



ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO DE LAS EXPECTATIVAS DE EFICACIA Y LOS VALORES DE LAS TAREAS EN MATEMÁTICA, UN ANÁLISIS REALIZADO EN PERSONAS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS OF EFFECTIVENESS EXPECTATIONS AND TASK VALUES IN MATHEMATICS, AN ANALYSIS CONDUCTED IN ENGINEERING AND SCIENCE STUDENTS

Víctor Adolfo Rojas Cruz¹

 ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0008-6538-1656>

RESUMEN

Esta investigación exploró las expectativas de eficacia y el valor de las tareas en estudiantes universitarios de ingeniería y ciencias, con un enfoque en su motivación hacia la matemática. El objetivo fue evaluar dimensiones clave como las expectativas de eficacia, el valor de logro, intrínseco, de utilidad y el costo de las tareas, utilizando una escala adaptada de Safavian (2019). El estudio adoptó una metodología cuantitativa correlacional con un diseño ex post facto, pues las variables analizadas ya estaban presentes y no fueron manipuladas experimentalmente. Para validar la escala, se realizaron entrevistas cognitivas con 10 estudiantes de cálculo en la Universidad de Costa Rica, para lo cual se aseguró la comprensión de los ítems por parte de los participantes. Posteriormente, un análisis factorial exploratorio (AFE) con rotación Promax reveló la existencia de cuatro factores principales: expectativas de eficacia, valor intrínseco, utilidad y costo. Entre los hallazgos más importantes, se identificó una relación estrecha entre el valor de logro y el valor de utilidad, sugiriendo que una mayor percepción de utilidad influye positivamente en el rendimiento académico. El análisis también resultó en la eliminación de algunas preguntas para mejorar la precisión de la escala. En conclusión, los factores de valor intrínseco, utilidad y costo emergieron como componentes clave para medir la motivación en estudiantes de matemáticas, lo que destaca la importancia de estos aspectos en el éxito académico.

Palabras clave: valores de las tareas, motivación al logro, análisis factorial, rendimiento académico.

ABSTRACT

This research explored efficacy expectations and task value in engineering and science undergraduate students, with a focus on their motivation towards mathematics. The objective was to assess key dimensions such as efficacy expectations, achievement value, intrinsic value, utility value, and task cost, using a scale adapted from Safavian

¹ Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, San José, Costa Rica, C. P. 11501. Correo electrónico: VICTOR.ROJASCRUZ@ucr.ac.cr



(2019). The study adopted a correlational quantitative methodology with an ex post facto design, since the variables analyzed were already present and were not experimentally manipulated. To validate the scale, cognitive interviews were conducted with 10 calculus students at the University of Costa Rica, ensuring the participants' understanding of the items. Subsequently, an exploratory factor analysis (EFA) with Promax rotation revealed the existence of four main factors: efficacy expectations, intrinsic value, utility, and cost. Among the most important findings, a close relationship was identified between achievement value and utility value, suggesting that a higher perception of utility positively influences academic performance. The analysis also resulted in the removal of some questions to improve the accuracy of the scale. In conclusion, intrinsic value, utility and cost factors emerged as key components for measuring motivation in mathematics students, highlighting the importance of these aspects in academic success.

Keywords: task values, achievement motivation, factor analysis, academic performance.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación realizó un análisis factorial exploratorio de las expectativas de eficacia y el valor de las tareas en estudiantes universitarios de ingenierías y ciencias. Se identifican las principales variables involucradas en la motivación al logro en matemática; estas son las expectativas de eficacia, el valor de las tareas (logro, intrínseco, utilidad y costo). Con estas variables, se quiere obtener medidas confiables y válidas, de manera que se le dé validez y confiabilidad a la escala que se trabajó, la cual fue una adaptación de Safavian (2019).

El objetivo es validar y analizar una escala que mida las expectativas de autoeficacia y los valores de las tareas en matemáticas, a través de un análisis factorial exploratorio, con el fin de identificar los factores subyacentes que influyen en estudiantes de ingeniería y ciencias. Esto nos lleva a la pregunta problema: ¿es posible validar una escala que mida las expectativas de autoeficacia y los valores de las tareas en estudiantes de ingeniería y ciencias, e identificar los factores latentes que explican estas dimensiones mediante un análisis factorial exploratorio?

Los principales hallazgos relacionados al tema de investigación muestran que la motivación al logro se mide mediante los valores de las tareas y las expectativas de eficacia relacionadas con el rendimiento académico. Crombie *et al.* (2005) estudiaron la relación entre las variables expectativas de eficacia y el rendimiento académico, y mostraron una asociación positiva ($\beta=0,34$). En esta investigación se estudiaron los logros previos en noveno y después en universidad; se obtuvieron correlaciones positivas en ambos casos.

Safavian (2019) encontró que los valores de las tareas y las expectativas de eficacia se asocian de manera positiva; esto quiere decir que, si un estudiante posee altas expectativas de eficacia y valores de las tareas, su rendimiento académico aumenta. Jiang, Simpkins y Eccles (2020) examinaron las relaciones entre las variables de las expectativas de eficacia y el rendimiento académico. Se muestra una correlación positiva entre el autoconcepto de habilidad matemática y el rendimiento académico.

En la investigación de Cárcamo, Moreno y Del Barrio (2020) se mostró una relación negativa entre el valor de costo y el rendimiento académico. Analizaron las relaciones entre las variables y para conocer el papel que desempeñan en la explicación del rendimiento académico en matemática. Participaron un total de 406 estudiantes de cuarto y quinto grado de primaria en Colombia. Se seleccionaron 406 estudiantes (58.9 % niñas) de estrato socioeconómico medio.

El interés en el tema surge a partir del deseo de ahondar en los resultados de documentos como los del quinto informe del Estado de la Educación (2015), el cual revela que existe una disparidad importante en la calidad educativa entre colegios públicos, privados y científicos (Fernández y Del Valle, 2013).

