





Evaluación de las actitudes hacia la estadística de maestros en formación

Evaluation of attitudes towards statistics in preservice teachers

Navarro-Asencio, Enrique ⁽¹⁾ , Asencio-Muñoz, Inmaculada ⁽¹⁾ , Arroyo-Resino, Delia ⁽²⁾ , & Ruiz-De Miguel, Covadonga ⁽¹⁾ 

⁽¹⁾ Universidad Complutense de Madrid (España), ⁽²⁾ Universidad Internacional de la Rioja (España)

Resumen

La evaluación de las actitudes hacia la estadística de los futuros profesores alcanza interés por la importancia que la formación en esta disciplina tiene en la sociedad actual, para la ciudadanía en general, y, específicamente, por su relación con la alfabetización científica de los maestros. Dado que un elemento básico en la evaluación es que se apoye en medidas válidas y fiables, el objetivo final del presente trabajo es fundamentalmente métrico y consiste en obtener evidencias de consistencia y validez estructural y criterial de la Escala de Actitudes hacia la Estadística (EAE), que se aplica a 542 estudiantes de los grados de Maestro en Educación Primaria e Infantil. Después de describir al colectivo estudiado, se aborda el constructo desde un enfoque multivariado adecuado para datos ordinales, con análisis factorial confirmatorio (ULSMV) y árboles de decisión (CHAID y CART). Los resultados indican que los estudiantes consultados no tienen unas actitudes muy positivas y consideran que su manejo de la estadística es insuficiente para realizar investigación, pero muestran interés por estar actualizados y poder discriminar entre lo cierto y lo falso. Tras evaluar once modelos de medida, se concluye aportando evidencias de la convergencia y consistencia de un constructo con cinco dimensiones y 24 ítems, con índices de ajuste aceptables en este colectivo. Además, se evidencia la utilidad de los ítems de la EAE para predecir los criterios utilizados, autoevaluación del desempeño e indicadores de la importancia que los futuros maestros otorgan a la ciencia y a la investigación en su profesión.

Palabras clave: actitud, estadística, formación de profesores, universidad, validez.

Abstract

The evaluation of future teachers' attitudes towards statistics is of interest due to the importance that statistical training has in current society for citizens, in general, and, specifically, due to its relationship with scientific literacy in teachers. As evaluations must be based on valid and reliable measurements, such work largely aims to contribute metric outcomes. The present work consisted of obtaining evidence of the consistency and validity of the scale of attitudes towards statistics (EAE) when administered within a group of 542 university students undertaking teacher training degrees. After describing the group under study, the construct was considered from a multivariate approach suitable for ordinal data, employing confirmatory factor analysis (ULSMV) and decision trees (CHAID and CART). Outcomes indicate that examined students did not have positive attitudes and considered their mastery of statistics to be insufficient for conducting educational research. On the other hand, students displayed interest in being up-to-date and able to discriminate fact from fiction. Following the evaluation of eleven measurement models and their associated fit indices, the present study concludes by present evidence of the convergent validity and consistency of a construct structure pertaining to five factors and 24 items. Additionally, the usefulness of EAE items in predicting determined criteria was evidenced (self-evaluation of performance and indicators of the importance attributed by future teachers to science and research in their profession).

Keywords: attitude, statistics, teacher training, university, validity.

Received/Recibido Feb 09, 2021

Approved /Aprobado Nov 30, 2021

Published/Publicado Dec 22, 2021

La estadística juega un papel fundamental para el desarrollo de la vida académica, laboral y cotidiana de los ciudadanos en la sociedad de la información en que vivimos (Batanero, 2013) o *sociedad del dato*, como la denominan Martínez y Soto (2019). A pesar de ello, es común encontrar en las aulas universitarias, sobre todo de la rama de Ciencias Sociales, estudiantes que se consideran incapaces de superarla antes de intentarlo siquiera. En ello intervienen elementos de tipo cognitivo, afectivo y comportamental, porque a los humanos, en general, nos resulta más sencillo pensar metafóricamente, asociativa o causalmente, que hacerlo estadísticamente (Kahneman, 2012) y porque los estudiantes, especialmente los que tienen una formación previa más limitada en el ámbito cuantitativo (Blanco, 2004), se sienten temerosos ante la estadística (Finney y Schraw, 2003), lo que la convierte en una de las asignaturas menos favoritas para la mayoría (Lodico et al., 2004), que tienden a procrastinar y diferir hasta los últimos cursos. Los factores afectivos intervienen sustantivamente en la conformación de las actitudes, que cobran especial importancia porque se relacionan con el rendimiento, de modo que unas actitudes negativas generalmente se asocian con un fracaso académico (Carmona, 2004; Cimpoero y Roman, 2018; Estrada et al., 2004; Evans, 2007; León y Vaiman, 2013; Vanhoof et al., 2011) y dificultan el desarrollo de competencias necesarias para desenvolverse a futuro en el mundo profesional (Meller y Rappaport, 2004).

No es raro que, en los estudiantes de magisterio, en aquellas pocas universidades en las que se incluye el desarrollo de competencias estadísticas (Arteaga y Navarro, 2013), se evidencien estos sentimientos negativos (Ruiz de Miguel, 2015) y que la enseñanza y el aprendizaje de la estadística en los cursos de formación de maestros llegue a ser desalentadora no solo para los estudiantes, sino también para los docentes que la imparten. Conocer y corregir lo más tempranamente posible el bajo aprecio por la estadística de los profesores en formación es importante, porque

de otro modo puede llegar a tener efectos indeseados. Por una parte, porque es fácil que, como pasa con la actitud negativa hacia las matemáticas (Caballero et al., 2007; Fernández y Aguirre 2010; Gómez y Fernández, 2018; Maz-Machado et al., 2014; Sánchez et al., 2011; Valle et al., 2016), se traslade desde las facultades de educación a las aulas de enseñanza obligatoria (Naya et al., 2014), en un círculo sin fin de retroalimentación de aversión hacia lo numérico; y, por otra, porque puede ser una de las razones por las cuales los docentes involucran menos a la investigación en sus carreras profesionales (Papanastasiou y Schumacker, 2014), lo que significa un obstáculo para el desarrollo científico de la docencia.

