

Análisis factorial exploratorio del instrumento para medir el impacto del COVID-19 en estudiantes de educación superior

Exploratory factor analysis of the instrument to measure the impact of COVID-19 on higher education students

HERNÁNDEZ BRIONES, María E.¹VILLALPA MARTÍNEZ, Hugo²

Resumen

El ODS 4 promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad, con aprendizaje para todos a lo largo de la vida. Lograrlo requiere analizar las causas de desigualdad y eventos imprevistos como la pandemia, que evidenció brechas digitales y sociales, especialmente en México. Este análisis factorial exploratorio permite validar un instrumento diseñado para recoger información de estudiantes afectados por el COVID-19 durante su formación.

Palabras clave: análisis factorial exploratorio, COVID-19, educación superior, brecha digital

Abstract

SDG 4 promotes inclusive, equitable, and quality education with lifelong learning for all. Achieving this goal requires analyzing the causes of inequality and unforeseen events like the COVID-19 crisis, which exposed wide digital and social gaps, especially in Mexico. This exploratory factor analysis helps validate an instrument designed to collect data from students impacted by COVID-19 during their educational journey.

Key words: exploratory factor analysis, covid-19, higher education, digital divide

1. Introducción

Los efectos inmediatos que la pasada crisis sanitaria por el COVID-19 dejó en la educación y la comunidad que la integra, implicó cambios que han sido registrados por múltiples instituciones. El reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) registró para América Latina y el Caribe hasta un 45% de usuarios con baja conectividad a Internet, y aunque las tasas de líneas móviles son elevadas no significa que tengan el servicio disponible (IESALC-UNESCO, 2020). En este sentido, en México durante 2023, el mayor grupo de usuarios de internet se identificó en jóvenes de 18 a 24 años, con el 96.7 % y en general, el uso más frecuente de internet fue para comunicarse (93.3 %); en segundo lugar, el acceso a redes sociales (91.5 %), así como el entretenimiento (88.1 %) y 11.8 % para la actividad de ventas (INEGI, ENDUTIH, 2023). También esta encuesta estimó que solo un 20.0 % de los hogares disponía de dispositivos inteligentes conectados a internet o a una red local. Esta información pone en contexto que, aunque terminada la crisis por el COVID-19 las personas y estudiantes permanecen conectadas a las telecomunicaciones y que esta tendencia seguirá siendo necesaria para el desarrollo de la vida.

¹ Secretaria académica. Universidad Tecnológica de Tulancingo. México. elena.briones@utectulancingo.edu.mx

² Profesor de tiempo completo. Universidad Tecnológica de Tulancingo. México. hugovm@utectulancingo.edu.mx

Lo anterior hace relevante que hoy en día exponamos un concepto que engloba las diferencias significativas en torno a la desigualdad tecnológica y es la brecha digital, este concepto tiene implicaciones políticas de lucha contra la pobreza y la exclusión social y es relevante porque lograr una estabilidad informacional y tecnológica es una tarea pendiente de relevancia nacional (Sánchez et al., 2017). Disminuir esta diferencia otorgaría mejores condiciones a los estudiantes para llevar a cabo las actividades sustanciales que la universidad demanda.

En este contexto de búsqueda de igualdad, la inclusión social representa la democratización de los derechos, el acceso a la educación, salud y cuidado, a la vivienda digna y estabilidad laboral, significa mejorar las condiciones políticas, económicas, sociales y culturales para las personas que integran la sociedad (CEPAL, 2018c).

Entonces, pensar en desigualdad social ya no solo implica diferencias económicas, sociales y culturales, implica un cambio evolutivo que no se veía desde la revolución industrial, y es mediante la llamada cuarta revolución digital que se espera una toma de consciencia en relación al uso pertinente de la información (Olarte, 2017) y el acceso a la misma como acción para disminuir la brecha digital.

Expuesto lo anterior, la perspectiva de la investigación también tiene como base el logro de la excelencia educativa, prioridad de la Ley General de Educación Superior, en su artículo 8, párrafo IX, en donde establece al estudiante como centro del proceso educativo con la intención de mejora integral constante y énfasis el desarrollo del pensamiento crítico para fortalecer la integración social (LGES, 2021).

Medir el impacto que el COVID-19 ha dejado en los estudiantes de educación superior y atendiendo al modelo educativo por competencias y que tiene como prioridad el aprendizaje entendido como la capacidad para cambiar los esquemas de conocimiento que las y los estudiantes poseen y que requieren de una participación activa por parte de las y los estudiantes, para que se conviertan en los artífices de su propio proceso de aprendizaje (Reigeluth, 2003) es necesario conocer las condiciones en que se desarrollan.

