaert, R., Hayman, D. T. S., Fernandez, M., Hildebrand, Av., Willetts, E., Machalaba, C., Mensah, P. K. y Prist, P. R. (2024). Human Health Thrives Thanks To Biodiversity. *Front. Young Minds*. 12:1290739. <https://doi.org/0.3389/frym.2024.1290739>
- Oliveira, A. P., Paramés, A., Bajanca, A., y Martinez-Perez, C. (2025). Higher Education Students' Biodiversity Knowledge. *Education Sciences*, 15(4), 499. <https://doi.org/10.3390/educsci15040499>
- Penfield, R. D., y Giacobbi, P. R. (2004). Applying a score confidence interval to Aiken's item content-relevance index *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 8(4), 213-225. https://doi.org/10.1207/s15327841mpee0804_3
- Pereira, H. M., Martins, I. S., Rosa, I. M., Kim, H., Leadley, P., Popp, A., ... y Alkemade, R. (2024). Global trends and scenarios for terrestrial biodiversity and ecosystem services from 1900 to 2050. *Science*, 384(6694), 458-465. <https://doi.org/10.1126/science.adn344>

- Pérez-García, J. N. (2020). Causas de la pérdida global de biodiversidad. *Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas*, 1(32), 183-198. <https://doi.org/10.47499/revistaacsb.v1i32.219>
- Qu, X., Li, X., Bardgett, R., Kuzyakov, Y., Revilini, D., Sonne, C., Xia, C., Ruan, H., Liu, Y., Cao, F., Reich, P. y Delgado-Baquerizo, M. (2024). Deforestation impacts soil biodiversity and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(34), e2318475121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2318475121>
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Raiche G. (2020). An R package for parallel analysis and non graphical solutions to the Catell scree test. R package (Version 2.3.3.1.). <https://cran.r-project.org/web/packages/nFactors/index.html>
- Raven, P. H. (2020). Biological extinction and climate change. En W. K. Al-Delaimy, V. Ramanathan y M. Sánchez-Sorondo (Eds.), *Health of People, Health of Planet and Our Responsibility: Climate Change, Air Pollution and Health*, (pp. 11-20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31125-4_2
- Revelle, W. (2017). *Psych: Procedures for personality and psychological research*. <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/psych-procedures-for-personality-and-psychological-research>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(1), 1–36. <https://doi.org/10.18637/JSS.V048.I02>
- Sánchez-Pérez, Y. (2023). Orientación familiar para la educación en la conservación de la biodiversidad del patrimonio natural de ciudad escolar libertad. *Horizonte pedagógico*, 12(1), 19-27. <https://horizontepedagogico.cu/index.php/hop/article/view/278>
- Sathvara, P. B., Anuradha, J., Tripathi, S. y Sanjeevi, R. (2024). Biodiversity and Its Importance: An Introduction. En P. B. Sathvara y R. Sanjeevi. (Eds.), *Biodiversity Loss Assessment for Ecosystem Protection*, (pp. 1-17). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3330-3.ch001>
- Schmitt, T. A., Sass, D. A., Chappelle, W. y Thompson, W. (2018). Selecting the “best” factor structure and moving measurement validation forward: An illustration. *Journal of Personality Assessment*, 100(4), 345-362. <https://doi.org/10.1080/00223891.2018.1449116>
- Sher, A. (2023). What Is Biodiversity?. En. A. Sher (Ed.), *An introduction to conservation biology*, (pp. 25-57). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/hesc/9780197564370.003.0002>
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10694-000>
- Velicer, W. F. y Fava, J. L. (1998). Effects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231-251. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.2.231>
- Xia, Y. y Yang, Y. (2019). RMSEA, CFI, and TLI in structural equation modeling with ordered categorical data: The story they tell depends on the estimation methods. *Behavior Research Methods*, 51(1), 409–428. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1055-2>

- Yong, A. G. y Pearce, S. (2013). A Beginner's Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79–94. <https://doi.org/10.20982/TQMP.09.2.P079>
- Yuan, K. H. (2005). Fit Indices Versus Test Statistics. *Multivariate Behavioral Research*, 40(1), 115-148. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr4001_5