La incorporación de la estadística en los grados de maestro se justifica por la adscripción de estos estudios universitarios a una rama en la que esta formación instrumental es materia básica, al servir de vínculo entre la ciencia y el ejercicio profesional. En este sentido, la alfabetización estadística y científica del maestro se sustenta en las tres razones apuntadas al inicio. En el plano académico y laboral, es necesaria, en primer lugar, para reducir la brecha que hay entre la evidencia que surge de la investigación y el trabajo del docente en el aula (Camilli et al., 2020), como vía de actualización y mejora. La formación estadística está en la base del desarrollo de competencias que permiten al maestro “establecer un contacto cordial, permanente y recíproco con la ciencia o las ciencias en las que se genera y cultiva el conocimiento del que nutrirse, como profesional” (Asencio et al., 2015, p. 220) y manejar el lenguaje estadístico, el lenguaje de la ciencia, le capacita como usuario inteligente de los resultados de la investigación educativa (Gaviria, 2015). En segundo lugar, aunque es obvio que no todos los maestros tienen que llegar a ser investigadores, porque entre sus funciones no está necesariamente la de hacer aportaciones científicas al desarrollo o mejora de la educación, es el modo de que al menos un porcentaje de graduados opte por llegar a una formación de máster y de doctorado que le

habilite como investigador educativo. Por último, en el plano de lo cotidiano, la alfabetización científica del maestro le sirve para comprender y así ser capaz de transmitir adecuadamente el papel que la evidencia juega en el desarrollo del pensamiento crítico. Discriminar entre lo cierto, lo probable y lo falso cobra especial relevancia en la sociedad actual, caracterizada por su modernidad líquida, donde parece que todos los conocimientos son inestables (Bauman, 2013) y en la que, como indica Cordero (2009), la impronta que deja la formación científica facilita al ciudadano cuestionar, reflexionar y actuar con un criterio propio fundamentado.

La investigación sobre las actitudes hacia la estadística se inicia a mediados del siglo pasado (Bending y Hughes, 1954), pero se desarrolla desde la década de los 80 (Blanco, 2008; Estrada, 2009; Mondéjar y Vargas, 2010) hasta nuestros días. Las actitudes son creencias y cogniciones aprendidas dotadas de una fuerte carga afectiva que predisponen al sujeto a actuar de acuerdo con ellas (Rodríguez Feijoo, 2011). Son un constructo complejo

constituido por un conjunto de emociones y sentimientos no innatos pero estables, que se desarrollan paulatinamente (Gal et al., 1997), según las experiencias vividas en el contexto educativo. Aparecen en edades tempranas (Dutton y Blum, 1968), siendo inicialmente positivas (Auzmendi, 1992) aunque se van modificando (Callahan, 1971) si las experiencias no son buenas (Suydam, 1984) y se mantienen así en los años académicos posteriores (Aiken, 1972).

La medición de las actitudes hacia la estadística se basa originalmente en las escalas de actitudes hacia las matemáticas y, salvo en algunos casos en los que se emplea el diferencial semántico (Carmona, 2004), se hace normalmente a través de escalas tipo Likert (Blanco, 2008) en las que el valor de la actitud es la suma de las puntuaciones de las distintas sentencias, directas o invertidas, según la naturaleza positiva o negativa del ítem correspondiente. En la tabla 1 se describen los principales instrumentos empleados a nivel internacional.

Tabla 1. Principales cuestionarios de actitudes hacia la estadística

| INSTRUMENTO | AUTORES | DESCRIPCIÓN |
|--|---|--|
| <i>Statistics Attitude Survey</i> (SAS) | Roberts y Bilderback (1980) | Basado en Dutton (1954), mide un rasgo general que predice moderadamente el logro (Waters et al., 1988) a partir 33 ítems tipo Likert de 5 puntos, con una fiabilidad de .90 (Roberts y Saxe, 1982). |
| <i>Attitudes Toward Statistics</i> (ATS) | Wise (1985) | Surge como alternativa al SAS, que mide más ejecución que actitudes. Consta de 29 ítems agrupados en dos subescalas, afectiva y cognitiva, con fiabilidad de .90. |
| Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS) SATS-28 SATS.36 | Schau, Stevens, Dauphine y del Vecchio (1995) Schau (2003) | <ul style="list-style-type: none"> Versión 1: 28 ítems tipo Likert de 7 puntos, que correlacionan adecuadamente con el ATS a nivel de subescalas y total. Cuatro factores, con fiabilidades aceptables: afectividad (.85), competencia cognitiva (.83), valor (.85) y dificultad (.77). Versión de 36 ítems y seis factores (se añaden esfuerzo e interés) |

Nota: Elaboración propia

Nolan et al. (2012) presentan una revisión sistemática de sus características psicométricas, ya que en torno a estos cuatro instrumentos se ha acumulado abundante evidencia de validez de contenido, estructural, convergente, discriminante y predictiva. Para

el contexto español, Blanco (2008) presenta una revisión crítica en la que sitúa la tesis doctoral de Auzmendi realizada en 1991, pero publicada en 1992, como trabajo pionero (Auzmendi, 1992). Tras él han ido apareciendo otros como la *Escala de Actitudes hacia la*

Estadística de Velandrino y Parodi (1999), el *Cuestionario de Actitudes hacia la Estadística-CAE* de Carmona (2002), que toma como criterio de validez convergente el SATS, la *Escala de Actitudes hacia la Estadística* de Estrada (2002) o la *Escala de Actitudes hacia la Estadística - EAHE* de Muñoz (2002). Las escalas SAS, ATS y SATS también se han aplicado en español. Además de los estudios recogidos en la revisión de Blanco (2008), entre los más recientes cabe citar la adaptación de Rodríguez-Santero y Gil-Flores (2019) del SATS-36 que, con una muestra de estudiantes de Ciencias de la Educación de la Universidad

de Sevilla, arroja los mejores índices de ajuste para un modelo de cinco factores con errores correlacionados ($\chi^2 /d.f.= 2.19$, GFI (*Goodness of Fit Index*) = .873, CFI (*Comparative Fit Index*) =.878 y RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*) =.055). Sobre las actitudes hacia la estadística de los maestros, en ejercicio o formación, cabe destacar las investigaciones de Estrada (2002), Estrada et al. (2004, 2010), López y Molina, (2016), Ordóñez et al. (2019), Ruiz de Miguel (2015), Vásquez et al. (2019) o Zapata y Rocha (2011).

Tabla 2. Principales validaciones de la EAE (Auzmendi, 1992) con estudiantes universitarios y dimensionalidad en cada caso.

| | |
|---|--|
| Validaciones de Auzmendi (1992) con 2052 estudiantes vascos de diferentes titulaciones | Escala de 25 ítems tipo Likert de 5 puntos (desde totalmente en desacuerdo a totalmente de acuerdo) con 5 factores: utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación, con un 60.7% de capacidad explicativa del modelo, mediante una factorización de componentes principales y una rotación varimax. La escala total tiene una fiabilidad máxima de .90. y cada uno de los factores identificados de .80 .84 .84 .83 y .71. Su correlación con el SAS es de .86 (validez concurrente) |
| Validación de Darías (2000) con 188 estudiantes canarios de Psicología | Solución de 4 factores, con la misma estrategia de análisis factorial de Auzmendi, que explica el 53.5% de varianza. Descarta el ítem 25. |
| Validación de Méndez y Macía (2007) con 168 estudiantes de Psicología de universidades chilenas | Solución de 4 factores que explican el 48.9% de la varianza, desde una perspectiva factorial exploratoria, cambiando el procedimiento de extracción a factor común (Ejes Principales), adecuado para variables con un nivel de medida ordinal, y rotación ortogonal equamax. Fiabilidad de alfa de .85 para la escala completa y de .90 .81 .73 y .79 para los factores. Los ítems, además, presentan buenos índices de discriminación. Descartan el ítem 20. |
| Validación de Tejero y Castro (2011) con 145 estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de dos universidades públicas | Prueban los modelos de Auzmendi (1992), Darías (2000) y Méndez y Macía (2007) con un procedimiento de factor común (máxima verosimilitud) y carácter confirmatorio. Llegan a una solución de 3 factores con 12 ítems que explican el 68% de la varianza (GFI=.91, CFI=.95 y RMSEA=.69) con una fiabilidad alfa de .87. Para los factores, la fiabilidad es de .87 .83 y .76. |