En este contexto y con la educación asistida por los medios tecnológicos como herramienta inmediata que permitió y permite dar continuidad al proceso de enseñanza aprendizaje (Briones et al., 2023), conocer el impacto que el COVID-19 ha dejado en los alumnos de nivel superior, sigue siendo el objetivo de la presente investigación y para el desarrollo de la misma se organiza este trabajo de la siguiente manera: en la primera etapa se realizó la investigación documental, también fue necesario trabajar en el desarrollo de la validez de contenido al instrumento mediante el juicio de expertos; y para integrar el presente Análisis Factorial Exploratorio (AFE), se desarrolla la metodología que a continuación será expuesta. La realización de esta servirá para definir en un primer momento la solución factorial o el número de factores que integran el estudio del constructo, así como los ítems que van a integrar el instrumento final y una vez definido permitirá a los investigadores ejecutar la aplicación en la población objeto del estudio.

2. Metodología

El enfoque metodológico que acompaña a este trabajo es mixto y de acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) se caracteriza por realizar la descripción, explicar y tratar de predecir el constructo investigado, identificar las variables que permitan profundizar el fenómeno y relacionarlas, a la vez que permita probar la hipótesis con la información generada. Se considera como hipótesis identificar las variables que mejor midan el impacto que la crisis por COVID-19 dejó en los estudiantes de educación superior, para este momento de la investigación es necesario revisar la integración del número y composición de las variables comunes necesarias para explicar la varianza, y esto se realiza mediante la aplicación de un análisis factorial exploratorio.

2.1. Determinación de la muestra poblacional para la aplicación del instrumento

Se determinó una muestra aleatoria simple conformada por 411 estudiantes de siete programas educativos de la Universidad Tecnológica de Tulancingo, y se aplicó la herramienta denominada “Instrumento para la evaluación del impacto del COVID-19 en la formación de estudiantes de educación superior” integrado por 28 ítems y cinco niveles de respuesta en escala tipo Likert que va de 1 (nunca) a 5 (siempre), lo cual nos permite evaluar la presencia e intensidad de los indicadores, para cubrir la recolección de variables sociodemográficas se integró un complemento de preguntas con carácter personal como sexo, edad, plan de estudios y el nivel que estudiaban durante la crisis.

2.2. Limpieza de datos

Para este procedimiento se decidió dividir la muestra y mantener la mitad de los datos para posteriormente realizar un análisis factorial confirmatorio. Realizado lo anterior se procedió con la limpieza de datos, de acuerdo con Martínez-Corona (2024) este proceso permite detectar los valores fuera del promedio de respuestas o valores identificados con sesgo, se realizó la descarga de los resultados en una hoja de cálculo y se importó al Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), ya en el programa se procedió a cambiar algunas etiquetas de las variables categóricas otorgándoles valores alfanuméricos para el análisis, así como establecer la nomenclatura y señalar las variables obtenidas como información sociodemográfica, este paso permitió identificar de manera clara cada elemento necesario durante el análisis.

Para llevar a cabo la limpieza de datos, se aplicó la prueba de Tukey, análisis que lleva a cabo la comparación de todas las combinaciones posibles de pares que integran a la población y permite la identificación de diferencias significativas entre ellas (Casillas, et al., s.f). Para el caso de estudio, después de aplicar la prueba se eliminaron 20 respuestas, en la primera aplicación incorporando el constructo “COVID-19”, se encontraron 9 casos atípicos, después se procedió a revisar cada factor arrojando nuevamente datos atípicos: factor 1 (4); factor 2 (1); factor 3 (4); factor 4 (5) y factor 5 (0), el factor en el que más casos atípicos se encontraron corresponde al factor denominado alfabetización tecnológica.

2.3. Análisis descriptivo

Conocer la estructura factorial subyacente es el objetivo de la aplicación del análisis factorial exploratorio, es decir, conocer y medir a través de las variables observadas el constructo y establecer los factores que integren al modelo teórico (Corona, 2024).

Del mismo modo, mediante la aplicación del AFE, se identifican los ítems que conforman el instrumento, este análisis comprueba el nivel en que los ítems que integran al mismo representan adecuadamente los constructos de interés, así como las dimensiones que lo integran (Mavrou, 2015).