El sistema de educación de los colegios científicos ofrece una formación académica con un nivel más elevado, en comparación con el promedio nacional (Estado de la Educación Costarricense, 2017); pues sus profesores, para trabajar en este tipo de centros, deben cumplir con una formación matemática y educativa superior a la solicitada en los demás. En estos centros educativos se enseñan contenidos de más alto nivel que en la mayoría de colegios públicos, ya sea en matemática o en otras áreas del conocimiento que no se exigen en otros centros de educación pública (MEP, 1994).

Por otra parte, los alumnos de centros educativos urbano-marginales presentan alta deserción en los primeros niveles de secundaria, así como bajos resultados en pruebas estandarizadas como PISA o los exámenes de bachillerado del último año de secundaria. Muchas de estas personas estudiantes son las que ingresan a las universidades públicas a estudiar ingeniería y ciencias (Estado de la Educación Costarricense, 2017). Es decir, que a pesar de lo presentado anteriormente, gran parte de la población universitaria de universidades públicas proviene de colegios públicos. Al recolectar evidencia de estos hechos, se toman mejores decisiones en las estrategias didácticas para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en cursos universitarios. El objetivo fue realizar un análisis factorial exploratorio para validar la escala, de manera que se realizaron entrevistas cognitivas y se hizo una traducción de la escala.

2. ELEMENTOS TEÓRICOS

La definición de expectativa de eficacia varía dependiendo del contexto que se investigue. Según Wigfield (1994), las expectativas de éxito se pueden definir como las creencias del individuo sobre lo bien que le irá en una próxima tarea. También, se puede definir como la apreciación subjetiva del éxito en una tarea realizada por un individuo; además, se puede ver como una estimación más objetiva de la posibilidad de éxito basada en la información extraída de datos normativos (Orozco y Díaz, 2009).

Este constructo posee la dificultad de que las predicciones basadas en las expectativas de éxito pueden depender de la interacción de una relación probable entre las percepciones de competencia y las expectativas. Esto quiere decir que, por ejemplo, los sujetos que se creen incompetentes para realizar una tarea podrían tener una expectativa subjetiva de éxito relativamente baja, aun cuando los datos normativos indiquen que la tarea es bastante fácil. Para corregir estos errores teóricos, es importante iniciar separando conceptualmente los efectos motivacionales derivados de la dificultad real de la tarea y las expectativas subjetivas de éxito o del nivel de confianza.

Las expectativas de eficacia se relacionan con el propósito y los esfuerzos que se hacen para lograr algo, de ahí que el surgimiento de este concepto y los conceptos relacionados constituyan focos importantes sobre los que centrar el análisis evolutivo de la orientación al logro.

En algunas publicaciones se les llama expectativas de éxito (Eccles y Wigfield, 1992), y en ocasiones se utilizan escalas de autoeficacia o autoconcepto de capacidad. Las asociaciones de expectativa de éxito y los logros en matemática están bien documentadas (Simpkins, Davis-Kean, y Eccles, 2006). Estas asociaciones son positivas, fuertes y no varían en el tiempo (Steinmayr y Spinath, 2009).

Hasta el momento no está claro si la variación en el rendimiento en matemáticas se explica constantemente por las expectativas de éxito en los estudiantes. Por ejemplo, un estudio encontró que el 50 % de la variación en el rendimiento matemático de los estudiantes en la escuela secundaria se explica por la autoeficacia, los logros previos y la capacidad, mientras que esto fue del 29 % para los hispanos (Stevens *et al.*, 2004).

Los valores de la tarea se definen bajo cuatro componentes principales: de logro, utilidad, intrínseco y costo. El valor de la tarea en general se asocia a las creencias que posee un estudiante sobre sus posibles logros. Este componente se ha medido y analizado de muchas formas, la que presenta mejor confiabilidad y que se muestra en las investigaciones de los antecedentes, es el uso de escalas para medir sus cuatro componentes (Eccles, 2005).

En Eccles *et al.* (1983), se muestran las interpretaciones que hacen los estudiantes sobre su propio estilo y sus percepciones de las actitudes y expectativas de los socializadores influyen en sus metas y creencias específicas de la tarea. Otras influencias que no se muestran en el modelo son el desempeño previo en diferentes tareas, las creencias, valores y comportamientos de socializadores importantes, y el entorno cultural más amplio.

Según Eccles y Wigfield (1992), **el valor de la tarea se puede entender como las creencias sobre los estados finales deseados**. En educación, los estudiantes tienen asignaturas que les llaman más la atención que otras, lo cual hace que estudien más o entiendan mejor los conceptos de unas y les cueste más entender otras. Naturalmente, una asignatura que nos agrade, que nos parezca esencial para nuestras vidas y que consideremos que es fácil nos va a motivar mucho más que aquellas que no nos agraden o nos parezcan difíciles.

Ahora bien, los valores tienen una definición amplia. Johnston (1995), por ejemplo, los interpretó como creencias sobre los estados finales deseados; además, identificó un conjunto de valores que creía que eran fundamentales para la experiencia humana, y algunos de estos valores se refieren al logro.

En la literatura sobre motivación al logro, los valores de las tareas se han definido más específicamente como una tarea que satisface las diferentes necesidades de los individuos (Eccles *et al.*, 1983; Wigfield y Eccles, 1992). Un aspecto importante es que el valor de la tarea se puede desagregar en cuatro componentes principales de los valores subjetivos: valor o importancia de logro, valor intrínseco, valor de utilidad o utilidad de la tarea y costo (Eccles *et al.*, 1983; Wigfield y Eccles, 1992).

Eccles *et al.* (1983) definieron el valor de logro como la importancia que le da un individuo a hacer bien una tarea determinada. **Es la importancia propia para lograr satisfacer este logro; es decir, si lo consideramos algo fundamental para nuestra propia forma de ser o es simplemente algo más que tenemos que conseguir porque está en el currículo académico** (Deci y Ryan, 1985; Harter, 1981).