Nota: Elaboración propia

Este trabajo se centra en los maestros en formación y sus actitudes hacia la estadística medidas a través de la *Escala de Actitudes hacia la Estadística (EAE)* propuesta por Auzmendi (1992), como una operacionalización del constructo que puede ser apta para la identificación temprana de problemas de desempeño en esta asignatura y de actitudes ligadas a la importancia que los futuros profesores otorgan a la ciencia y a la investigación en su profesión. Como garantía de su adecuación como instrumento de evaluación, es necesario obtener evidencias

acerca de su estructura, ya que, a pesar de los estudios realizados, sintetizados en la tabla 2, no se ha conseguido avalar claramente la dimensionalidad del constructo. Se trata entonces de un estudio de validación, en el sentido que se da a la validez en la revisión de la AERA, APA y NCME (2014), donde se concibe como un proceso de acumulación de evidencias acerca de una medida para el propósito que esta persigue, de modo que son los objetivos de la medida los que marcan el tipo de aproximación a la validez más conveniente en cada caso.

En consecuencia, mediante análisis factorial confirmatorio (AFC) y árboles de decisión, ambas técnicas multivariadas adaptadas a datos ordinales, se persiguen los objetivos de reunir evidencias que apoyen 1) la dimensionalidad del constructo “actitudes hacia la estadística”, así como la convergencia y consistencia interna del modelo de medida propuesto; y 2) la utilidad de los ítems del EAE para la identificación de actitudes que predigan la percepción que los estudiantes de magisterio tienen de la investigación y la ciencia y discriminen mejor entre los que se consideran más o menos preparados en el manejo estadístico.

Método

Los datos corresponden a una muestra incidental de 542 estudiantes de los grados de Maestro en Educación Primaria y Educación Infantil de la Universidad Complutense de Madrid, quienes de manera informada y voluntaria responden a la EAE, junto a otras cuestiones, de las cuales tres se utilizan como criterio en el estudio de la validez predictiva de la medida. El cuestionario se aplicó de forma presencial para los alumnos de 1º a 3º (82,6% de la muestra) y on line para los alumnos de 4º curso, que estaban en ese momento en prácticas. Como en investigación educativa no hay un protocolo deontológico específico, se han respetado los derechos de los participantes y la confidencialidad de las respuestas atendiendo a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

Los cálculos necesarios para el logro del objetivo primero se realizan con Mplus. La estrategia elegida es testar los modelos descritos en la tabla 2 y algunas variantes. Para ello, se invierten los ítems negativos (2, 5, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 22 y 25) que son los que constituyen los factores 2 y 5 en el modelo original (por lo que, este último es realmente *desmotivación*). Tras la comprobación de falta de normalidad multivariada, a partir de una matriz de correlaciones policóricas se estiman los parámetros con el método de mínimos cuadrados no ponderados robustos (ULSMV), adecuado en estos casos (Li, 2014 y Xia,

2016). En la fase de evaluación del modelo, se utilizan los índices estandarizados: Chi-cuadrado robusto normalizado (χ^2 /d.f.), para valorar el ajuste global, donde valores entre 3 y 5 se consideran aceptables; RMSEA, para valorar la matriz residual, que es aceptable con valores inferiores a .08; y CFI y TLI (*Tucker-Lewis Index*), de ajuste comparativo, que resultan aceptables a partir de .90. Siguiendo a Hu y Bentler (1999) como evidencia de validez es suficiente un ajuste aceptable en la combinación de estos índices. La dimensionalidad del constructo se refuerza con la interpretación de la relación entre variables observadas y latentes y latentes entre sí, así como con el estudio de la validez convergente, que se aborda a través de dos indicadores. Primero se calcula el promedio de la varianza explicada (*Average Variance Extracted*, AVE), sumando las cargas factoriales estandarizadas (P_i) al cuadrado y dividiendo por el total ítems de la dimensión como se indica en la fórmula (1).

$$AVE = \frac{\sum_{i=1}^N P_i^2}{n} \quad (1)$$

Además, se estima la consistencia interna de las dimensiones mediante el cálculo del Alpha de Cronbach ordinal (matriz de correlaciones policóricas) y de la Fiabilidad Compuesta (FC), a partir de las cargas factoriales y de la varianza de error (e_i) con la fórmula (2),

$$FC = \frac{(\sum_{i=1}^n P_i)^2}{(\sum_{i=1}^n P_i)^2 + (\sum_{i=1}^n e_i)} \quad (2)$$

donde la varianza de error de un ítem es el resultado de restar a 1 su carga factorial al cuadrado, según se indica en la fórmula (3).

$$e_i = 1 - P_i^2 \quad (3)$$

Para el logro del segundo objetivo se recurre a la técnica de segmentación de árboles de regresión con SPSS, que, dentro de las técnicas de clasificación, calcula el algoritmo CHAID (*Chi Automatic Interaction Detection*) (Kass,

1980), que permite determinar la significatividad de las diferencias de medias con χ^2 , y CART (*Classification And Regression Trees*) (Breiman et al., 1984), que jerarquiza los ítems según su importancia normalizada en un proceso supervisado. Los árboles de decisión se presentan como alternativa de análisis multivariado para modelos no paramétricos que están demostrando ser útiles para la validación de medidas educativas (Álvarez Benítez y Asencio-Muñoz, 2020; Blanco et al., 2017). Se denominan árboles porque los diagramas de flujo que arrojan están formados por ramas y hojas o nodos, que representan una división de la población de interés en subgrupos, en función de lo que aportan las variables

predictoras a la explicación del criterio elegido (Tourón et al., 2018). En este caso se utilizan como predictores los 25 ítems, tal y como aparecen en la escala EAE original y, como criterios, tres ítems a los que los estudiantes encuestados responden también en una escala Likert de 5 puntos (tabla 3), que se toman como indicadores de desempeño (figura 2) y de la percepción que tienen sobre la actualización y la evidencia científica (figuras 3, 4 y 5).