3. Resultados y discusión

Una vez preparada la base de datos se procedió a calcular y evaluar la confiabilidad para el instrumento de medición, y de acuerdo con Garson (2013) citado en Hernández-Sampieri, et al., (2019) se utilizan fórmulas que producen coeficientes de fiabilidad, estos valores tienen un rango de entre cero y el valor uno, el valor igual a cero significa nula confiabilidad y el valor uno representa un máximo de confiabilidad, entonces si el resultado del coeficiente se acerca a cero representa un mayor margen de errores en la medición.

El instrumento se compone de 28 ítems, agrupadas en cinco dimensiones: (1) Aprendizaje (afirmaciones D1-1 al D1-5); (2) Didáctica (afirmaciones D2-1 al D2-6); (3) Brecha tecnológica (afirmaciones D3-1 al D3-7); (4) Alfabetización tecnológica (afirmaciones D4-1 al D4-4) y (5) Autoaprendizaje (afirmaciones D5-1 al D5-6). El instrumento fue aplicado previamente mediante una prueba piloto a 31 estudiantes de la misma universidad, con los resultados se buscó validar el instrumento y se aplicó la prueba a través del coeficiente de fiabilidad alfa de Cronbach, obtenido una puntuación de 0.90 (Briones et al., 2024), este coeficiente de fiabilidad es una medida proporcional resultado de la prueba piloto.

Para llevar a cabo el desarrollo del análisis factorial exploratorio, una vez aplicado y obtenidos los valores de la muestra se procedió a medir la confiabilidad del instrumento mediante el alfa de Cronbach que de acuerdo con Ledesma (2004) mide el cálculo de la varianza de los resultados de los ítems y la varianza de la sumatoria de cada respuesta, en este cálculo arrojó un resultado de 0.88, índice que refleja la consistencia interna de los ítems, en la medición se observa un valor menor al obtenido en la aplicación piloto (0.02) sin embargo, se mantiene con buena confiabilidad.

Tabla 1
Confiabilidad del instrumento

Característica	
Alfa de Cronbach	0.88
Número de elementos	28

Fuente: elaboración propia con base en los resultados por SPSS.

Por otra parte, también se obtuvo la medida de adecuación muestral del test Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett para cada una de las dimensiones que se consideraron, la prueba de KMO determina la medida de adecuación muestral y la prueba de esfericidad de Bartlett para determinar la relación entre las variables.

Tabla 2
KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	.834
Chi-cuadrado aproximado	1236.649
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl
	153
	Sig.
	.000

Fuente: elaboración propia con base en los resultados por SPSS.

Tabla 3
Varianza total explicada

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total
1	5.416	30.089	30.089	2.860	15.887	15.887	2.981
2	2.448	13.598	43.687	3.054	16.966	32.853	3.730
3	1.578	8.768	52.455	1.883	10.459	43.312	1.774
4	1.295	7.193	59.648	1.070	5.944	49.256	3.465
5	.914	5.078	64.727				
6	.858	4.768	69.495				
7	.717	3.983	73.478				
8	.628	3.491	76.969				
9	.622	3.455	80.424				
10	.550	3.058	83.483				
11	.494	2.742	86.224				
12	.485	2.694	88.919				
13	.450	2.501	91.420				
14	.366	2.033	93.453				
15	.359	1.996	95.449				
16	.303	1.686	97.135				
17	.280	1.557	98.691				
18	.236	1.309	100.000				

Método de extracción: Máxima verosimilitud.

a. Cuando los factores están correlacionados, no se pueden sumar las sumas de los cuadrados de las saturaciones para obtener una varianza total.

Después de analizar los resultados obtenidos, se observó que la varianza acumulada cambió el valor del índice correspondiente en un primer análisis factorial contemplando 6 factores y obteniendo un porcentaje igual a 47.9 %, sin embargo, se identificaron hasta 9 ítems sin representación en ningún factor, razón por la cual se eliminaron y con este procedimiento se obtuvo un valor de 49.25 %.

Con estos resultados, se decidió mantener cuatro dimensiones y revisar el orden. Esta decisión a partir de los resultados obtenidos a partir del gráfico de sedimentación, el cual indica las cuatro dimensiones antes de estabilizar la línea.

La solución factorial representada en la tabla 4, agrupa los ítems en cada uno de los cuatro factores, mismos que integran las variables observadas que servirán como anteriormente se mencionó para medir la variable latente. El ítem DI6, no alcanza a tener representación, sin embargo, en la matriz factorial tiene un valor de .530 y se decidió incluir para de igual manera mantener al menos tres ítems por categoría, con lo cual se redistribuyen los reactivos.