El valor de utilidad se refiere a cómo una tarea encaja en los planes futuros de un individuo; por ejemplo, tomar una clase de matemáticas para cumplir un requisito de un título (Widgfield, 1994). Utiliza conocimientos más “extrínsecos” para realizar una tarea, como hacer una tarea no por sí misma, sino para alcanzar algún estado final deseado. Por tanto, este constructo puede compararse con el constructo de la motivación extrínseca. Si bien es posible que exista cierta superposición en estas construcciones, es importante señalar que los constructos de valores y los de valor e interés intrínseco y extrínseco provienen de distintas perspectivas teóricas y, por lo tanto, tienen diferentes raíces intelectuales (Widgfield y Eccles, 2000).

El valor intrínseco es el disfrute que se obtiene al realizar la tarea. Este componente es similar en ciertos aspectos a las nociones de motivación intrínseca. Deci y Ryan (1985) afirman que cuando los individuos realizan tareas que son intrínsecamente valoradas, existen importantes consecuencias psicológicas para ellos, la mayoría de las cuales son bastante positivas.

Eccles *et al.* (1983) definieron el valor de costo como la decisión de participar en una actividad; por ejemplo, hacer una tarea de matemática, y cómo esta limita el acceso a otras actividades, tal como llamar a amigos o salir a realizar algún deporte. Es decir, es una evaluación de cuánto esfuerzo se tomará para realizar la actividad y su costo emocional.

3. ABORDAJE METODOLÓGICO

Esta es una investigación cuantitativa de tipo correlacional, ya que las variables sobre la teoría de motivación al logro matemático; es decir, las expectativas de eficacia y valores de la tarea (intrínseco, creencias propias sobre la matemática, utilidad y de costo) se van a estudiar sin hacer ningún cambio en la motivación de las personas estudiantes, sino la motivación que poseen en el momento de la investigación.

El diseño de investigación es *ex post facto*, lo que indica que es observacional. Se plantea la validación de hipótesis en relación con la validación de la escala. Cabe resaltar que no se tiene control de las variables independientes; es decir, de las expectativas de eficacia y valores de la tarea,) dado que sus manifestaciones ya han ocurrido (Bisquerra, 1989).

En esta investigación se quiere encontrar evidencias de que las relaciones esperadas se presentan en los datos a partir de las variables expectativas de eficacia y valores de la tarea. Existen dos tipos de investigación *ex post facto*: una es retrospectiva, en la que todo ha ocurrido antes de que llegue el investigador, y la prospectiva es cuando todavía no ha ocurrido el desenlace. Este último tipo es el que emplea la presente investigación, pues primero se estudian las variables mencionadas sobre motivación al logro matemático en estudiantes que estén llevando un curso de Cálculo I en la Universidad de Costa Rica (Gambara & León, 1995).

La investigación de tipo *ex post facto* posee ciertas limitaciones, como la incapacidad de controlar directamente las variables independientes, la imposibilidad de realizar una asignación aleatoria y el riesgo de interpretaciones erróneas derivadas de la falta de control. Las primeras dos limitaciones no se pueden cambiar y ambas se encuentran presentes en la investigación.

Se buscó entender y explicar la motivación al logro matemático, utilizando las variables expectativas de eficacia y valores de la tarea (intrínseco, creencias propias sobre la matemática, utilidad y de costo) asociadas al rendimiento académico mediante el uso de escalas. Se parte de dos hipótesis básicas: se esperaba encontrar que las cargas factoriales fueran superiores a 0.4 en las variables expectativas de eficacia y los cuatro valores de las tareas.

La muestra es a conveniencia (también llamada accidental) de personas de un curso universitario de matemática, para un total de 128 personas (74 hombres, 52 mujeres y 1 prefirió no decir el género), debido a que representa un porcentaje importante de los estudiantes que participan en el curso de interés (Hernández, 2014). Se adaptó la escala de motivación al logro en matemática de Safavian (2019), está compuesta por ítems de las dimensiones valor intrínseco (seis reactivos), valor de utilidad (cuatro reactivos) y de costo (cinco reactivos) en una escala de cinco puntos.

Originalmente, la escala de Safavian (2019) posee dos ítems de valor de costo, se agregaron 3, por el análisis de datos. Los valores Alpha de Cronbach obtenidos fueron: valor intrínseco 0.94, valor de utilidad 0.88 y valor de costo 0.88. Todos los valores son superiores a 0.77, lo que indica consistencia interna de la escala.

Además, se adaptó la escala de expectativas de eficacia de Safavian (2019), la cual está compuesta por seis ítems en una escala de cinco puntos. El valor de Alpha de Cronbach correspondiente a esta escala es 0.89, lo que también indica consistencia interna de la escala. Con base en las entrevistas cognitivas no hubo necesidad de cambiar la redacción en la traducción de la escala, por lo que los ítems se mantuvieron muy similares a lo propuesto.

En el procedimiento, primero se hace una adaptación de escalas de Safavian (2019). En una primera etapa se realizaron entrevistas cognitivas para validar la escala y obtener información sobre el entendimiento de los ítems. Así, se realizaron 10 entrevistas a estudiantes universitarios de **Cálculo I**, luego se analizaron los resultados obtenidos y se realizaron los cambios pertinentes a la escala.

La segunda etapa consistió en realizar la aplicación de la escala; se hizo un análisis factorial exploratorio, cuyos resultados obtenidos se detallan en el siguiente capítulo. Sin embargo, con los datos obtenidos se recomienda eliminar una dimensión de valor de la tarea con dicho análisis.

El Alpha de Cronbach de la escala utilizada en el piloto fue de 0.93, lo que, nuevamente, indica consistencia interna de la escala. Para el análisis factorial, solamente el valor de logro no cargaba en ninguno de los tres factores, por lo que se decidió eliminarlo de la aplicación.