Resultados

Los estadísticos descriptivos univariados, junto con las correlaciones bivariadas de los ítems se ofrecen en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los ítems del EAE y correlaciones de Spearman con los criterios

| ITEMS DE LA EAE | N | Mín | Máx | Media | S | Rho1° | Rho2° | Rho3° |
|---|-----|-----|-----|-------|------|--------|-------|--------|
| 1.Considero la estadística como una materia muy necesaria en la carrera | 539 | 1 | 5 | 2.73 | .95 | .14** | .10* | .11* |
| 2.La asignatura de estadística se me da bastante mal | 539 | 1 | 5 | 2.82 | 1.22 | -.18** | .00 | .04 |
| 3.El estudiar o trabajar con la estadística no me gusta en absoluto | 540 | 1 | 5 | 3.11 | 1.12 | .15** | -.01 | .06 |
| 4.El utilizar la estadística es una diversión para mí | 540 | 1 | 5 | 2.05 | 1.04 | .18** | .05 | .05 |
| 5.La estadística es demasiado teórica como para ser de utilidad práctica para el profesional medio | 540 | 1 | 5 | 2.54 | 1.03 | -.04 | -.10* | -.05 |
| 6.Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de estadística | 540 | 1 | 5 | 2.68 | 1.11 | .90* | .06 | .08 |
| 7.La estadística es una de las asignaturas que más temo | 541 | 1 | 5 | 2.71 | 1.23 | -.08 | -.02 | .02 |
| 8.Tengo confianza en mí mismo/a cuando me enfrento a un problema de estadística | 540 | 1 | 5 | 3.08 | 1.08 | .15** | -.06 | -.05 |
| 9.Me divierte el hablar con otros de estadística | 540 | 1 | 5 | 1.68 | .90 | .14** | .05 | .00 |
| 10.La estadística puede ser útil para el que se dedique a la investigación, pero no para el profesional medio | 540 | 1 | 5 | 2.85 | 1.08 | -.08 | -.07 | -.14** |
| 11.Saber utilizar la estadística incrementaría mis posibilidades de trabajo | 541 | 1 | 5 | 3.10 | 1.00 | .03 | .09* | .04 |
| 12.Cuando me enfrento a un problema de estadística me siento incapaz de pensar con claridad | 540 | 1 | 5 | 2.46 | 1.04 | -.11** | -.06 | -.01 |
| 13.Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de Estadística | 539 | 1 | 5 | 3.04 | 1.09 | .10* | -.08 | -.04 |
| 14.La estadística es agradable y estimulante para mí | 540 | 1 | 5 | 2.17 | .98 | .15** | -.01 | .00 |
| 15.Espero tener que utilizar poco la estadística en mi vida profesional | 541 | 1 | 5 | 3.29 | 1.08 | -.11* | -.09* | -.05 |
| 16.Para el desarrollo profesional de nuestra carrera considero que existen otras asignaturas más importantes que la Estadística | 539 | 1 | 5 | 4.08 | .95 | -.15** | .04 | .04 |
| 17.Trabajar con la estadística hace que me sienta muy nervioso/a | 538 | 1 | 5 | 2.59 | 1.11 | -.07 | .01 | .01 |
| 18.No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de estadística | 538 | 1 | 5 | 3.01 | 1.11 | .09* | -.04 | .00 |
| 19.Me gustaría tener una ocupación en la cual tuviera que utilizar la estadística | 539 | 1 | 5 | 1.97 | .97 | .18** | -.01 | .04 |
| 20.Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver problemas de estadística | 541 | 1 | 5 | 3.24 | 1.22 | .03 | .01 | .06 |
| 21.Para el desarrollo profesional de mi carrera una de las asignaturas más importantes que ha de estudiarse es la estadística | 541 | 1 | 5 | 2.06 | .94 | .11** | .03 | .03 |
| 22.La estadística hace que me sienta incómodo/a y nervioso/a | 539 | 1 | 5 | 2.55 | 1.08 | -.07 | .02 | .04 |
| 23.Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien la estadística | 539 | 1 | 5 | 3.64 | 1.00 | .05 | .06 | .05 |
| 24.Si tuviera oportunidad me inscribiría en más cursos de estadística de los que son necesarios | 541 | 1 | 5 | 2.00 | .96 | .13** | .07 | .05 |
| 25.La materia que se imparte en las clases de estadística es muy poco interesante | 541 | 1 | 5 | 3.15 | 1.14 | -.15** | .00 | .01 |

Nota. Significativa al 5% (*) y al 1% (**)

(Tabla 3. Continuación)

| CRITERIOS | N | Mín | Máx | Media | S | Rho1° | Rho2° | Rho3° |
|---|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-------|-------|
| 1° ¿Cómo valora su formación actual para el manejo de recursos estadísticos al servicio de la investigación? | 541 | 1 | 5 | 2.76 | .91 | 1.00 | -.03 | .08 |
| 2° Importancia que doy a estar actualizado mediante lecturas, consulta de revistas, asistencia a seminarios, congresos o a cursos de formación etc. | 542 | 1 | 5 | 4.14 | .70 | -.03 | 1.00 | .29** |
| 3° Importancia que doy a distinguir y enseñar a discriminar entre lo que es cierto, lo que es probable y lo que es falso | 542 | 1 | 5 | 4.12 | .76 | .08 | .29** | 1.00 |

Nota. Significativa al 5% (*) y al 1% (**)

Evidencias de validez estructural y convergente

Dado el incumplimiento del supuesto de normalidad (tabla 4), se parte de una matriz de correlaciones policóricas y se utilizan estimadores robustos (ULSMV) en los 11 modelos testados, que se describen y resumen en las tablas 5 y 6.

Tabla 4. Prueba de simetría y curtosis multivariada

| | Estadístico | P valor |
|----------|-------------|---------|
| Simetría | 321.382 | .000 |
| Curtosis | 1327.736 | .000 |

Tabla 5. Dimensionalidad del constructo y relación de cada ítem con su factor en los cinco principales modelos.

| Ítem | Modelo Propuesto | Auzmendi (1992) | Tejero y Castro (2011) | Méndez y Macía (2007) | Darías (2000) |
|------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| 1. | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| 6. | 1 | 1 | | 3 | 3 |
| 11. | 1 | 1 | | 3 | 3 |
| 20. | | 1 | | | 2 |
| 21. | 1 | 1 | | 1 | 3 |
| 24. | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 2. | 2 | 2 | | 2 | 1 |
| 7. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 12. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 17. | 2 | 2 | | 2 | 1 |
| 22. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 3. | 3 | 3 | | 4 | 1 |
| 8. | 3 | 3 | | 4 | 1 |
| 13. | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 |
| 18. | 3 | 3 | | 4 | 1 |
| 23. | 3 | 3 | | 3 | 4 |
| 4. | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 |
| 9. | 4 | 4 | | 1 | 2 |
| 14. | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 |
| 19. | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 |
| 5. | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| 10. | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| 15. | 5 | 5 | | 2 | 4 |
| 16. | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 25. | 5 | 5 | | 3 | |

Junto a los modelos descritos en la tabla 5, los de Auzmendi y Darias se someten a prueba incluyendo un factor de segundo orden. Además, en el modelo Auzmendi se estudia el ajuste eliminando el ítem 20 y el 25, que fueron descartados en validaciones

previas, y suponiendo la unidimensionalidad del constructo y la ortogonalidad entre factores. En la tabla 6 se ofrecen los índices estandarizados, ya que son los que permiten una evaluación comparativa de los modelos.