Figura 1
Gráfico de sedimentación

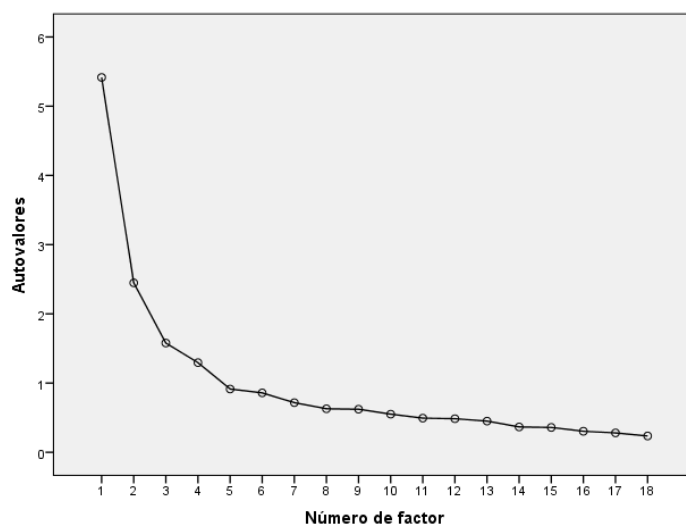


Tabla 4
Matriz de configuración

	Factor			
	1	2	3	4
DI4	1.019			
DI5	.626			
DI6		.530		
A3		.844		
A2		.671		
A4		.669		
A5		.652		
A1		.546		
BT5			-.672	
BT6			-.633	
BT1			.554	
BT2			.482	
BT3			-.450	
AA4				.648
AA3				.618
AA5				.589
AA6				.577
AA2				.548

Método de extracción: Máxima verosimilitud.

Método de rotación: Normalización Oblimin con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 8 iteraciones.

Como resultado del proceso de análisis, el instrumento se modificó y únicamente mantuvo cuatro dimensiones, se eliminó la dimensión denominada alfabetización tecnológica, estas cuatro corresponden a variables relacionadas al constructo y la versión final del instrumento se integra de la siguiente manera:

Tabla 5
Dimensiones e indicadores
del instrumento final

Construtto
Efectividad del proceso educativo
Operacionalización Conceptual
Se mide la percepción de la efectividad en el proceso aprendizaje durante la modalidad virtual o educación a distancia implementada durante la crisis sanitaria por el COVID-19.
Dimensiones
D1. Aprendizaje
D1-1. ¿Considera que se lograron desarrollar las competencias esperadas, según los planes y programas de estudio, durante el periodo de la pandemia?
D1-2. ¿El aprendizaje en línea permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la pandemia?
D1-3. ¿Los conocimientos y habilidades adquiridos durante el confinamiento contribuyeron a su formación profesional actual?
D1-4. Las actividades como investigaciones, prácticas y tareas durante la pandemia, ¿contribuyeron a su aprendizaje?
D1-5. ¿Logró los objetivos de las asignaturas durante la crisis de COVID-19?
D2. Didáctica
D2-1. ¿Los profesores generaron estrategias didácticas (plataformas y/o aplicaciones) para alcanzar los objetivos de la asignatura?
D2-2. ¿Los docentes proporcionaron alternativas didácticas para la comprensión del aprendizaje (videos, aplicaciones, foros, chats, simuladores, emuladores, ambientes virtuales)? ¿Los docentes desarrollaron actividades teórico-prácticas que favorecieron su aprendizaje en línea?
D2-3. ¿Los docentes evaluaron y retroalimentaron oportunamente las actividades como investigaciones, prácticas y tareas?
D3. Brecha tecnológica
D3-1. Durante la pandemia, ¿existió la necesidad de compartir dispositivos como: celular, ¿Tablet o computadora con algún otro miembro del hogar?
D3-2. En su opinión, ¿considera que su ubicación geográfica tuvo un impacto en sus resultados de aprendizaje, contemplando las posibles diferencias en el acceso a recursos tecnológicos?
D3-3. Durante el confinamiento, ¿contaba con algún dispositivo digital como computadora, celular o tablet para acceder a las clases en línea?
D3-4. ¿En qué medida la calidad de la conexión a internet facilitó su participación efectiva en las clases en línea?
D3-5. Durante el periodo de confinamiento, ¿presentó dificultades tecnológicas que afectaron su participación en actividades educativas?
D4. Autoaprendizaje
D4-1. Durante el confinamiento, ¿fue disciplinado y constante con sus compromisos académicos?
D4-2. ¿Tuvo impacto el autoaprendizaje en su formación académica durante la pandemia?
D4-3. ¿Fueron útiles las habilidades y conocimientos que adquirió por su cuenta durante la pandemia?
D4-4. ¿El desarrollo de habilidades blandas como el control de las emociones, la comunicación, la motivación y la resiliencia, representó un papel determinante en su capacidad de autoaprendizaje?
D4-5. Durante la pandemia, ¿se sintió motivado para aprender por cuenta propia?