Para el análisis de datos, en las entrevistas cognitivas se hace el análisis de los datos obtenidos usando el enfoque de Smith y Molina (2011), en el que se analizan los autoreportes de cada persona, de manera que se generen cambios en la escala para mejorar su comprensión, así las respuestas obtenidas en la aplicación son más confiables y los datos son más acertados.

En la aplicación de la escala, el análisis es un análisis factorial exploratorio. El propósito principal es identificar una estructura de factores en un conjunto amplio de datos, lo cual permite agrupar las variables que se correlacionan fuertemente entre sí, y que las correlaciones con otras variables sean menores (Pérez y Medrano, 2010).

Según Pérez y Medrano (2010), se deben verificar varios supuestos en un análisis factorial: la normalidad, linealidad y multicolinealidad de las puntuaciones. Se recomienda hacer un análisis exploratorio inicial de los datos con el fin de detectar casos atípicos o con valores extremos, o bien variables que no carguen en un mismo factor.

Criterios para el análisis de datos:

- Para que los ítems de una variable carguen en un mismo factor, su carga factorial debe ser mayor que .40, o que al menos cuatro ítems carguen superior a este valor (Pérez y Medrano, 2010).
- La prueba estadística medida de adecuación muestral de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) debe ser mayor que .70 (Pérez y Medrano, 2010).

4. RESULTADOS

En las entrevistas cognitivas los participantes fueron 10 estudiantes de los cursos Cálculo 2 y Precálculo de la Universidad de Costa Rica durante el II semestre del 2022. Tomando el libro de entrevista cognitiva de (Smith y Molina, 2011), se procedió con el protocolo de entrevista cognitiva. Se le explicó a cada persona estudiante el objetivo de la entrevista, que es validar la comprensión de la escala, que logren verbalizar los ítems e indicar si comprenden lo que se pretende medir.

Para esto, en cada uno de los ítems la persona entrevistadora le pidió al participante que leyera en voz alta cada uno de los ítems en forma pausada, que indicara qué comprendía del ítem, cuál respuesta marcaría y por qué. Cada una de las entrevistas duró entre 20 minutos y una hora. Debido a la disponibilidad de las personas estudiantes y su tiempo, algunas entrevistas se realizaron de manera presencial y otras de forma virtual a través de Zoom. En todas las entrevistas hubo una persona que observaba las entrevistas; esta persona era únicamente observadora. De las entrevistas virtuales se tiene como evidencia los videos de las entrevistas, mientras que de las presenciales se tiene la grabación en audio y el consentimiento de cada persona.

Luego, se realizó un análisis de todas las respuestas, de manera que los aspectos más sobresalientes fueron:

- La existencia de dos ítems iguales, el 9 y el 14. *Es importante para mí ser bueno resolviendo problemas que involucran matemáticas.*
- La sugerencia de quitar el verbo *poder*, de la frase *soy capaz de poder...* para los ítems de expectativa de eficacia. Es decir, para el ítem 1 por ejemplo: pasar de *Soy capaz de poder aprender todo lo que se enseña en matemática*, a *soy capaz de aprender todo lo que se enseña en matemática*. Esta sugerencia se da porque se considera que el término *poder* no es excluyente, pues muchas personas pueden estar en la universidad estudiando, pero por su condición socioeconómica se les imposibilita el estudio.
- Ser más específico en el ítem que se refiere a renunciar a mucho. “¿A qué se refiere?”, mencionaron 4 personas estudiantes. Se cambió por: *tengo que renunciar a actividades personales para entender bien la materia en matemática.*
- Se sugirió resaltar en negrita la palabra *éxito* del ítem 10, para lograr distinguirla de la palabra *entender* en el ítem 5. Se acató esta recomendación, con el fin de comunicar adecuadamente la diferencia de ambos ítems. Ítem 10: *El éxito en matemática requiere que renuncie a otras actividades que disfruto.* Ítem 5: *Tengo que renunciar a mucho para entender bien la materia en matemática.* En el ítem 11, que dice lo siguiente: *Soy capaz de poder hacer todo el trabajo en la clase de matemática.* Se sugiere hacer el cambio de la palabra *trabajo* a *ejercicios* o *prácticas en clase.*

La escala completa con la base de datos se puede encontrar en: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hKnPvgLsOMsd9LGSJJrVe021iEZk_HBDQJxtDg_kdj0/edit?usp=sharing.

La aplicación se realizó en 128 estudiantes del curso MA-1210 Cálculo 1 para salud, durante el II ciclo 2022 en la Universidad de Costa Rica. Se utilizaron las dos escalas adaptadas de Safavian (2019) y se les añadieron ítems de valor de costo de las tareas de elaboración propia, además de todas las correcciones de redacción que se tomaron de las entrevistas cognitivas. El objetivo de la aplicación fue obtener evidencias de validez y confiabilidad de las puntuaciones de la escala, mediante análisis factorial exploratorio, de manera que se obtuvieran índices confiables para la aplicación final.

Para realizar el proceso de recolección de datos, primero se solicitó el permiso ante las autoridades de la Escuela de Matemática, con el fin de que el director de la escuela, el director del Departamento de Matemática Aplicada y las coordinadoras de las cátedras dieran el visto bueno para la aplicación. Una vez obtenido el visto bueno, se procedió a la recolección de datos. Este proceso se realizó de manera presencial, pues se quería tener la mayor cantidad de muestra posible. La aplicación se hizo en todos los horarios en los que las personas docentes accedieron a colaborar. Este proceso ayudó a motivar a las personas estudiantes a responder de manera certera, y se explicó que siempre se iba a velar por la confidencialidad de los datos.

Se procedió con el análisis factorial, utilizado para analizar las interrelaciones que existen entre las variables métricas explicando las interrelaciones en términos de un número menor de variables denominadas factores (si son inobservables) o componentes principales.

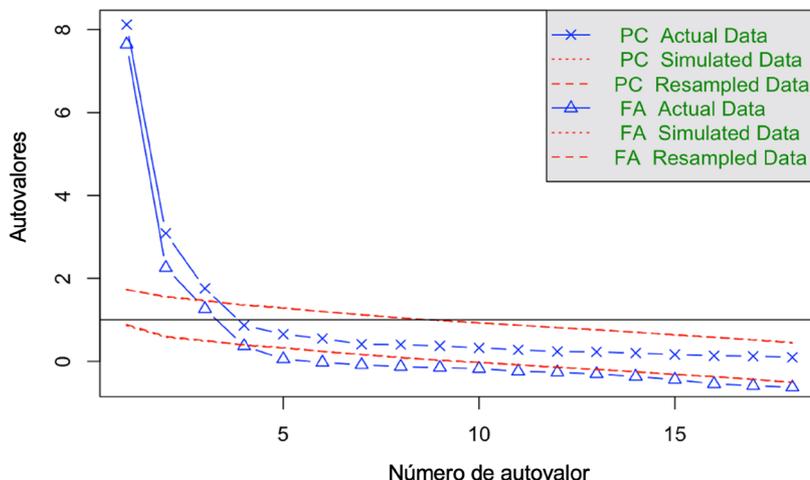
Para el análisis factorial se usó la investigación llamada “Mecanismos subyacentes a la relación de la ansiedad ante los exámenes con el rendimiento en pruebas”, de Rojas (2021). Este estudio es muy útil, pues realiza un análisis factorial a alguna de las escalas que se usaron, además de usar el modelo de ecuaciones estructurales en el análisis de datos.

La estructura del análisis factorial que usó Rojas (2021) tiene tres partes fundamentales: la retención de factores, la extracción y la interpretación. En los siguientes párrafos se detalla el uso de este análisis para la presente investigación.

- **Interpretación de factores:** Para determinar cuántos factores se iban a extraer, se realizó un análisis paralelo, el cual se usó para determinar la cantidad de factores significativos en el análisis. Por último, “la cantidad de factores a extraer se definió por el número de cocientes previos, a la cola de cocientes con valores menores o iguales a 1.25” (Rojas, 2021, p. 97).
- **Extracción:** En esta etapa se estimaron la cantidad de factores determinada en la etapa previa. Para esto se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) con el método de estimación de mínimos residuos cuadráticos. La cantidad de factores que arrojó este análisis es de 3 (Rojas, 2021).
- **Interpretación:** se realizó una rotación Promax, para permitir que los factores estuvieran correlacionados. De esta manera se analizan los ítems con cargas factoriales mayores a .40, como se muestra en la metodología (Pérez y Medrano, 2010).

Los resultados obtenidos de la escala de valores de las tareas fueron los siguientes:

Retención de factores: El análisis paralelo indicó que la matriz de correlaciones se podía descomponer en tres factores. En la Figura 1 se muestra la gráfica del análisis paralelo realizado en los autovalores propios obtenidos en la escala de valores de las tareas. Este método muestra la estimación de los factores en el análisis de la estructura interna de la escala de valores de las tareas (Raimundi y Schmidt, 2015).

Figura 1. Análisis de componentes principales de los valores de las tareas.

Fuente: Elaboración propia.

En esta Figura 1 se realiza una interpretación sobre la cantidad de factores que sugiere la gráfica, en este caso son tres, pues son los valores superiores a los autovalores obtenidos por la matriz de datos simulados. Se evidencia que, después del tercer autovalor, los autovalores fueron muy similares entre sí para la escala de valores de las tareas. Los primeros tres autovalores son distintos; se logra observar que después del tercer autovalor, las puntuaciones son muy similares.

Extracción e interpretación: Las cargas factoriales de los factores estimados se presentan en la Tabla 1. Se obtuvo que, en cada factor, los ítems que cumplieron el criterio establecido correspondieron a una misma dimensión teórica.

En el primer factor hubo seis ítems de valor intrínseco que cumplieron el criterio. En el segundo y tercero hubo siete y cinco reactivos que cumplieron el criterio establecido, respectivamente; en el segundo factor, los reactivos de valor de logro y valor de utilidad y, en el tercer factor, los reactivos de valor de costo. Sin embargo, se logra observar que el valor de logro realmente no está cargando en ningún factor; tienen mayor tendencia a cargar en el segundo factor al igual que el valor de utilidad.

Con base en lo anterior, se concluyó que los factores representaban a las tres dimensiones establecidas en el análisis factorial, dispuestas en la construcción de la escala de motivación al logro en matemática. Sin embargo, en el segundo factor, están cargando los reactivos de valor de logro y valor de utilidad y, en particular, el valor de logro carga en un mismo factor muy bajo, a diferencia de los demás, en los que las puntuaciones son altas.

Los resultados obtenidos indican un aspecto que sobresale en particular de esta investigación: el hecho que la subescala de valor de logro tiene una tendencia a cargar en el valor de utilidad. Si se observa detalladamente a los reactivos y la definición de cada uno, se puede analizar que, en realidad, el valor de utilidad ya define el valor de logro; así, una persona que posea un alto valor de utilidad tendrá un alto valor de logro por la construcción y definición de los valores. Para este caso, se toma la decisión de eliminar por completo el valor de logro para la aplicación de la escala.

El Alpha de Cronbach de la escala fue de 0.87, lo que indica consistencia interna. Los Alpha de Cronbach de cada una de las subescalas por aparte fueron: valor de costo 0.94, valor de logro 0.89, valor de logro 0.91 y valor de utilidad 0.91.

- En la Tabla 1 se muestran las cargas factoriales, y se resalta que el Alfa de Cronbach de cada subescala asociada al factor es alta.

Tabla 1. Cargas factoriales rotadas de la escala de valores de la tarea en matemática del piloto.

| Ítems | | F1 | F2 | F3 |
|--------------------------|---|------------|------------|------|
| <i>Valor intrínseco</i> | | | | |
| 2- | Me gusta practicar matemática. | .85 | -.06 | .04 |
| 7- | Me gustan las matemáticas. | .96 | -.05 | -.06 |
| 12- | Las matemáticas me emocionan. | .85 | .07 | -.06 |
| 16- | Estoy fascinado(a) por la matemática. | .82 | .06 | .05 |
| 20- | Disfruto hacer matemática. | .93 | -.02 | .00 |
| 22- | Disfruto el curso de matemática. | .75 | .05 | -.01 |
| <i>Valor de utilidad</i> | | | | |
| 3- | La matemática es útil para mis metas laborales. | .00 | .82 | .01 |
| 8- | Las matemáticas me serán útiles más adelante en la vida. | -.09 | .97 | -.07 |
| 13- | Los conceptos matemáticos son valiosos porque me ayudarán en el futuro. | .05 | .80 | .04 |
| 17- | Ser bueno(a) en matemática será importante cuando consiga un trabajo o salga de la universidad. | .07 | .80 | .00 |
| <i>Valor de logro</i> | | | | |
| 4- | Ser bueno(a) en matemática es importante para mí. | .40 | .36 | .17 |
| 9- | Es importante para mí ser bueno(a) resolviendo problemas que involucran matemática. | .39 | .34 | .19 |
| 21- | Para mí es importante ser una persona que razone matemáticamente. | .25 | .48 | .20 |

| Valor de costo | | | | |
|----------------|--|------|------|------------|
| 5- | Tengo que renunciar a actividades personales para entender bien la materia en matemática. | -.07 | .01 | .82 |
| 10- | El éxito en matemática requiere que renuncie a otras actividades que disfruto. | .00 | .04 | .75 |
| 14- | El tiempo invertido para estudiar matemática me afecta el rendimiento académico en otros cursos. | -.04 | -.01 | .71 |
| 19- | Cuando estudio matemática me queda poco tiempo para mis actividades de recreación. | .11 | -.04 | .77 |
| 23- | Cuando llevo cursos de matemática siento que el tiempo no me alcanza. | -.04 | -.04 | .81 |

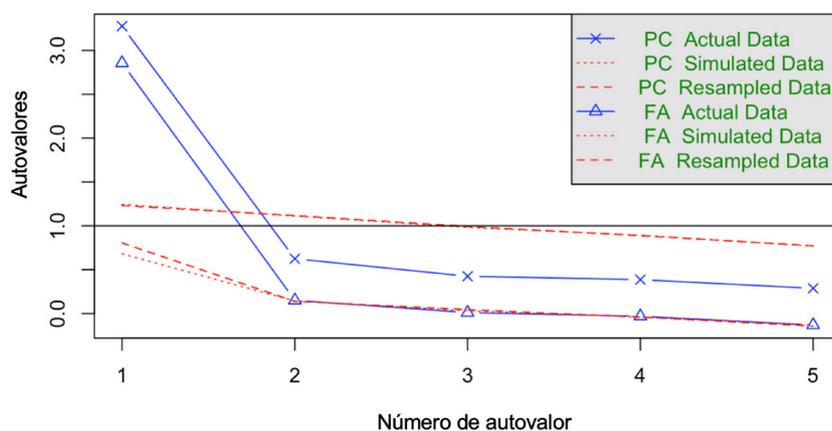
F1= factor 1, F2= factor 2, F3= factor 3.

Fuente: Elaboración propia.

Los ítems de valor intrínseco cargaron en el factor 1 (F1), de valor de utilidad cargan en el factor 2 (F2) y los de valor de costo en el factor 3 (F3), pues sus valores son superiores a .40. De hecho, el valor más bajo es .68 y el más alto es .82, por lo que corresponden a la misma dimensión teórica. Solamente el valor de logro no carga en ninguno de los tres factores. Los resultados obtenidos de la escala de expectativas de eficacia fueron los siguientes:

Retención de factores: El análisis paralelo indicó que la matriz de correlaciones se podía descomponer en un factor. En la Figura 2 se muestra la gráfica del análisis paralelo realizado en los autovalores propios obtenidos en la escala de expectativas de eficacia. Este método muestra la estimación de los factores en el análisis de la estructura interna de la escala de expectativas de eficacia (Raimundi y Schmidt, 2015).

Figura 2. Análisis de componentes principales.



Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se realiza una interpretación sobre la cantidad de factores que sugiere la gráfica; en este caso es 1, pues los valores son superiores a los autovalores obtenidos por la matriz de datos simulados. Se evidencia que, después del primer autovalor, los autovalores fueron muy similares entre sí para la escala de expectativas de eficacia. *Extracción e interpretación:* Las cargas factoriales de los factores estimados se presentan en la Tabla 2. Se obtuvo que, en cada factor, los ítems que cumplieron el criterio establecido correspondieron a una misma dimensión teórica, ya que todos cargan en el factor 1 (F1) con un valor superior a 0,40.

El Alpha de Cronbach de la escala es 0.92, lo que muestra consistencia interna de la escala.

A continuación, se muestran las cargas factoriales de la escala de expectativas de eficacia:

Tabla 2. Cargas factoriales rotadas de la escala de expectativas de eficacia en matemática del piloto.

| Ítems | F1 |
|---|-----|
| Expectativas | |
| 1- Soy capaz de aprender todo lo que se enseña en matemática. | .75 |
| 6- Soy capaz de resolver los problemas de las tareas más difíciles en matemática. | .73 |
| 11- Soy capaz hacer todas las prácticas en la clase de matemática. | .67 |
| 15- Soy capaz de hacer incluso el trabajo más difícil en clase de matemática. | .83 |
| 18- Soy capaz de aprender los temas difíciles de matemática. | .79 |

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES/ REFLEXIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Las entrevistas cognitivas mejoraron la comprensión de la escala en el contexto en el que se aplicó, ya que se aplicaron en personas estudiantes de los cursos de Cálculo o que habían llevado cursos de matemática, y todas estas personas estudiantes eran estudiantes regulares de la Universidad de Costa Rica. Las entrevistas cognitivas permitieron identificar y corregir errores en la redacción de los ítems del cuestionario, por lo que se mejoró la claridad y precisión de las preguntas. Esto contribuye a validar el instrumento, así como asegurar una comprensión de las preguntas más cercana a los intereses de la investigación. Así, se evidenció que las entrevistas cognitivas ayudaron a detectar posibles interpretaciones erróneas o ambiguas de los ítems. Este proceso facilitó la refinación de las preguntas para propiciar una interpretación uniforme por parte de los encuestados, lo cual reduce el riesgo de sesgos o malentendidos.

Las entrevistas cognitivas no solo ayudaron a evaluar el contenido de las preguntas, sino que también revelaron problemas relacionados con el formato del instrumento (por ejemplo, el diseño visual y la estructura de las opciones de respuesta), lo que favoreció así una mejora integral del cuestionario. Dichas entrevistas demostraron ser un recurso valioso para

adaptar el instrumento a diferentes contextos culturales o socioeconómicos, al identificar términos o referencias culturales que podrían no ser entendidos de la misma manera por todos los participantes. De este modo, se garantiza la aplicabilidad y la validez del instrumento en diferentes poblaciones.

A través de las entrevistas cognitivas, fue posible entender cómo los participantes procesan la información contenida en las preguntas, lo que permitió ajustar la secuencia o redacción de los ítems para que se alinearan mejor con el flujo cognitivo natural de los encuestados. Condujeron a una mayor confiabilidad del instrumento, al asegurar que los ítems fueran claros, comprensibles y medibles de la manera en que se pretendía inicialmente. Esto se refleja en una mayor consistencia en las respuestas obtenidas.

Este proceso de realizar las entrevistas no solo arrojó información respecto a la comprensión de la escala y la redacción, sino que también mostró información valiosa sobre la motivación de las mismas personas estudiantes entrevistadas. Muchas de ellas respondieron la escala y presentaron un discurso de su experiencia.

La experiencia de las personas estudiantes muestra que el interés viene de sí mismos; es decir, de la motivación intrínseca. Algunos hablaron de los padres de familia y el entorno que los rodean, personas docentes influyentes, y otros hasta han pensado en cambiarse de carrera a una que lleve más matemática.

Por último, fueron útiles para probar diferentes versiones del cuestionario o distintos tipos de formato de respuesta, lo cual permitió elegir la versión que generaba menos dudas y proporcionaba respuestas más completas y precisas.

El análisis factorial exploratorio permitió identificar factores subyacentes que explican una proporción significativa de la varianza en las variables analizadas, lo que sugiere que las dimensiones latentes identificadas son coherentes con las teorías subyacentes, y proporcionan una estructura clara de las expectativas de autoeficacia y valores de tareas en matemáticas.

El AFE fue útil para reducir la dimensionalidad del conjunto de variables originales. De las variables latentes, se identificaron el número de factores y factores principales, lo que simplifica la interpretación de los datos y facilita su utilización en futuros estudios o aplicaciones prácticas.

Los factores emergentes del análisis factorial se alinean con los constructos teóricos propuestos inicialmente. Por ejemplo, los factores de “expectativas de eficacia” y “valores de las tareas” coinciden con los componentes sugeridos por teorías motivacionales como el Modelo de Expectativa-Valor de Eccles (2000), lo que refuerza la validez teórica del instrumento.

A partir de los resultados del AFE, se identificaron ítems que no se agruparon en ninguno de los factores principales o que presentaron cargas factoriales bajas. Esto llevó a la eliminación o modificación de estos ítems para mejorar la precisión y validez del instrumento, con lo que se aumentó su confiabilidad. Los factores identificados resultaron relevantes en el contexto específico de estudiantes de ingeniería y ciencias. Esto sugiere que las expectativas de autoeficacia y los valores de las tareas están relacionados de manera significativa con factores únicos que podrían diferir de otros contextos académicos.

Los factores resultantes mostraron una alta consistencia interna, evaluada mediante coeficiente Alpha de Cronbach, lo que sugiere que los ítems dentro de cada factor miden adecuadamente el mismo constructo subyacente. Lo anterior refuerza la validez de los factores identificados en la estructura del modelo.

Los factores identificados en el AFE proporcionan una base para comprender mejor las expectativas de eficacia y los valores que influyen en el rendimiento académico de los

estudiantes. Estos hallazgos pueden tener implicaciones prácticas para el diseño de intervenciones educativas que fortalezcan los factores más importantes, de forma que mejoren los resultados académicos.

Una limitación del AFE es que, si bien permitió identificar patrones claros en los datos, es importante destacar que los factores identificados requieren una validación adicional mediante un análisis factorial confirmatorio (AFC) para confirmar su estructura en otras muestras y asegurar su generalización.

El AFE mostró que los ítems del cuestionario se agrupan de forma clara y coherente, por lo que reveló una estructura latente significativa que puede utilizarse para futuras investigaciones o para la intervención educativa. Esta estructura proporciona un marco válido para medir las expectativas de autoeficacia y los valores de tareas en matemáticas.

Con base en los análisis realizados en el análisis factorial exploratorio, se tomaron varias decisiones para la aplicación de la escala y relacionarlo con el rendimiento académico.

Primeramente, en relación con los factores, el valor de logro realmente está cargando en dos factores: el de utilidad e intrínseco. A nivel teórico se logran realizar ciertas interpretaciones, que vienen también del análisis de las entrevistas cognitivas. Y es que el valor de logro se explica ya en otro valor, que es el valor de utilidad. Cuando a una persona estudiante le es útil la matemática, su valor de logro se verá influenciado directamente; es decir, con un valor de utilidad alto, ya se va a tener un alto valor de logro.

Si analizamos detalladamente los ítems, el ítem de valor de logro que carga con valor de utilidad en realidad se explica usando la definición de valor intrínseco; lo mismo sucede con los dos ítems de valor de logro que cargan más con el valor de utilidad.

Esta aplicación piloto mejora la comprensión de la estructura de la escala al realizar un mayor análisis de los ítems. Por lo general, en las investigaciones se omite esta aplicación, de forma que se realiza una traducción de la escala, se desarrollan las entrevistas cognitivas y se hace la aplicación.

Los Alfa de Cronbach fueron aceptables, lo que dio una buena señal de que la aplicación de la escala es adecuada, que la traducción de la escala y las entrevistas cognitivas fueron adecuadas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el comité asesor de este proyecto de investigación: Phd. Luis Rojas, Phd. Rodolfo Fallas y Phd. Vanessa Smith. Además, a la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica por brindar los grupos para la investigación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica*. CEAC.

Cárcamo, C., Moreno, A., y del Barrio, C. (2020). Diferencias de género en matemáticas y lengua: Rendimiento académico, autoconcepto y expectativas. *Suma Psicológica*, 27(1), 17-24. <https://doi.org/10.14349/sumapsi.2020.v27.n1.4>

Crombie, G., Sinclair, N., Silverthorn, N., Byrne, B., DuBois, D., y Trinneer, A. (2005). Predictors of young adolescents' math grades and course enrollment intentions: Gender similarities and differences. *Sex Roles*, 52(5-6), 351-367. <https://doi.org/10.1007/s11199-005-2678-1>

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press
- Eccles, J. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. En J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). W.H. Freeman and Company
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. En A. J. Elliot & C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 105-121). Guilford Publications
- Programa Estado de la Nación. (2017). *Estado de la Educación Costarricense*. Programa Estado de la Nación. <https://estadonacion.or.cr/?informes=sexto-informe-estado-de-la-educacion-2017>
- Fernández, A., y Del Valle, R. (2013). Desigualdad educativa en Costa Rica: La brecha entre estudiantes de colegios públicos y privados. Análisis con los resultados de la evaluación internacional PISA. *Revista CEPAL*. <https://www.cepal.org/sites/default/files/pr/files/51699-hojainformativa-educacionCostaRica-RevistaCEPAL-111.pdf>
- Gambara, H. y León, O. (1995). *Diseño de investigaciones: cuaderno de prácticas*. MacGraw Hill. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=566761>
- Jiang, S., Simpkins, S. y Eccles, J. (2020). Individuals' math and science motivation and their subsequent STEM choices and achievement in high school and college: A longitudinal study of gender and college generation status differences. *Developmental Psychology*, 56(11), 2137-2151. <https://doi.org/10.1037/dev0001110>
- Harter, S. (1981). A new self-report scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom: Motivational and informational components. *Developmental Psychology*, 17(3), 300-312. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.17.3.300>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill. <https://www.esup.edu.pe/> <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Ministerio de Educación Pública (MEP). (1994, 19 de mayo). *Normas básicas reguladoras del proceso educativo en los colegios científicos costarricenses*. http://cse.go.cr/sites/default/files/acuerdos/normas_basicas_reguladoras_del_proceso_educativo_en_los_cientificos.pdf
- Orozco, C. y Díaz, M. (2009). Atribuciones de la motivación al logro y sus implicaciones en la formación del pensamiento lógico-matemático en la Universidad. *INCI*, 34-45. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000900008
- Pérez, E. R. y Medrano, L. A. (2010). Análisis factorial exploratorio: Bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1), 58-66. <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v2.n1.15924>
- Parker, P., Marsh, H., Guo, J., Anders, J., Shure, N. y Dicke, T. (2018). An information distortion model of social class differences in math self-concept, intrinsic value, and utility value. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 445-463. <https://doi.org/10.1037/edu0000215>
- Programa Estado de la Nación. (2015). *Estado de la Educación Costarricense*. Programa Estado de la Nación. <https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/669>
- Programa Estado de la Nación. (2017). *Estado de la Educación Costarricense*. Programa Estado de la Nación. <https://estadonacion.or.cr/?informes=sexto-informe-estado-de-la-educacion-2017>
- Schmidt, V. I., Raimundi, M. J., & Molina, M. F. (2015). Satisfacción vital en dominios específicos: Adaptación de una escala para su evaluación. *Liberabit*, 21(2), 299-312. <https://biblat.unam.mx/hevila/Liberabit/2015/vol21/no2/11.pdf>
- Simpkins, S. D., Davis-Kean, P. E. y Eccles, J. S. (2006). Math and science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs. *Developmental Psychology*, 42(1), 70-83. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.1.70>
- Smith Castro, V. y Molina Delgado, M. (2011). *Cuadernos metodológicos: la entrevista cognitiva: Guía para su aplicación en la evaluación de instrumentos de papel y lápiz*. IIP UCR. <https://iip.ucr.ac.cr/es/publicaciones/>

publicacion-de-investigador/la-entrevista-cognitiva-guia-para-su-aplicacion-en-la-0

- Steinmayr, R. y Spinath, B. (2009). The importance of motivation as a predictor of school achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.05.004>
- Stevens, T., Olivarez, A., Lan, W. Y. y Tallent-Runnels, M. K. (2004). Role of mathematics self-efficacy and motivation in mathematics performance across ethnicity. *The Journal of Educational Research*, 97(4), 208-222. <https://doi.org/10.3200/joer.97.4.208-222>
- Wigfield, A. y Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Wigfield, A. y Eccles, J. S. (1994). Children’s competence beliefs, achievement values, and general self-esteem: Change across elementary and middle school. *Journal of Early Adolescence*, 14(2), 107-138. <http://dx.doi.org/10.1177/027243169401400203>
- Wigfield, A. y Eccles, J. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12(3), 265-310. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(92\)90011-P](https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P)