Tabla 6. Índices de ajuste de los modelos estimados

| Modelo | χ^2 | d.f. | p | χ^2 /d.f. | RMSEA | IC 90% | | CFI | TLI |
|-----------------------------------|----------------|------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | LI | LS | | |
| 1) Modelo propuesto | 775,242 | 237 | .000 | 3,271 | .066 | .061 | .071 | .923 | .911 |
| 2) Auzmendi (1992) | 1099,4 | 265 | .000 | 4,149 | .078 | .073 | .083 | .882 | .867 |
| 3) Darias (2000) | 1145,802 | 246 | .000 | 4,658 | .084 | .079 | .189 | .871 | .856 |
| 4) Méndez y Macía (2007) | 1615,261 | 246 | .000 | 6,566 | .103 | .099 | .108 | .809 | .786 |
| 5) Tejero y Castro (2011) | 373,74 | 51 | .000 | 7,328 | .109 | .099 | .12 | .892 | .86 |
| 6) 3 con factor de segundo orden | 2524,152 | 249 | .000 | 1.137 | .133 | .128 | .137 | .675 | .640 |
| 7) 2 sin ítem 20 | 1022,752 | 244 | .000 | 4,192 | .079 | .074 | .084 | .891 | .876 |
| 8) 2 sin ítem 25 | 2238,191 | 244 | .000 | 9,173 | .125 | .121 | .13 | .715 | .678 |
| 9) 2 unidimensional | 2858,598 | 275 | .000 | 1.395 | .134 | .13 | .139 | .635 | .602 |
| 10) 2 con factor de segundo orden | 279.586 | 271 | .000 | 1.297 | .134 | .129 | .138 | .644 | .601 |
| 11) 2 sin correlaciones | 5108,575 | 275 | .000 | 18,577 | .184 | .179 | .188 | .318 | .256 |

El modelo original de Auzmendi (2) es el que muestra un mejor ajuste, ajustando mejor que un modelo unidimensional (9). Tampoco el modelo 10, con un factor general de segundo orden, ni el 7 ni el 8, que eliminan los ítems 20 y 25 respectivamente, consiguen mejorar los resultados del modelo original. El modelo 11 que estima factores no correlacionados, como una solución varimax, obtiene el ajuste más pobre. Tampoco los modelos propuestos en los trabajos previos consiguen con este método y en esta muestra unos índices de ajuste que puedan considerarse aceptables. El más próximo en ajuste estadístico al original es el de Darias (2000), pero la organización de ítems y factores de ese estudio se aleja de la propuesta teórica de Auzmendi. El modelo propuesto (figura 1), muy próximo al original, logra el mejor ajuste, considerando aquellos

índices de modificación con significado teórico, que sugieren mover el ítem 24 del factor de agrado (F4) al de utilidad (F1), eliminar el ítem 20 y correlacionar los residuos de los ítems 2 y 14, 2 y 4, 16 y 21, 17 y 22, 16 y 19.

En el modelo propuesto, se ha estudiado la validez convergente (tabla 7). Atendiendo al AVE, cuatro factores obtienen valores próximos .5 y solo en la última dimensión hay en promedio más error en los ítems que parte explicada por el factor latente. En conjunto, el modelo consigue explicar el 48% de variabilidad de los datos. Los coeficientes de fiabilidad avalan una adecuada validez convergente, salvo en F5 donde los resultados obtenidos son simplemente aceptables.

Figura 1. Modelo propuesto con pesos y correlaciones entre errores

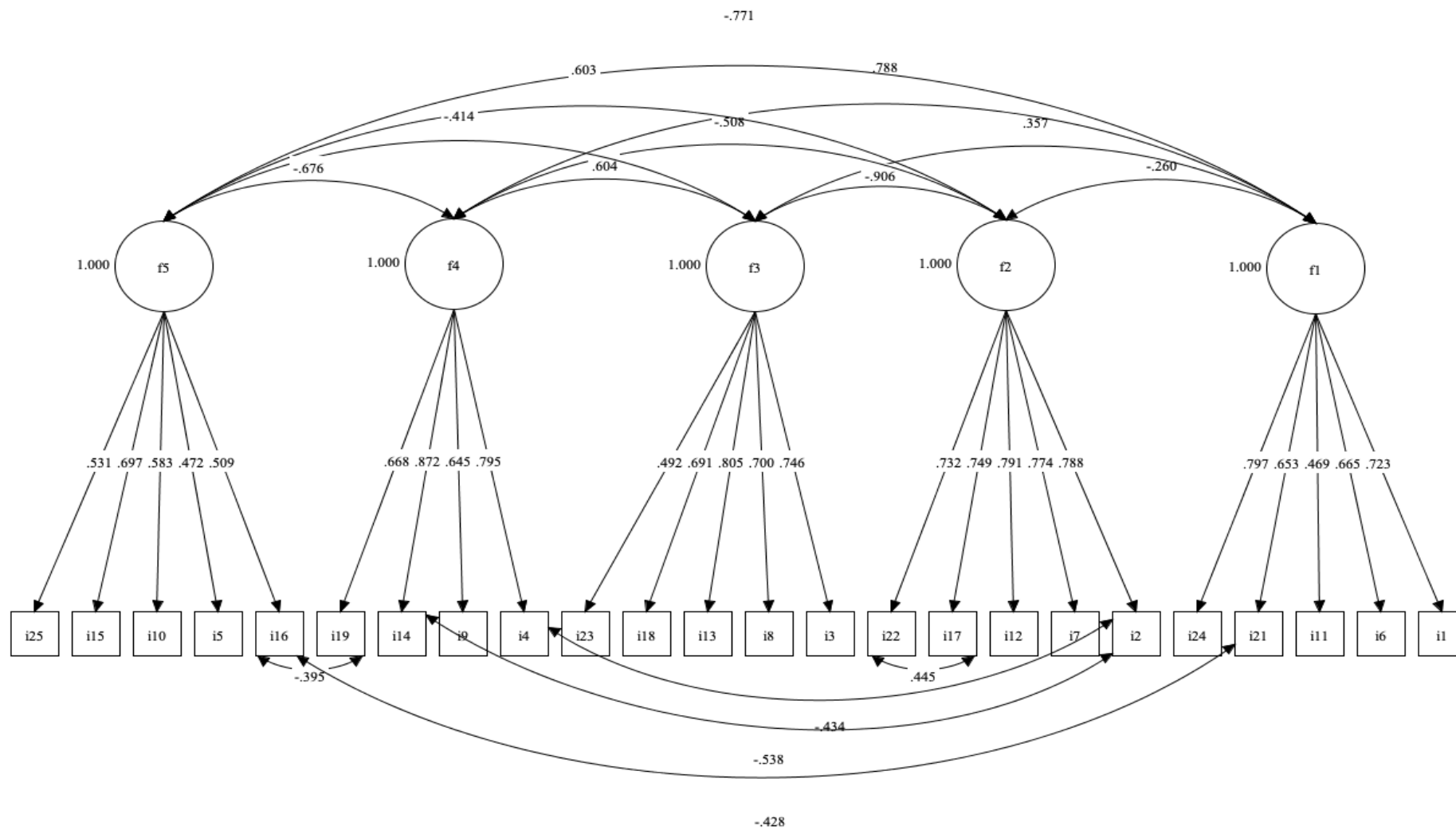


Tabla 7. Validez convergente con AVE y fiabilidad

| Factor | AVE | Fiabilidad Compuesta | Alfa de Cronbach Ordinal |
|-------------------|------------|-----------------------------|---------------------------------|
| F1(Utilidad) | .450 | .799 | .803 |
| F2(Ansiedad) | .588 | .877 | .889 |
| F3(Confianza) | .483 | .820 | .82 |
| F4(Agrado) | .564 | .836 | .842 |
| F5(Desmotivación) | .318 | .696 | .702 |

Según la varianza compartida entre el ítem y el factor (tabla 8), los ítems mejor representados en el modelo de medida propuesto son el 14, 13 y 24 y los peor representados el 11 y 5, siendo todas las R² significativas.

Tabla 8. Relación entre variables latentes y observadas

| Factor | ítem | R² | Peso | ET | P valor |
|---------------|-------------|----------------------|-------------|-----------|----------------|
| 1 | 1 | .523 | .723 | .031 | .000 |
| 1 | 6 | .443 | .666 | .029 | .000 |
| 1 | 11 | .22 | .469 | .037 | .000 |
| 1 | 21 | .426 | .653 | .036 | .000 |
| 1 | 24 | .636 | .797 | .027 | .000 |
| 2 | 2 | .621 | .788 | .022 | .000 |
| 2 | 7 | .599 | .774 | .023 | .000 |
| 2 | 12 | .625 | .791 | .019 | .000 |
| 2 | 17 | .56 | .748 | .024 | .000 |
| 2 | 22 | .536 | .732 | .024 | .000 |
| 3 | 3 | .557 | .746 | .027 | .000 |
| 3 | 8 | .49 | .700 | .026 | .000 |
| 3 | 13 | .648 | .805 | .02 | .000 |
| 3 | 18 | .477 | .691 | .027 | .000 |
| 3 | 23 | .242 | .492 | .035 | .000 |
| 4 | 4 | .633 | .796 | .025 | .000 |
| 4 | 9 | .416 | .645 | .033 | .000 |
| 4 | 14 | .761 | .872 | .02 | .000 |
| 4 | 19 | .447 | .669 | .03 | .000 |
| 5 | 5 | .223 | .472 | .036 | .000 |
| 5 | 10 | .34 | .583 | .042 | .000 |
| 5 | 15 | .485 | .696 | .035 | .000 |
| 5 | 16 | .259 | .509 | .036 | .000 |
| 5 | 25 | .282 | .531 | .039 | .000 |

Por último, se obtienen las correlaciones entre factores (tabla 9), que resultan significativas y por encima de .25 en todos los

casos. Los factores de utilidad (F1) y ansiedad (F2) tienen la menor relación y, como era esperable, la utilidad correlaciona intensamente con el agrado (F4) y con similar intensidad, pero inversamente con la falta de motivación (F5). La correlación mayor es entre ansiedad (F2) y confianza (F3), que aparecen como dimensiones prácticamente opuestas.

Tabla 9. Correlaciones entre factores

| | Correlación | E.T | P Valor |
|--------------|--------------------|-------------|----------------|
| F1-F2 | -.26 | .045 | .000 |
| F1-F3 | .357 | .044 | .000 |
| F1-F4 | .788 | .024 | .000 |
| F1-F5 | -.771 | .029 | .000 |
| F2-F3 | -.906 | .015 | .000 |
| F2-F4 | -.508 | .036 | .000 |
| F2-F5 | .603 | .038 | .000 |
| F3-F4 | .604 | .034 | .000 |
| F3-F5 | -.414 | .049 | .000 |

Evidencias de validez predictiva de los ítems de la EAE

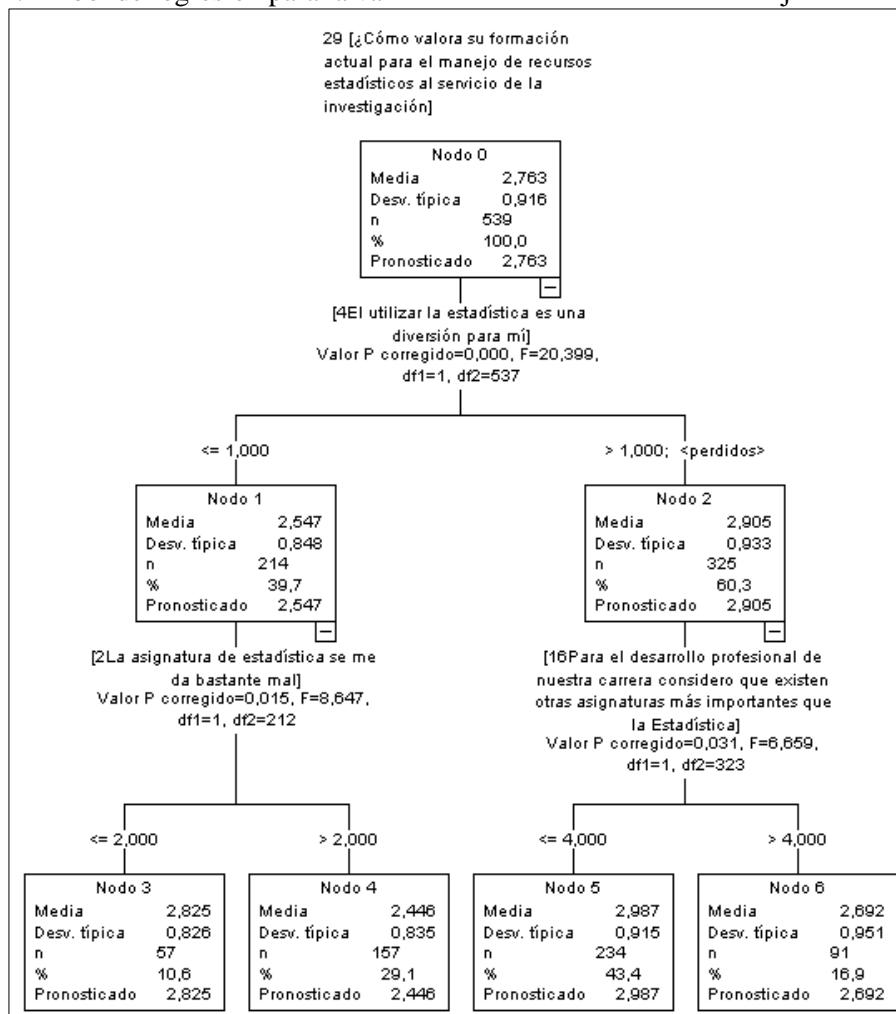
Desde una perspectiva bivariada, los índices de validez de los ítems son las correlaciones de cada uno con el criterio. Estos valores, calculados con la fórmula de Spearman, se ofrecen en las tres últimas columnas de la tabla 3. Con un enfoque multivariado de árboles de regresión, ajustado a datos ordinales, introduciendo en el modelo los 25 ítems de la escala de Auzmendi (1992) como predictores, y, como criterio, el que en cada caso interesa, se obtienen los tres árboles CHAID que se ofrecen a continuación (similares a los obtenidos con CART).

Primero se explora la relación de las actitudes hacia la estadística con la autopercepción competencial en dicha materia (criterio 1º), como indicador de desempeño en su uso para la investigación (1=muy deficiente; 2=insuficiente; 3=suficiente; 4=buena; 5=excelente). En la figura 2 se observa (nodo 0) que los 539 sujetos que han respondido tienen en el criterio una media de 2.763 y una desviación típica de .916, esto es, como grupo, no llegan a considerar su manejo de la estadística como suficiente. Los ítems del EAE que mejor discriminan en esta variable son el 4 (F4 agrado), poniendo el punto de corte entre 1, nada divertido, y los demás, lo que da lugar a los nodos 1 y 2, con medias en la VD de 2.547 y 2.905, diferentes significativamente ($p=.0$); el ítem 2 (F2 ansiedad), que discrimina significativamente a los que tienen total desacuerdo o desacuerdo del resto, dando lugar

a los nodos 3 y 4 en los que la diferencia de medias en la VD es significativa al 5% ($p=.015$); y el ítem 16, de desmotivación (F5), (en el que se discrimina a los que contestan 5, total acuerdo, de todos los demás, dando lugar a los nodos 5 y 6, con medias en la VD de 2.987, la más alta, y 2.592, cuya diferencia también es significativa al 5% con $p=.031$). Los 157 sujetos que piensan que tienen un menor manejo están en el nodo 4: están de acuerdo, muy de acuerdo o totalmente de acuerdo en que la estadística se les da mal, y no les divierte en absoluto.

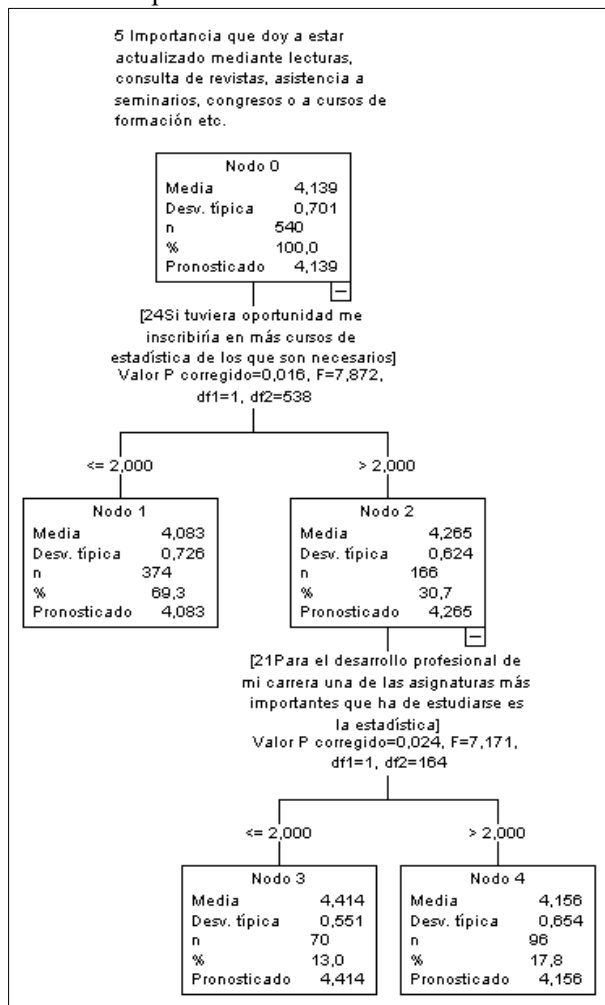
El orden de los ítems del EAE según su importancia en la explicación de este criterio según CART es: 16, 4, 25, 2, 19, 1, 9, 14, 24, 21, 7, 12, 15, 6, 8, 17, 13, 20, 11, 18, 22, 10 y 5.

Figura 2. Árbol de regresión para la variable “autoevaluación en el manejo de la estadística”



También se explora la utilidad de los ítems del EAE para discriminar entre los estudiantes de magisterio que otorgan más o menos importancia al hecho de estar actualizados mediante la consulta de revistas, asistencia a congresos, variable tomada como criterio 2º (figura 3).

Figura 3. Árbol de regresión para la variable “importancia de la actualización”



En general, los estudiantes consultados dan bastante importancia a este aspecto (media=4.139), que se incrementa para quienes estudiarían más estadística si pudieran, aunque no la consideran la asignatura más importante de la carrera (nodo 3). Los ítems que mejor discriminan en este caso son el 24 (con punto de corte entre 1 y 2) y el 21 (con punto de corte entre 2 y 3), ambos del factor de utilidad (F1) en el modelo propuesto. Los sujetos que menos

importancia otorgan a la actualización se sitúan en el nodo 1.

En la tabla de importancia normalizada de CART aparecen 22 ítems, y no son importantes para este criterio el 10, 11 y 20.

Por último, se estudia el criterio 3º o utilidad de los ítems del EAE para discriminar entre sujetos y predecir la importancia que los estudiantes de magisterio consultados dan al hecho de enseñar cosas ciertas (figura 4). En general, todos los encuestados dan importancia al aspecto evaluado (media 4.126 sobre 5) que se incrementa en el grupo que está muy de acuerdo o totalmente de acuerdo con el hecho de que la estadística es importante (nodo 2). El ítem 1, del factor utilidad (F1), con punto de corte por encima de 3, da lugar a dos nodos con diferencia significativa en la VD (p=.005) y, aunque no aparecen en el árbol, otros ítems importantes según CART son el 24, 14, 4 y 6, de los factores de utilidad y agrado (figura 5). Hay 20 ítems del EAE que no son relevantes con relación a este criterio.

Figura 4.