4. Conclusiones

El análisis factorial exploratorio requiere de una preparación previa de la data, que incluye verificar los procesos estadísticos que conlleva la limpieza de la misma con el objetivo de eliminar casos atípicos, en este caso se logró mediante la prueba de Tukey, posteriormente se calculó el coeficiente de confiabilidad utilizando alfa de Cronbach Y después, el análisis factorial mediante el test de esfericidad de Barlett y la medida de adecuación muestral Kaiser-Mayer-Olkin (KMO). También fue necesario seleccionar el método de extracción de factores máxima verisimilitud y elegir la rotación oblín directa para lograr que la solución factorial muestre una estructura simple y eliminar las correlaciones negativas. El siguiente paso corresponde a la aplicación del análisis factorial confirmatorio (AFC) para fortalecer la definición y validación del constructo.

Referencias bibliográficas

- Casillas Muñoz, F. A. G., Tariq, R., Ramírez Montoya, M. S., y Patiño Zúñiga, I. A. Resolviendo problemas con ANOVA y prueba de Tukey. https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/676857/ODS3_T3_E4.pdf?sequence=1
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2018c) Panorama Social 2018. LC/PUB.2019/3-P, Santiago, 2019.
- Encabo, S. O. (2017). Brecha digital, pobreza y exclusión social. *Temas laborales: Revista andaluza de trabajo y bienestar social*, (138), 285-313. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6552396>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. (Quinta Edición). México DF. <https://drive.google.com/file/d/0B3EIQQXxH6JSS1NaVp0RFRRNHc/view?resourcekey=0-SGgwQ-dKUdQOEI2ysAj7Nw>
- IESALC-UNESCO. (2020). COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. Análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones. Disponible en <http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-060420-ES-2.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2023. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ENDUTIH/ENDUTIH_23.pdf
- Ledesma, R. (2004) AlphaCI: un programa de cálculo de intervalos de confianza para el coeficiente alfa de Cronbach. *Psico-USF*, Vol.9, N.1, pp.31-37. DOI: 10.1590/s1413-82712004000100005.
- Ley General de Educación Superior. Diario Oficial de la Federación 20-04-2021. (20 de abril de 2021). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGES_200421.pdf
- Lloret, S., Ferreres, A., Hernández, A. y Tomás, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: Una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30 (3), 1151-1169.
- Martínez, J. A. y Martínez, L. (2009). El análisis factorial confirmatorio y la validez de escalas en modelos causales. *Anales de Psicología*, 25(2), 368- 374. <http://www.redalyc.org/>
- Martínez Corona, J. I. (21 de junio de 2024). Análisis Factorial Exploratorio. CUNEP, México
- Martínez Corona, J. I. (08 de noviembre de 2024). Análisis Factorial Exploratorio. CUNEP, México
- Mavrou, I. (2015). Análisis factorial exploratorio: Cuestiones conceptuales y metodológicas. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada* (2015) 19. 71–80. <https://doi.org/10.26378/rnlael019283>
- Muñiz, J., y Fonseca-Pedrero, E. (2019). Diez pasos para la construcción de un test. *Psicothema*, 31(1), 7. item content-relevance index. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 8 (4), 213-225.
- Pérez, E. R., y Medrano, L. A. (2010). Análisis factorial exploratorio: bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento (RACC)*, 2(1), 58-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3161108>
- Reigueluth, C. M. (2003). Knowledge building for use of the internet in education. *Instructional Science*, 31, 341–346. <https://doi.org/10.1023/A:1024694228065>
- Sánchez, L., Reyes, A. M., Ortiz, D., y Olarte, F. (2017). El rol de la infraestructura tecnológica en relación con la brecha digital y la alfabetización digital en 100 instituciones educativas de Colombia. *Calidad en la educación*, (47), 112-144.
- SUMMA. (2020). Educar en tiempos de #COVID19: la importancia de la retroalimentación en la distancia. Disponible en <http://www.formacionib.org/noticias/?Educar-en-tiempos-de-COVID19-lainportancia-de-la-retroalimentacion-en-l>
- Tobón, S. (2010). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. ECOE.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional