

Propiedades psicométricas de un instrumento para el aprovechamiento académico en función del uso de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes)

Psychometric properties of an instrument for academic achievement as a function of the use of mobile devices (smartphones)

Helin Yadira Mena Rodríguez

Secretaría de Educación de Medellín
Colombia, helin.mena@medellin.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-7595-7080>

Emerson Garrido Bermúdez

Institución Universitaria Pascual Bravo
Colombia, e.garridobe@pascualbravo.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-6875-9123>

Cómo citar / How to cite

Mena Rodríguez, H. Y., & Garrido Bermúdez, E. (2023). Propiedades psicométricas de un instrumento para el aprovechamiento académico en función del uso de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes). *UNACIENCIA*, 15(29), 77-104.
<https://doi.org/10.35997/unaciencia.v15i29.694>

Fecha de recepción: 16 de marzo de 2023.

Fecha de aprobación: 10 de mayo de 2023.

Resumen

El objetivo de esta investigación es proponer un instrumento que mida el aprovechamiento académico de los dispositivos móviles en estudiantes de 10° y 11° de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera (IEBOH), de la ciudad de Medellín, Colombia. El estudio fue realizado a través de un cuestionario en línea a



293 estudiantes, divididos en dos grupos, 168 estudiantes para realizar el análisis factorial exploratorio (AFE) y 125 para el análisis factorial confirmatorio (AFC) mediante el formulario en Google Form.

Cuenta con un diseño cuantitativo no experimental transversal, un alcance de tipo correlacional causal y explicativo, enmarcado en un muestreo no probabilístico.

En cuanto a los resultados, se obtuvieron valores satisfactorios, en el AFE un KMO y una prueba de esfericidad de Bartlett (X^2) significativa, $r = 0,870$, $X^2 = 2664,018$; $p \leq .0001$, para el AFC de $r = 0,84$, $X^2 = 1334,2$; $p = \leq 0,001$. Con relación al análisis de la consistencia interna del instrumento, para medir su confiabilidad, se obtuvo a través del programa JAMOVI, el cual de modo general arrojó un coeficiente de correlación de Alfa Cronbach (α) y un omega de McDonald's (ω) $\alpha = 0,887$, $\omega = 0,893$ que explica el 64,89% de la varianza total y las propiedades psicométricas requeridas para ser validado. La validez convergente arrojó derivaciones significativas. Pudiéndose concluir sobre la importancia de los dispositivos móviles como herramienta de apoyo en las actividades escolares como también en el desarrollo de competencias dentro de las dinámicas de la clase orientada.

Palabras clave: tecnología de la información, éxito escolar, test, psicometría, destreza.

Abstract

The objective of this research is to propose an instrument that measures the academic use of mobile devices in 10th and 11th grade students of the Educational Institution Barrio Olaya Herrera (IEBOH) in the city of Medellín, Colombia. The study was conducted through an online questionnaire to 293 students, divided into two groups, 168 students to perform the exploratory factor analysis (EFA) and 125 for the confirmatory factor analysis (CFA) using the Google form.

It has a non-experimental cross-sectional quantitative design, a causal and explanatory correlational scope, framed in a non-probabilistic sampling.

As for the results, satisfactory values were obtained, in the AFE a significant KMO and Bartlett's sphericity test (X^2), $r = 0,870$, $X^2 = 2664.018$; $p \leq .0001$, for the AFC of $r = 0,84$, $X^2 = 1334.2$; $p = \leq 0,001$. In relation to the analysis of the internal consistency of the instrument, to measure its reliability, it was obtained

through the JAMOVI program, which generally yielded a Cronbach's Alpha correlation coefficient and a McDonald's omega $\alpha = 0,887, \omega = 0,893$ that explains 64.89% of the total variance and the psychometric properties required to be validated. Convergent validity yielded significant derivations. It was possible to conclude the importance of mobile devices as a support tool in school activities as well as in the development of competencies within the dynamics of the oriented classroom.

Key words: school success, testing, psychometrics, information technology, skills.

Introducción

La existencia de celulares y computadores con acceso a Internet en los planteles educativos, ha propiciado diversos fenómenos sumamente interesantes en el ámbito escolar.

Con esta investigación se espera aportar a la desmitificación y la utilización de los dispositivos móviles en la educación, lo cual ha sido motivo de debates (a nivel nacional e internacional). En este sentido, el uso de celulares en el aula es una realidad que en muchos estudios suele abordarse como un problema; por ejemplo, Dávila (2018) propone que esta herramienta en el aula perjudica a los educandos en sus procesos psicológicos y de aprendizaje, razón más que suficiente para buscar alternativas de control para su uso. Otros la ven como una herramienta que es aprovechada estratégicamente por docentes desde diversas acciones para mejorar el rendimiento académico, siempre y cuando la estrategia sea direccionada. Los docentes han detectado que el 75% de los estudiantes utiliza los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes) para diversas acciones, entre ellas tomar apuntes o buscar información sobre un tema en particular (Hernández, 2021). A partir de lo anterior, nace la necesidad de comprobar cómo se optimiza el uso de los celulares para mejorar el rendimiento académico en los estudiantes de educación media (10° y 11°) de la IEBOH, en la ciudad de Medellín, Colombia. En relación con lo anterior, existen diversas políticas de orden nacional, internacional y local reglamentadas por gobiernos u organizaciones, en las cuales se decide o norma el uso o control académico de los dispositivos móviles. En la búsqueda de cumplir con los objetivos planeados es preciso medir la validez y confiabilidad del instrumento, el cual se examina a través del análisis factorial (AF), exploratorio y

confirmatorio, y se buscan correlaciones entre variables que expliquen el máximo de información. (IBM, 2021)

Del mismo modo que la teoría anterior, en la teoría del aprendizaje por descubrimiento la participación activa de los estudiantes es la base, pues al presentar dificultades y desafíos, el educando desde la transferencia de lo que sabe y las condiciones del problema, busca soluciones. Bruner, siendo su principal exponente, considera el descubrimiento como la esencia para enseñar a aprender, partiendo de la curiosidad como herramienta del mismo, siendo el docente en este proceso un guía, del mismo modo en que lo hace en la teoría del aprendizaje significativo, que establece un puente entre los preconceptos del estudiante y lo que debe aprender; parte de resaltar la importancia de lo preconcebido para que entre en motivación, y estructure una serie de reacciones cognoscitivas que en últimas le permitirán transferir al medio lo que pudo asociar (Rico, 2011). Cabe resaltar que algunos paradigmas permiten visualizar la manera como se concibe el aprendizaje y la forma como esta se entrelaza con las teorías de la enseñanza para fortalecer los procesos de aprehensión del conocimiento, entre ellas, cognitivismo y constructivismo, en donde autores como Bruner, Novak, Chomsky, Neisser y Bandura, expusieron que la clave está en la cognición y el proceso de información; por tanto, el cerebro posee procesos activos para el aprendizaje, lo cual se da a través de diferentes adaptaciones mentales; el estudiante procesa o digiere de manera activa la información que le llega reformando todos los conceptos conocidos, para generar nuevos aprendizajes. Incluso, Piaget plantea que hay una acomodación en el estudiante de lo que ya se sabe con lo nuevo. (Zapata, 2015)

El constructivismo plantea que una persona cuando aprende algo nuevo lo incorpora a sus conocimientos previos y a sus esquemas mentales. Por lo tanto, el aprendizaje no es pasivo, es activo-subjetivo, ya que en cada sujeto el conocimiento sufre transformaciones que dependen de su experiencia (Saldarriaga, Bravo y Loor, 2016). Piaget, Ausubel y Jonassen consideran que el aprendizaje es activo, generando el aprendizaje significativo, el cual es propicio en el aprovechamiento de los dispositivos móviles para explorar, autorregularse, intercambiar conocimiento y acceder a la información desde distintas fuentes, y las experiencias y conocimientos previos del alumno son claves para lograr mejores aprendizajes.

Materiales y métodos

El estudio se clasifica dentro del tipo de investigación psicométrica aplicada, dado que pretende determinar la estructura y propiedades psicométricas del instrumento determinantes en la obtención de la validez y confiabilidad; puede usarse en el área de la salud, sin embargo, hoy día se utiliza como método de investigación en las ciencias sociales; por lo tanto, también permite el análisis y la obtención de baremos para la población en estudio (Kyriazos, 2018). El tipo de diseño es de corte transversal, puesto que pretende medir en un momento determinado el concepto del cuidador frente al instrumento, examinando las variables, efectos y la interacción entre ellas (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Esta investigación cuenta con un diseño metodológico deductivo porque recopila datos para interpretarlos, planteando una hipótesis que debe ser confirmada. Es de tipo cuantitativo no experimental transversal, con un alcance de tipo instrumental encaminado a la creación, diseño y adaptación de pruebas e instrumentos, así como a sus propiedades psicométricas, (Ato, López, & Benavente, 2013), enmarcado en un muestreo no probabilístico (Hernández y Mendoza, 2018).

En la investigación que nos ocupa, las hipótesis que se tuvieron en cuenta fueron las siguientes:

H1: El instrumento mide confiable y válidamente el aprovechamiento académico en función del uso de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes) en los estudiantes de la media (10° y 11°) de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, en Medellín, Colombia.

H0: El instrumento no mide confiable y válidamente el aprovechamiento académico en función de los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes) en los estudiantes de la media (10° y 11°) de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, en Medellín, Colombia.

Instrumento

El cuestionario aplicado es un instrumento autodirigido, compuesto por preguntas sociodemográficas como la edad, género y estrato socioeconómico, las cuales ayudaron en la caracterización de la población; de igual modo, el cuestionario contiene 31 ítems asociados hipotéticamente en tres factores: 1 de la pregunta 1 a la 15 están asociados desde el ámbito teórico con la dimensión 1(U),

la cual está redactada en virtud del uso del dispositivo y la facilidad para acceder a la información académica; la dimensión 2 (CC) se presenta en términos de la construcción de contenidos, al igual que de la adquisición de competencias específicas del área de ciencias naturales, tales como indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento científico, la cual abarca desde la pregunta 16 hasta la 26; por último, las preguntas desde la 27 hasta la 31 comprenden la dimensión 3 (EA), relacionada con la evaluación del aprendizaje.

Para el diseño del instrumento se utilizó la escala de Likert, en donde cada pregunta consta de 5 opciones de respuesta: Nunca (1), Muy pocas veces (2), Algunas veces (3), Casi siempre (4), Siempre (5), lo que brinda la posibilidad al estudiante de tener más tiempo para contestar con objetividad la encuesta, bajo la técnica de entrevista en línea.

Muestra

Participaron 293 estudiantes de la IEBOH, entre los 12 y 18 años de edad, de ambos sexos. Se cuentan como criterios de exclusión el no poseer dispositivo móvil (teléfono inteligente) o el acudiente no autorizó el consentimiento informado del estudiante menor de edad.

Se aplicó un cuestionario auto dirigido, con 31 ítems asociados hipotéticamente en tres factores: de la pregunta 1 a la 15 están relacionados teóricamente con la dimensión 1(U), la cual está redactada en virtud del uso del dispositivo y la facilidad para acceder a la información académica; la dimensión 2 (CC) se presenta en términos de la construcción de contenidos, al igual que de la adquisición de competencias específicas del área de ciencias naturales, desde la pregunta 16 hasta la 26 y, por último, de la pregunta 27 hasta la 31 comprenden la dimensión 3 (EA), la evaluación del aprendizaje.

Para el diseño del instrumento se utilizó la escala de Likert aplicada bajo la técnica de entrevista en línea, en donde cada pregunta consta de 5 opciones de respuesta que van de 1 ("Nunca") a 5 ("Siempre").

De las 31 preguntas, el análisis factorial exploratorio (AFE) permitió que se eliminaran 13 (1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 13, 15, 17, 20, 24 y 25) porque su carga factorial es \leq a 0,40, la cual es la carga mínima planteada para esta investigación, o por el problema de multicolinealidad; quedando 18 preguntas para aplicar el AFC, distribuidas de la siguiente forma: los ítems 10, 8, 6, 14, 7 y 12 para la primera dimensión (U); 18, 22, 19, 30, 16, 21, 26 y 23 para la segunda (CC); y para la tercera (EA) 28, 29, 27 y 31.

Análisis de datos

Para la cuantificación de los datos se usaron los programas estadísticos SPSS, FACTOR y JAMOVI, desde la estadística descriptiva, al tiempo que se realizaron mecanismos multivariantes como el AFE, que permitió llevar a cabo el análisis de validez de constructo con el método de extracción de máxima verosimilitud y rotación quartimax. Aunque el método de estimación de máxima verosimilitud (ML) se utiliza con mayor frecuencia cuando se cumple el supuesto de normalidad de los datos, es robusto hasta cuando los datos no son normales; se ha comprobado que incluso independientemente de pequeñas desviaciones de normalidad el método continuo estable, tal como lo expresan Bentler & Yuan (1999) y Hernández Cabrera, San Luis Costas, & Guàrdia i Olmos (1995).

Se estableció que el valor de la saturación para cada pregunta fuera $\geq 0,40$, Cada dimensión tuviera al menos tres ítems para efectos de este estudio, y la consistencia interna mayor $\alpha \geq 0,70$ para luego aplicar el AFC.

A través del programa SPSS (con el método de máxima verosimilitud y rotación quartimax) y el *software* Jamovi se obtienen el alfa de Cronbach y el omega de McDonald, de modo general y de cada una de las dimensiones arrojadas, valores de los cuales se espera cierta similitud con los expresados en la aplicación del instrumento en la AFC, hasta lograr que cada dimensión arrojada sea armoniosa, es decir, una pregunta no quede en varios factores; se espera que los valores del KMO sean $\geq 0,70$ y la prueba de esfericidad de Bartlett $p < 0,05$ de significancia, lo que expresa que existen correlaciones reveladoras y se puede proceder con el análisis factorial (Dziuban & Shirley, 1974).

Una vez aplicado el AFE se eliminaron los ítems cuyas cargas factoriales estuvieron por debajo de 0,40, los que quedan en discrepancia en dos o más factores si la diferencia entre ellos no es muy marcada, se espera que queden dos o más dimensiones armónicas, con tres o más ítems cada una. (Mollapaza Quispe, 2017)

Luego de aplicar las preguntas arrojadas por la EFE, los datos se analizan mediante el factor y el Jamovi, verificando la coherencia entre los resultados; además, se tienen en cuenta medidas como el coeficiente de Mardia, cuyos resultados se expresan entre el coeficiente de simetría estandarizada y la curtosis; al excederse estos resultados de $p < 0,001$ no se cumplirá el supuesto de la normalidad multivariante; Muthen y Kaplan (1992) sugieren una correlación policórica con las distribuciones multivariadas.

Resultados

En los resultados se destaca que los 125 encuestados en la 2 muestra, son habitantes de la zona urbana de la ciudad de Medellín, 73 mujeres y 52 hombres, de estrato social bajo, entre los 14 y los 18 años de edad, utilizan los dispositivos móviles para apoyar sus actividades académicas.

Análisis factorial exploratorio

Para determinar la validez de los resultados frente al ajuste adecuado del modelo en el AFE y AFC se tuvieron en cuenta el KMO, la prueba de esfericidad de Bartlett con valores superiores a 0,70 y un nivel de significancia de $p \leq 0,001$, $r = 0,870$, $X^2 = 2664,018$, $p < 0,001$, los cuales son valores aceptables. La prueba de esfericidad de Bartlett presenta un nivel de significancia $p \leq 0,05$ que permite aceptar la hipótesis nula (Dziuban y Shirkey, 1974).

En un primer análisis, se identificaron 4 dimensiones, pero finalmente se seleccionaron 3 de ellas. Los ítems que se encontraban presentes en dos o más factores simultáneamente se eliminaron, ya que no mostraron una carga factorial clara. Además, aquellos ítems que presentaron una diferencia significativa de saturación se ubicaron en un factor específico, como es el caso del ítems 29, cuya diferencia de saturación es mayor a 0,30, lo cual le permite cargar más a un factor que a otro, y al hacerlo, concuerda con la parte teórica, teniendo en cuenta lo expresado por Lloret-Segura, Ferreres-Traver, Hernández Baeza, & Tomás Marco (2014), al citar a Henson y Roberts (2006), quienes consideran que al presentarse discrepancia entre las saturaciones en dos dimensiones esta sea de .50/.20 o .60/.20, es decir, cuando la diferencia entre la saturación de ambos factores es de .30 o .40 el ítem puede dejarse en la dimensión más cargada; los otros ítems se eliminan porque hay una distancia no muy amplia entre las saturaciones, en donde una carga primaria debe ser al menos 0,20 mayor que la carga secundaria (Gaskin, 2021). Esos factores son U = uso y facilidad para acceder a la información académica desde los dispositivos móviles, CC = construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales EA = evaluación de aprendizaje REVISAR y el factor 4 desaparece al cargar todos sus reactivos a otro factor; se eliminaron aquellos reactivos que cayeron simultáneamente en dos o más factores, los que no tienen carga factorial y aquellos cuya diferencia marcada de saturación permitió ubicarlos en un factor, como es el caso del ítem 29, cuya

diferencia de saturación es mayor a 0,30, lo cual le permite cargar más a un factor que a otro, y al hacerlo concuerda con la parte teórica, teniendo en cuenta lo expresado por Lloret-Segura, Ferreres-Traver, Hernández Baeza, & Tomás Marco (2014), al citar a Henson y Roberts (2006), y Gaskin (2021). REVISAR.

Una vez seleccionados los reactivos y dimensiones con los parámetros estipulados, se generaron tres dimensiones para 18 preguntas (6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30 y 31) agrupadas en un modelo multifactorial. En primer lugar, la dimensión (*U*) cargada con las variables 10, 8, 6, 14, 7 y 12; en segundo lugar, la dimensión (*CC*) con los ítems 18, 22, 19, 30, 16, 21, 26 y 23, y, por último, para la tercera dimensión (*EA*) los ítems 28, 27, 29 y 31.

La Tabla 1 representa las cargas factoriales rotadas en la AFE para 18 ítems agrupados en un modelo multifactorial, y en el que se explica el % 65,119 de la varianza total de los datos.

Tabla 1

Valores de confiabilidad, varianza, media, desviación estándar total y por factores, además de la carga por factores del instrumento en el AFE

Varianza total explicada	% 65,348		
Desviación estándar total	0,587		
Media	3,730		
Alfa total	0,902		
Omega total	0,907		
	(F1)	(F2)	(F3)
	Uso de los dispositivos móviles	Construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales	Evaluación del aprendizaje
Alfa por factores	0,761	0,881	0,889
Omega por factores	0,766	0,889	0,901
Varianza por factores	30,2%	24,5%	10,4%
Desviación estándar por factores	0,980	0,710	0,908
Media	3,450	0,392	3,944
P	,001	,001	,001
Matriz de factores rotados			
Reactivos	Factores (dimensiones)		
	1	2	3
	Uso de los dispositivos móviles	Construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales	Evaluación del aprendizaje
U10	,952		

U8	,874	
U14	859	
U6	,831	
U7	,821	
U12	,689	
Cc18		,984
Cc22		,937
Cc19		,913
Ea30		,665
Cc16		,558
Cc21		,522
Cc26		,510
Cc23		,426
Ea28		,885
Ea29		,849
Ea27		,712
Ea31		,646

Fuente: Elaboración propia.

Nota: U= uso y facilidad para acceder a la información académica desde los dispositivos móviles, CC= construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales, EA= evaluación de aprendizaje. Método de extracción: máxima verosimilitud. Método de rotación: Quartimax con normalización Kaiser. La rotación ha convergido en 4 interacciones.

Para la dimensión (uso de los dispositivos móviles *U*) se observó una correlación de $\alpha = 0,761$ y $\omega = 0,766$; $p < 0,05$. Para la segunda dimensión (construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales *CC*) se produjo un coeficiente de correlación de $\alpha = 0,881$ y $\omega = 0,899$; $p < 0,05$. Para la tercera dimensión (evaluación del aprendizaje *EA*) se obtuvo un coeficiente de correlación de $\alpha = 0,898$ y $\omega = 0,901$; $p < 0,05$. En ese orden, la fiabilidad para el instrumento es muy buena; en general, estos 3 factores explican el 65,119% de la varianza total de los datos. De otro lado, el instrumento mostró un promedio de 3.73 con una variabilidad de 0,587 baja, la cual indica de manera empírica que los estudiantes mostraron respuestas homogéneas.

Análisis factorial confirmatorio

Para estimar las matrices de varianza y covarianza en el AFC, se utilizó el programa FACTOR de acceso libre (Lorenzo y Ferrando, 2019), con la técnica de extracción bootstrap.

De las dimensiones formadas, la U y la CC corresponden al modelo planteado originalmente, lo que no sucede con la dimensión EA formada por 3

reactivos, y en donde 2 y 6 pertenecían originariamente a U y CC, respectivamente, tal como se muestra en la Tabla 3, lo cual pudo originarse en razón de que el instrumento planteado necesitase de una revisión teórica más profunda o a que algunos factores latentes no hayan sido bien determinados.

Sin embargo, al hacer una revisión conceptual, se encuentra una marcada relación entre esos ítems, por lo cual se puede deducir que sí pertenecen a la dimensión AE (evaluación del aprendizaje), ya que a través de los dispositivos móviles se puede acceder a la información necesaria para el desarrollo de actividades escolares, sustentadas con argumentos válidos, y a su vez, puede generarse la retroalimentación obedeciendo a un intercambio de información, lo cual complementa la evaluación del aprendizaje, tal como explican Fernández (2017) y Vargas (2017).

Al aplicar el AFC en el programa FACTOR, se calcularon el KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett, los cuales arrojaron valores $r = 0,86$; $X^2 = 1334,2$, $df = 153$, $p \leq 0,001$ (Dziuban y Shirkey, 1974). Se consideró que la carga factorial de cada reactivo fuera $\geq 0,40$. La adecuación de la muestra para el AFC se determinó a través de la prueba de KMO de la matriz de correlación policórica, la cual mostró índices correctos de $r = 0,840$, IC del 95% = $[0,860; 0,874]$; $X^2 = 1334,2$; $gl = 153$ $p < 0,001$. Por lo anterior, el análisis de los índices de ajuste, las medidas y resultados obtenidos se acomodan a los parámetros establecidos considerando a Pardo y Ruiz (2002).

Para no rechazar la hipótesis nula se utilizaron las ecuaciones estructurales que buscan que el modelo se ajuste a los datos apropiadamente; en tal caso, la admisión de la misma conlleva a aceptar que el piloto que se planteó preliminarmente es aprobado, ya que de no ser así la formulación del modelo sería incorrecta (Zamora, Monroy y Chávez, 2010).

En aras de saber si la proporcionalidad entre las variables es aceptable, para este análisis (la segunda muestra $n=125$), las pruebas de normalidad multivariadas de las variables, se analizaron mediante un análisis descriptivo multivariado y con la prueba de análisis de Mardia (1970) en el *software* FACTOR; el resultado dio un indicativo de normalidad multivariada, con un coeficiente de asimetría estandarizada de 93.088, $gl = 1140$, $p < 0,001$ y un coeficiente de curtosis excesiva 411.209, $p < 0,001$, con una distribución asimétrica en donde los datos no satisfacen el supuesto de la normalidad multivariante, por lo cual se deben considerar los resultados con los indicadores de Mínimos Cuadrados no Ponderados Robustos (RULS), de manera que se pueda determinar la bondad de ajuste del modelo; debido a la falta o ausencia de normalidad y al carácter ordinal

de los datos, Muthen y Kaplan (1992) sugieren una correlación policórica cuando las distribuciones multivariadas de las preguntas ordinales.

La bondad de ajuste del modelo se evaluó mediante la técnica del bootstrap, a través del chi cuadrado robusto, ajustado por la media y la varianza, el RMSEA, el CFI, el GFI, el AGFI, el TLI no anormal y el SRMR, del cual se han recomendado valores inferiores a 0,1 para representar un buen ajuste (Yu y Muthén, 2002). Estos valores en general evalúan lo bien que un conjunto de preguntas representa una dimensión común, como se expresó anteriormente. (Lorenzo y Ferrando, 2017)

En cuanto al análisis de la consistencia interna del instrumento, para medir su confiabilidad, se obtuvo a través del programa JAMOMVI, el cual de modo general arrojó $un \alpha = 0,887$; $\omega = 0,893$; $p \leq 0,001$, generando para la primera dimensión U, una correlación de $\alpha = 0,761$; $\omega = 0,766$; $p \leq 0,001$, para CC, $\alpha = 0,862$; $\omega = 0,873$; $p \leq 0,001$ y para la tercera EA $\alpha = 0,702$; $\omega = 0,708$; $p \leq 0,001$, usando el programa proyecto Jamovi (2021).

Los resultados para la función de ajuste mínimo del chi cuadrado $X^2 = 48,332$, $p = 0,9990$, al ser $p > 0,05$ el modelo ajusta bien, es decir, que los datos son similares a los ajustados por el modelo planteado inicialmente; media robusta y chi cuadrado X^2 ajustado a la varianza = $92,587$, $p = 0,736908$; $RMSEA = 0,000$ con un IC del 95% se espera que, se encuentre entre $[0,00; 0,03]$; $gl = 102$, $p < 0,05$ o $p < 0,08$; $GFI = 0,990$, $p > 0,90$; $TLI = 1,00$, $p > 0,95$; $CFI = 1,00$, $p > 0,95$; $AGFI = 0,980$; $IC [0,979; 0,991]$, $p > 0,95$; $RMSR = 0,0503$, $p < 0,1$, según los puntos de corte para varios índices de ajuste de Schreiber, Stage, King, Nora y Barlow (2016), y Bentler y Bonett (1980).

Los resultados mostraron que cada uno de los índices de bondad de ajuste sugiere que el modelo multifactorial obtenido concuerda de forma correcta con los datos observados.

Las apreciaciones estandarizadas de los parámetros de la solución del AFC se presentan en el modelo de ecuaciones estructurales (SEM) que se muestra en la figura 6; en todas las cargas factoriales λ están relacionadas con los tres factores (rango 0,442-0,911), las covarianzas al ser estandarizadas posibilitan el cálculo de las asociaciones entre 2 variables; en ellas las flechas curvadas indican correlaciones, las cuales son valores entre -1 y 1, que permiten interpretar el sentido y la direccionalidad en que cambian las variables, mientras que las flechas direccionadas en un sentido indican dependencia; el signo obtenido en la correlación indica que si $p > 0$ la correlación es positiva y ambas variables aumentan o disminuyen.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, las variables observables quedaron organizadas en tres dimensiones; el uso y utilidad académica del dispositivo móvil (*U*) cargada con las variables (1, 3, 4 y 5). En segundo lugar, la dimensión construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales (*CC*) cargada con los ítems (7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17 y 18). Por último, para la tercera dimensión, evaluación del aprendizaje (*EA*) se expresaron las variables (2, 6 y 16). Los 18 ítems generados en el AFE fueron llevados al programa estadístico FACTOR y cada una de las preguntas que tenía una carga factorial por debajo de la carga mínima de 0,40 fue eliminada generando un modelo multifactorial formado por tres dimensiones con un total de 18 ítems. En los resultados de la AFC, tanto la prueba de KMO como la prueba de esfericidad de Bartlett presentaron valores pertinentes, para la muestra factorial $r = 0,86$; $X^2 = 1334,2$, $df = 153$, $p \leq 0,001$ (Dziuban y Shirkey, 1974; Lloret-Segura, Ferreres-Traver, Hernández-Baeza, & Tomás-Marco, 2014).

En primer lugar, aquella dimensión relacionada con el uso y la utilidad académica del dispositivo móvil (*U*) cargada con las variables (6, 8, 10 y 12); en segundo lugar, la dimensión construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales (*CC*) cargado con los ítems (16, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 30 y 31). Por último, para la tercera dimensión, evaluación del aprendizaje (*EA*), para la cual se expresaron las variables (7, 14 y 29). En general, estos 3 factores que explican el 64,89% de la varianza total de los datos, con un promedio de 3.74 y una desviación moderada de 0,70, la cual indica que los estudiantes optaron por respuestas similares al responder las preguntas.

La correlación sobre las líneas con doble flecha al ser $< 0,70$ indica que hay validez discriminante, y no hay problemas de colinealidad, es decir, los ítems de un factor no están relacionados con otros y que la carga factorial de cada ítem en su variable latente cobra importancia al ser una señal de cuanto aporta a la construcción del constructo.

Tabla 2

Confiabilidad, varianza, media, desviación estándar total y por factores del instrumento en el AFC

Alfa total	0,882		
Omega total	0,898		
Desviación estándar total	0,70		
Media	3,686		
Varianza total	64,89%		
	F1	F2	F3
Alfa por factores	0,761	0,864	0,702

Omega	0,766	0,874	0,708
Desviación estándar por factores	0,800	0,630	0,670
Varianza por factores	48,59%	8,30%	7,99%
Media	3,410	3,590	4,060
<i>p</i>	<0,001	<0,001	<0,001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Matriz de factores rotados

Factores (Dimensiones)			
Reactivos	F1 (U)	F2 (CC)	F3 (EA)
U6	0.490	0.212	0.001
EA7	-0.047	0.011	0.832
U8	0.634	0.068	0.088
U10	0.840	0.019	0.099
U12	0.780	0.125	0.060
EA14	0.081	0.164	0.656
CC16	-0.095	0.818	0.082
CC18	-0.217	0.676	0.315
CC19	0.061	0.659	0.140
CC21	-0.041	0.599	0.332
CC22	-0.029	0.882	-0.247
CC23	0.147	0.781	-0.128
CC26	-0.071	0.607	0.170
CC27	0.244	0.517	-0.203
CC28	-0.019	0.462	0.111
EA29	0.169	0.060	0.514
CC30	0.036	0.761	0.003
CC31	-0.007	0.801	-0.178

Fuente: Elaboración propia. *Nota:* En la tabla anterior se observa dimensión 1 (en términos del uso y facilidad para acceder a la información académica desde los dispositivos móviles), dimensión 2 (en términos de la construcción de contenidos y adquisición de competencias del área de ciencias naturales), dimensión 3 (en términos de la evaluación de aprendizaje).

Para estimar las matrices de varianza y covarianza en el AFC, se utilizó el programa ACTOR de acceso libre (Lorenzo y Ferrando, 2019).

Validez convergente

La adquisición de competencias en ciencias naturales que corresponde a las correlaciones para establecer la asociación entre la escala de valoración institucional para el aprovechamiento escolar en función del uso de los dispositivos móviles, para lo cual se utilizó el programa IBM-SPSS dio como resultado un coeficiente de correlación de Spearman $r_s = 0,772$, $p < 0,001$, valores significativos según los parámetros, ya que al reportar valores $\geq 0,60$ puede ser

aceptada, es decir, los diferentes ítems corresponden al mismo factor (Hernández y Mendoza, 2018). Los estudiantes expresan una relación causal positiva en una asociación directa alta entre variables aprovechamiento escolar y de los dispositivos móviles. Hay un nivel de confianza del 99%, pues mientras más cercana a uno (1) o a menos uno (-1) esté el resultado, independientemente de si la correlación es negativa a o positiva, estará más cerca de ser perfecta.

En relación a cada una de los ítems del instrumento, los estudiantes consideraron que el uso de los dispositivos móviles dentro o fuera del aula, es un elemento influenciador en el aprendizaje y constituye uno de los factores que más inciden en mejorar directamente hoy día en el rendimiento académico de un estudiante por las ventajas que ofrece y que ya han sido mencionadas en apartados anteriores.

La información anterior sugiere que al organizar y ejecutar las clases usando los dispositivos móviles en las actividades académicas tendrán mejores resultados en su rendimiento académico, lo cual muestra concordancia con lo expresado por Shuler, Winters y West (2013), Alonso, Rojo y Zúñiga (2021) y Carneiro, Toscano y Díaz (2021).

Un 75% los estudiantes expresaron satisfacción frente al acceso a una gran variedad de contenidos académicos en el dispositivo móvil. Un 60% plantean cuando se les pregunta por elaboración de contenidos alrededor de un contexto (texto, imagen, palabras, video, casos o situaciones problema), apoyados en el uso académico de los dispositivos móviles, que encuentran fundamentos teóricos en los cuales se pueden basar para organizar sus ideas y expresar puntos de vista, analizar de forma crítica y comprender conceptos, símbolos, tablas, gráficas, esquemas y mapas con diferentes niveles de complejidad. Y un 62 % expresó de manera satisfactoria que han mejorado las notas.

Discusión

Existen diversos estudios acerca de las injerencias de los dispositivos móviles en la educación; por ejemplo, en la investigación “La influencia del uso del celular en los estudiantes de la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Universidad Nacional del Altiplano”; en este sentido, Sánchez (2018) describe el aprendizaje activo dentro del aula, reconociendo el uso del celular en la intervención activa del estudiante; la metodología utilizada en la investigación de alcance correlacional, con una población de estudio de 348 estudiantes, utilizando

como instrumento un cuestionario de 22 preguntas, y el análisis de datos se realiza a través del método hipotético deductivo, cuyos resultados expresaron que los estudiantes hacen uso del celular de forma eficaz; sin embargo, en el estudio no menciona cómo se analizaron los datos, lo que genera dudas al respecto; pero se manifiesta que estos cuentan con validez y confiabilidad expuestas en otro trabajo de investigación.

Otro estudio realizado por Cabanillas (2018) describió la relación entre el celular inteligente y el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Derecho, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en Trujillo, Perú. El estudio es descriptivo correlacional con un diseño no experimental transversal; se aplicó una encuesta de 18 preguntas, en la que se compara el uso de los dispositivos móviles con las valoraciones o notas obtenidas por 23 estudiantes, seleccionada mediante el método probabilístico y la técnica de muestro por conglomerados. En lo concerniente al procesamiento de datos se realizó con la estadística descriptiva mediante el *software* SPSS y EXCEL; La confiabilidad del estudio se evaluó utilizando un coeficiente $\alpha = 0,718$, el cual mostró un valor aceptable. Además, se realizaron análisis de correlación para determinar posibles relaciones significativas entre las variables estudiadas. Los resultados indicaron que existe una correlación significativa, con un valor de $r < 0,05$. Es importante destacar que el 69.10% de los participantes que utilizaban el celular en clase obtuvieron un rendimiento académico considerado como bueno. Estos hallazgos respaldan la existencia de una relación significativa entre el uso del celular en clase y el rendimiento académico.

Por su parte, Hossain (2019) realizó un estudio titulado "Impact of Mobile Phone Usage on Academic Performance" (Impacto del uso del teléfono móvil en el rendimiento académico); fue efectuado a una muestra de 274 estudiantes, mediante un muestreo no probabilístico, cuyos resultados expresaron que los estudiantes dedican mucho tiempo al uso del celular, lo cual podría tener un efecto negativo en el rendimiento académico si no se utiliza con fines educativos y el docente no actúa como mediador.

Conclusiones

El propósito de esta investigación estuvo orientado a determinar la confiabilidad y validez de un instrumento que mide el aprovechamiento académico en función de los dispositivos móviles, para la adquisición de competencias específicas en el área de ciencias naturales, en estudiantes de la

media, en la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, en Medellín (IE Barrio Olaya Herrera, 2018). Para ello se realizó un análisis de las propiedades psicométricas que se proponen a partir de los datos arrojados y para las cuales se sometió el instrumento a la aplicación de factores comunes, así como componentes principales del AFE y el AFC (Ventura, 2017).

Existen diversos estudios acerca de las injerencias de los dispositivos móviles en la educación; por ejemplo, en la investigación “La influencia del uso del celular en los estudiantes de la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Universidad Nacional del Altiplano”; en este sentido, Sánchez (2018) describe el aprendizaje activo dentro del aula, reconociendo el uso del celular en la intervención activa del estudiante; la metodología utilizada en la investigación es de alcance correlacional, con una población de estudio de 348 estudiantes, utilizando como instrumento un cuestionario de 22 preguntas, y el análisis de datos se realiza a través del método hipotético deductivo, cuyos resultados expresaron que los estudiantes hacen uso del celular de forma eficaz; sin embargo, en el estudio no menciona cómo se analizaron, aunque manifiesta que estos cuentan con validez y confiabilidad expuestas en otro trabajo de investigación.

Otro estudio realizado por Cabanillas (2018) describió la relación entre el celular inteligente y el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Derecho, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en Trujillo, Perú; de tipo descriptivo correlacional con un diseño no experimental transversal; aplicó una encuesta de 18 preguntas, comparando el uso de los dispositivos móviles con las valoraciones o notas obtenidas por 23 estudiantes, seleccionada mediante el método probabilístico y la técnica de muestro por conglomerados. En lo concerniente al procesamiento de datos, se realizó con la estadística descriptiva mediante el software SPSS y EXCEL; la confiabilidad fue determinada mediante el $\alpha=0,718$, que arrojó un valor aceptable y para tratar de establecer las correlaciones significativas, la cual tuvo un resultado adecuado $r < 0,05$ cuyos resultados mostraron una relación significativa entre ambas variables, en tanto en 69,10% utiliza el celular en clase y tiene un rendimiento académico bueno.

Por su parte, Hossain (2019) ejecutó el estudio titulado “Impact of Mobile Phone Usage on Academic Performance” (Impacto del uso del teléfono móvil en el rendimiento académico); fue realizado a una muestra de 274 estudiantes, mediante un muestreo no probabilístico, cuyos resultados expresaron que los estudiantes dedican mucho tiempo al uso del celular, lo cual podría tener un efecto negativo en el rendimiento académico si no se utiliza con fines educativos y el docente no actúa como mediador. En el estudio anterior se pudo que el 62% de la población consideró que hay avances en el aprendizaje al usar los

dispositivos móviles con fines académicos, siendo las mujeres quienes expresaron su satisfacción en mayores niveles.

En cuanto al análisis factorial exploratorio (AFE), se obtuvieron valores adecuados de confiabilidad que permiten la realización del análisis factorial confirmatorio; el KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett arrojaron respectivamente $r = 0,870$; $X^2 = 2664,018, p < 0,001$, $\alpha = 0,902$ y $\omega = 0,907$; los ítems se organizaron en tres factores (U, CC, EA) con saturaciones significativas que cumplen con el supuesto.

En el análisis factorial confirmatorio se expresaron valores significativos $r = 0,86$; $X^2 = 1334.2, df = 153, p \leq 0,001$, hubo una fiabilidad general de $\alpha = 0,887$ y $\omega = 0,893$.

Las variables quedaron agrupadas en tres factores, el primero (*U*) cargado con las variables (1, 3, 4 y 5) con ($\alpha = 0,761, \omega = 0,810$), el segundo (*CC*) cargado con los ítems (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17 y 18) con $\alpha = 0,862, \omega = 0,873$; por último, el tercero (*EA*) con las variables (2, 6 y 16) con un $\alpha = 0,702, \omega = 0,708$, a los cuales se suman las medidas de bondad de ajuste robusto de forma satisfactoria como X^2 ; media robusta y chi cuadrado X^2 ajustado a la varianza, $RMSEA = 0,000$; $CFI = 1,00$, entre otros, como el GFI, TLI, CFI, AGFI, RMSR, valores que cumplen con los requisitos para que el instrumento tenga un buen nivel de confianza, ya que las relaciones entre los constructos y la hipótesis tienen significancia y, en consecuencia, el uso de técnicas de estadísticas robustas evidenció que el modelo es razonable y se ajusta a los datos. Con un rango entre 0,442-0,911 del test, que expresan y justifican las medidas en que cada pregunta contribuye a la formación de las variables latentes (Sagaró y Zamora, 2020).

Además, las correlaciones entre factores (U, CC, EA) son $< 0,70$, por lo que se puede afirmar que hay validez discriminante, lo cual implica que elementos o ítems de un factor no están correlacionados con los ítems de otro; por consiguiente, las variables en estudio no están relacionadas, lo que permite rechazar la hipótesis nula.

En relación a las respuestas de las preguntas, también se evidenció que ha adquirido significancia el hecho de utilizar los dispositivos móviles en el ámbito académico, sobre todo en los estudiantes de bachillerato, instrumento focalizado desde el área de ciencias naturales que puede irradiarse hacia el fortalecimiento de otras áreas del conocimiento (Igirio, 2017).

Un estudiante que se autoevalúa adquiere competencias, lo que lo lleva a utilizar recursos para mejorar sus falencias; apoyándose en el dispositivo móvil se realiza un intercambio de información entre docentes y estudiantes, se nutre de

las retroalimentaciones entre compañeros; accediendo a contenidos que dan mayor solidez a sus argumentos, al tiempo que se hace más eficiente el cumplimiento de las actividades académicas, en diversos aspectos desde los cuales se configura el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de las principales limitaciones en estudios con instrumentos de autoinforme, Grau, Vilcinskas y Joop (2017) mencionan la no imparcialidad de los intervinientes al responder los instrumentos suministrados, sumado al hecho de que el tamaño de la muestra no sea suficiente para generar resultados acordes, así como el hecho de no generar medidas confiables y efectivas que apunten a la naturaleza de la realidad de lo que se desea investigar (Normal, Hadai y Dale, 1969). No obstante, para llevar a cabo esta investigación los criterios de selección de muestra fueron definidos con rigurosidad.

El uso de los dispositivos móviles en clase, tal como lo señala Zamora (2019), implica enfocarse en confirmar, reestructurar o revalidar las metodologías y técnicas de enseñanza para direccionar al aprendiz hacia el progreso de lo que se aprende, teniendo en cuenta el ritmo y estilo, dinamizando e innovando en los procesos, que pueden albergar desde un laboratorio, un simulador, app (aplicación informática para dispositivos móviles y tabletas) mapas interactivos, propiedades y características del universo, juego de preguntas e incluso el uso de fotografías e imágenes que ilustren diversos ambientes.

Lo descrito antes impacta positivamente y contribuye a construir competencias generales, forjando avances significativos en su capacidad construir argumentos, interpretar y proponer situaciones, sumado a la adquisición de las competencias específicas del área de ciencias naturales. En general, la utilidad de los dispositivos móviles, la construcción de contenidos, la adquisición de competencias y la evaluación del aprendizaje se convierten en vertientes significativas que demandan de la utilidad del teléfono inteligente como herramienta de apoyo académico.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés financiero, profesional o personal que pueda afectar de manera inapropiada los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Referencias

- Alonso, A., Rojo, J. y Zúñiga, J. (2021). Uso de dispositivos móviles en las aulas de la universidad y rendimiento académico: revisión de la literatura y nueva evidencia en España. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 20, 7-48.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8162231>
- Arregui, I., Chaparro, A., Cordero, G., Rodríguez, J. C., & Caso, J. (2017). *El índice de validez de contenido (IVC) de Lawshe, para la obtención de evidencias de validez de contenido en la construcción de un instrumento*. Rodríguez, JC y Caso, J.(coords.), Prácticas de investigación aplicada a contextos educativos. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara. 70-80, Recuperado de
http://mide.ens.uabc.mx/files/capitulos/chaparro_arregui_practicas_investigacion.pdf
- Ato, M., López J. J., 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.29.3.178511>
- Bentler, P. M., Yuan, K-H. (1999). Structural equation modeling with small samples: Test statistics. *Multivariate Behavioral Research*, 34(2), 181-183.
<https://doi.org/10.1207/S15327906Mb340203>
- Cabanillas, A. (2018). *Uso del celular y rendimiento académico en estudiantes de la Escuela Profesional de Derecho en la Universidad Pedro Luis Gallo* (Tesis de posgrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26972>
- Calzadilla, M. (2021). Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación. *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*, 37, 1993-1999.
<https://doi.org/10.35362/rie2912868>
- Camacho, D., Cardona, M., González, D., Rincón, I., Zarta, M. y Riveros, F. (2018). Análisis factorial exploratorio y confirmatorio, como método de validación de una Escala de Actitudes hacia la Paternidad. En *VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (ELMeCS) Innovación y creatividad en la investigación social: Navegando la compleja realidad latinoamericana*.

- Chiner, E. (2011). *Materiales docentes de la asignatura Métodos, Diseños y Técnicas de Investigación Psicológica. Tema 5 Fiabilidad*. Universidad de Alicante. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/19380>
- Dávila, G. (2018). *Grado de dependencia hacia el teléfono móvil en adolescentes del Colegio Intellego, Santiago Sacatepéquez* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Ciudad de Guatemala. <http://bibliod.url.edu.gt/F/17763UX69DRTV69BFI9NU4VCC8CJYHU32MN5JGIS6Y4T9LDC37-09877?func=full-set-set&set number=186219&set entry=000001&format=999>
- Dziuban, C. y Shirkey, E. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81(6), 358-361. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0036316>
- EcuRed. (2017). *Aprendizaje móvil*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Aprendizaje_m%C3%B3vil
- Fernández, S. (2017). Evaluación y aprendizaje. *MarcoELE. Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*, 24, 1-43. <https://marcoele.com/evaluacion-y-aprendizaje/>
- Gaskin, J.; StatWiki de Gaskination. (2021). http://statwiki.gaskination.com/index.php?title=EFA#Factor_Structure
- Grau, T., Vilcinskas, A. y Joop, G. (2017). Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. *Zeitschrift fur Naturforschung*, 72(9), 1-13. <https://doi.org/10.1515/znc-2017-0033>
- Hernández Cabrera, J., San Luis Costas, C., & Guàrdia i Olmos, J. (1995). Acerca de la robustez de los estimadores multinormales y elípticos bajo ciertas condiciones de asimetría, tamaño muestral y complejidad de los modelos de estructuras de covarianza. *Anales de Psicología*, 11(2), 203-217. 11(2), 203-217. <https://revistas.um.es/analesps/article/view/30121>
- Hernández, N. (2021). *Razones y trabas para el uso de los dispositivos móviles en las aulas universitarias*. Educación 3.0, <https://www.educacionrespuntocero.com/noticias/uso-dispositivos-moviles-aulas-universitarias/>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

- Herrera Ballen, E., & Morales Villalba, M. (2019). *Construcción del instrumento de evaluación del riesgo de recaída en el consumo de sustancias psicoactivas (RR-SPA) y pilotaje en una muestra de adolescentes*. (Trabajo de pregrado) Universidad de Cundinamarca.
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1668>
- Hossain, M. (2019). Impact of mobile phone usage on academic performance. *World Scientific News*, 118, 164-180,
https://www.researchgate.net/publication/330410485_Impact_of_Mobile_Phone_Usage_on_Academic_Performance
- IBM. (2021). *Análisis factorial: rotación*.
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_sub/statistics_mainhelp_ddita/spss/base/idh_fact_rot.html
- IE Barrio Olaya Herrera. (2018). *Proyecto Educativo Institucional/PEI*. Medellín. Recuperado de <https://www.iebarrioolayaherrera.edu.co/>
- Igirio, L. (2017). *Influencia del uso de los dispositivos móviles en el aprendizaje colaborativo de estudiantes de educación media fortalecida* (Tesis de posgrado). Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia.
<http://repository.usergioarboleda.edu.co/handle/11232/1301>
- Kyriazos, T. A. (2018). Applied psychometrics: Writing-up a factor analysis construct validation study with examples. *Psychology*, 9(11), 2503-2530.
<https://doi.org/10.4236/psych.2018.911144>
- 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.
<https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>
- Lorenzo, U. y J. Ferrando, P. (2019). Unrestricted factor analysis of multidimensional test items based on an objectively refined target matrix. *Behavior Research Methods*, 52, 116-130. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01209-1>
- Mardia, K. (1970). Measures of multivariate skewnees and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57, 519-530.
<https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Erlbaum.

- Muthen, B. y Kaplan, D. (1992). A comparison of some methodologies for the factor analysis of non-normal Likert variables: A note on the size of the model. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 45, 19-30. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1992.tb00975.x>
- Normal, H., Hadai, H. y Dale H. (1969). *IBM: SPSS, Todo lo que necesitas saber sobre SPSS antes de utilizarlo*. <https://www.uscmarketingdigital.com/todo-sobre-spss/>
- Pardo, A., y Ruiz, M. (2002). *SPSS 11 Guía para el análisis de datos*. McGraw-Hill.
- Rico Gallegos, Pablo. (2005). *Elementos teóricos y metodológicos para la investigación educativa*. (Z. Universidad Pedagógica Nacional, Ed.) 81-90. <https://www.monografias.com/trabajos35/teorias-ensenanza/teorias-ensenanza>
- Sagaró, N. y Zamora, L. (2020). Técnicas estadísticas multivariadas para el estudio de la causalidad en Medicina. *Revista Ciencias Médicas*, 24(2), 1-14. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942020000200287
- Saldarriaga, P., Bravo, G. y Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(3), 127-137. <https://doi.org/10.23857/dc.v2i3%20Especial.298>
- Satorra, A., & Bentler, P. (1988). Scaling Corrections for Statistics in Covariance Structure Analysis. *UCLA: Department of Statistics, UCLA*. <https://escholarship.org/uc/item/3141h70c>
- Sánchez, F. (2018). *Influencia del uso del celular en el aprendizaje activo dentro del aula en estudiantes de la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3219615>
- Schreiber, J., Stage, F., King, J., Nora, A. y Barlow, E. (2016). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. *The Journal of Educational Research*, 99(6), 323-338. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
- Shuler, C., Winters, N., West, M. (2013). *El futuro del aprendizaje móvil, implicaciones para la planificación y la formulación de políticas*. UNESCO. <http://www.aprendevirtual.org/centro-documentacion-pdf/Aprendizaje%20movil%20UNESCO.pdf>

- El Proyecto Jamovi. (2021). *Jamovi*. (Version 1.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>
- Vargas, J., Guzmán, R., Lerma, A., Bosques, L. y Romero, A. (2020). Nivel de consumo de alcohol y rendimiento académico en estudiantes universitarios del estado de Hidalgo, México. *Educación y Salud. Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud*, 9(17), 31-36. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6433>
- Ventura, J. (2017). Importancia de reportar la validez y confiabilidad en los instrumentos de medición. *Revista Médica de Chile*, 145, 818-820. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872017000700955#:~:text=El%20reportar%20la%20fuente%20de,recognocer%20las%20limitaciones%20del%20mismo
- Wilson, J. (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. Paidós.
- Yu, C., y Muthén, B. (2002). *Evaluation of model fit indices for latent variable models with categorical and continuous outcomes* (Doctoral dissertation). University of California, Los Angeles, California. <https://www.proquest.com/openview/b0b7f1f7bc043e85742f70df424743ab/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Zamora, R. (2019). El m-learning, las ventajas de la utilización de dispositivos móviles en el proceso autónomo de aprendizaje. *REHUSO: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(3), 29-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047179>
- Zamora, S., Monroy, L. y Chávez, C. (2010). *Análisis factorial: una técnica para evaluar la dimensionalidad de las pruebas*. Ceneval.
- Zapata, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos. *Evsal Revistas*, 16(1), 69-102. <http://dx.doi.org/10.14201/eks201516169102>

Apéndice 1.

Instrumento para medir el aprovechamiento académico de los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes)

Institución Educativa Barrio Olaya Herrera

Medellín _ Colombia

Instrumento para medir el aprovechamiento académico de los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes)

Este instrumento surge como resultado de una investigación, cuyo propósito es medir el aprovechamiento académico de los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes o celulares) en la adquisición de competencias específicas el área de ciencias naturales en estudiantes de la media (10º y 11º). Las respuestas a cada ítem serán tenidas en cuenta de forma reservada y usadas para efectos académicos.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las 18 preguntas que encontrará a continuación, escoja una respuesta para cada una, teniendo en cuenta que no hay preguntas capciosas, correctas o incorrectas. Por favor, respóndalas todas.

Edad: _____, Género _____, Estrato socio económico, _____

Zona de residencia, _____, Correo electrónico, _____

NOTA: Tenga en cuenta que las letras corresponden a las dimensiones *U* (Uso académico de los dispositivos móviles) de la pregunta 1-4, *CC* (Construcción de contenidos y adquisición de competencias del área) de la pregunta 5-15, *EA* (Evaluación del aprendizaje) de la pregunta 16-18. En cuanto a las opciones de respuesta, escriba 1 para la opción Nunca, 2 para Muy pocas veces, 3 para Algunas veces, 4 para Casi siempre y 5 para Siempre.

Ítems	Descripción del ítem	Opciones de respuesta				
		Nunca 1	Muy pocas veces 2	Algunas veces 3	Casi siempre 4	Siempre 5
1. (U6)	¿En la institución en la que usted estudia, se aprovechan los dispositivos móviles (teléfono inteligente) para mejorar sus competencias académicas?					

2. (U8)	¿Se han elaborado acuerdos entre los docentes y estudiantes para el uso de los dispositivos móviles (teléfono inteligente) en clase?
3. (U10)	¿Usted ha recibido algún tipo de instrucción, por parte de los docentes frente al tipo de información válida, a la que se debe acceder desde el dispositivo móvil (teléfono inteligente)?
4. (U12)	¿Recibió usted la orientación de docentes para consultar sus tareas desde el dispositivo móvil?
5. (CC16)	¿Considera usted que el uso de los dispositivos móviles en clase (teléfono inteligente) es una herramienta que contribuye significativamente con la adquisición de competencias generales como argumentación, interpretación y proposición?
6. (CC18)	¿El uso del dispositivo móvil le ha permitido mejorar su capacidad de comunicarse, permitiendo analizar de forma crítica una afirmación, fortaleciendo su actitud para construir conocimientos y plantear puntos de vista?
7. (CC19)	¿Uso comprensivamente el conocimiento científico para indagar y explicar fenómenos?
8. (CC21)	¿Considera usted que el uso del dispositivo móvil (teléfono inteligente) le ha permitido mejorar su capacidad para comunicarse, fortaleciendo sus habilidades al interactuar con otros miembros en una comunidad de aprendizaje?
9. (CC22)	¿Con qué frecuencia utiliza el dispositivo móvil (teléfono inteligente) durante las actividades experimentales en ciencias naturales para la construcción de conceptos que

	conlleven a la explicación de fenómenos?
10. (CC23)	¿El uso de los dispositivos móviles le ha permitido mejorar su capacidad para la comprensión de gráficas, símbolos, tablas, esquemas, mapas (modelos de representación) o situaciones que permitan explicar fenómenos que se observan en la cotidianidad?
11. (CC26)	¿El uso de los dispositivos móviles (teléfono inteligente) fortalece la adquisición de competencias para construir explicaciones, nuevos significados, proponer acciones y asumirlas responsablemente previendo sus consecuencias posibles?
12. (CC27)	¿Conoce alguna App (aplicación de ciencias naturales) que le permita complementar las tareas o actividades académicas de ciencias naturales y la ha descargado desde su dispositivo móvil (teléfono inteligente)?
13. (CC28)	¿A partir de la implementación de los dispositivos móviles (teléfono inteligente) en las tareas o actividades escolares, usted puede reflexionar y tomar conciencia de forma crítica, acerca de sus propios aprendizajes?
14. (CC30)	¿Apoyarse en el uso de los dispositivos móviles le ha permitido mejorar su capacidad para comprender y explicar conceptos o un mismo hecho utilizando conceptos con diferentes grados de complejidad?
15. (CC31)	¿A partir de la implementación de los dispositivos móviles (teléfono inteligente) en las tareas, se han producido evidencias que den muestra de

	<p>sus avances en el aprendizaje, es decir, han mejorado sus notas o los resultados de sus actividades escolares?</p>
<p>16. (EA7)</p>	<p>¿Considera usted que el uso de los dispositivos móviles (teléfono inteligente) le ha permitido acceder a la información necesaria para el desarrollo de tareas o actividades escolares?</p>
<p>17. (EA14)</p>	<p>¿El uso del dispositivo móvil (teléfono inteligente) le permite cumplir con sus actividades académicas con mayor eficiencia, permitiéndole acceder a información útil para sustentar con argumentos válidos en las actividades académicas?</p>
<p>18. (EA29)</p>	<p>¿Ha sido el dispositivo móvil (teléfono inteligente) una herramienta a través de la cual, usted ha recibido orientaciones o retroalimentaciones sobre sus tareas?</p>

Fuente: Elaboración propia.