Árbol de regresión para la variable “importancia de enseñar a discriminar entre lo cierto y lo falso”

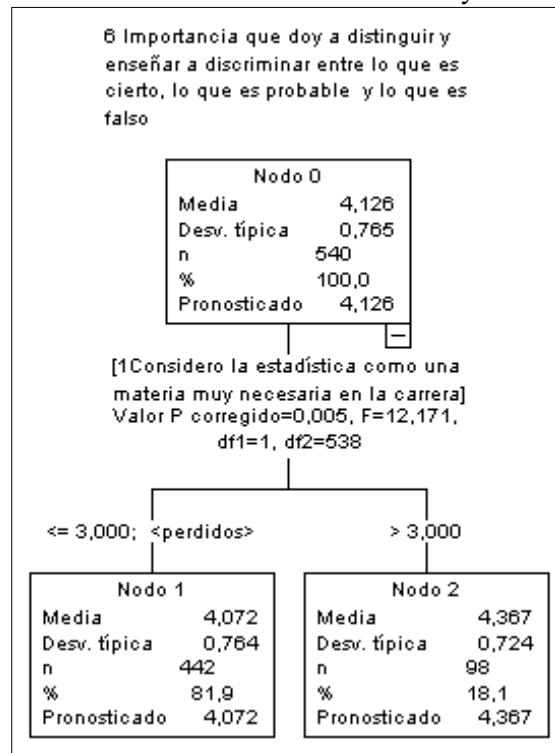
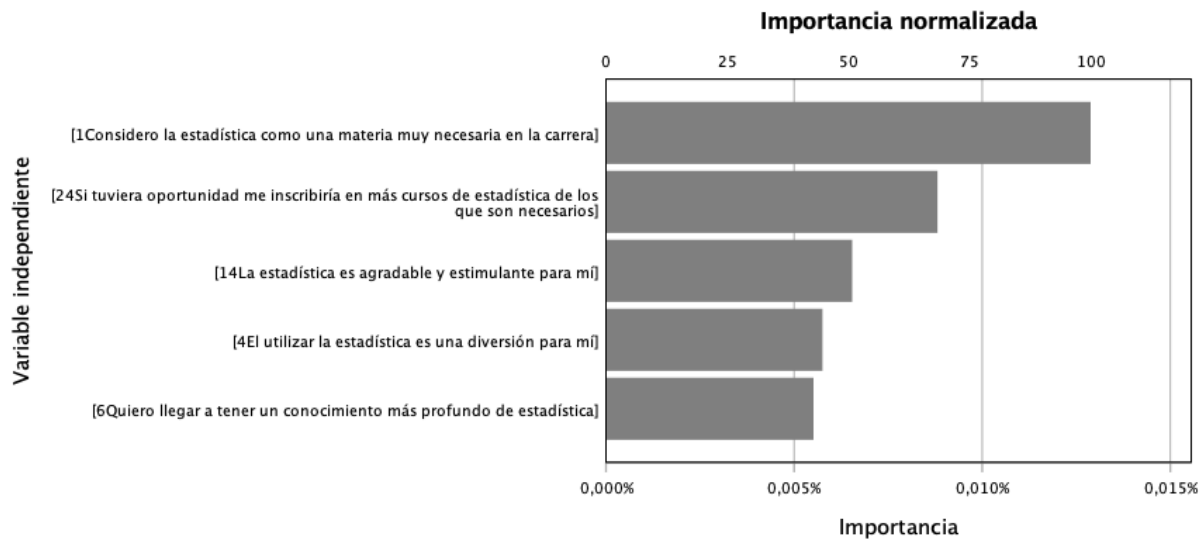


Figura 5. Gráfico de importancia de los predictores



Método de crecimiento: CRT

Variable dependiente: 6 Importancia que doy a distinguir y enseñar a discriminar entre lo que es cierto, lo que es probable y lo que es falso

Discusión y conclusiones

Los resultados permiten concluir que los futuros maestros tienen hacia la estadística unas actitudes no demasiado positivas, considerándola poco útil y bastante poco agradable, aunque no experimentan ansiedad, manifiestan confianza y están medianamente motivados. Por otra parte, se obtiene que los participantes no valoran su manejo de la estadística como suficiente para realizar investigación, pero muestran interés por estar actualizados y poder discriminar entre lo cierto y lo falso.

Con relación al primer objetivo, la estructura factorial de la EAE propuesta por Auzmendi (1992), con 25 ítems y 5 factores, obtiene aceptables valores de ajuste, salvo en los índices comparativos. El modelo de medida mejora quitando el ítem 20, cambiando el 24 de dimensión y correlacionando algunos errores. Estas modificaciones se proponen atendiendo a un criterio empírico, pero considerando al mismo tiempo su significado teórico. La opción de eliminar el ítem 20 se ve avalada por los índices de validez y los árboles, en los que no aparece como relevante para

ningún criterio, y los indicadores de fiabilidad y validez convergente empleados apoyan la consistencia del modelo de medida propuesto. Los otros modelos testados no resultan tan satisfactorios con este método y para este colectivo. El modelo de Darías (2000), que reduce las dimensiones a cuatro, obtiene un valor de ajuste global que podría considerarse como aceptable, pero a costa de modificaciones estructurales que se alejan teóricamente de la propuesta original y con un RMSEA alto. La propuesta de Tejero y Castro (2011) obtiene un ajuste global ($\chi^2/g.l$) por encima de 5 y un RMSEA alto, aunque el CFI y TLI son similares a los obtenidos en el modelo de Auzmendi (1992) y explica un 59% de la varianza. Respecto a la propuesta de Méndez y Macía (2007), el porcentaje de varianza explicada resulta del 74%, que mejora lo reportado por los autores, pero ni el cociente de $\chi^2/g.l$ ni los índices de ajuste incremental logran valores aceptables.

En cuanto al segundo objetivo, centrado en el estudio de la utilidad de la EAE para la toma de decisiones formativas, se concluye que las actitudes hacia la estadística se relacionan con la autoevaluación del desempeño en esta

materia, siendo los ítems más relevantes, según el análisis multivariado realizado, el 2, 4 y 16, por lo que en esta relación intervienen fundamentalmente elementos de ansiedad, agrado y motivación. En la relación entre las actitudes y el interés por el conocimiento crítico y reflexivo (Betancur et al., 2012) y por estar actualizado, para lo cual la estadística aporta el lenguaje necesario (Gaviria, 2015), los ítems más relevantes son el 1, 21 y 24, de la dimensión de utilidad. Del estudio se deriva que la escala aporta indicadores de la importancia que los futuros profesores otorgan a la ciencia y a la investigación en su profesión. En este punto, conviene destacar como un aporte metodológico novedoso el uso de los árboles, que añade, al enfoque métrico más frecuentemente utilizado, centrado en la dimensionalidad del constructo, información sobre la utilidad diagnóstica y predictiva de las medidas (Álvarez Benítez y Asencio-Muñoz, 2020; Blanco et al., 2017).

Como limitaciones, cabe señalar que, al no haberse realizado un muestreo probabilístico, los resultados no son generalizables a la población de estudiantes de magisterio. Además, aunque los índices de ajuste del modelo propuesto son aceptables y comparables a los conseguidos por Rodríguez Santero y Gil Robles (2019) para el SATS-36, no son óptimos y el modelo consigue explicar solo el 48% de variabilidad de los datos. También hay que destacar la elevada correlación entre ansiedad (F2) y confianza (F3) que, con un valor de $-.9$, puede ser un indicador de que se trata de dos dimensiones prácticamente opuestas, lo que explicaría que a Darías (2000) se le junten en un factor, que denomina seguridad. Por último, para el estudio de la validez predictiva se utilizan como criterios unos ítems simples de alta inferencia, pero para obtener evidencias más consistentes, convendría usar datos objetivos de rendimiento, junto con medidas más fiables del interés por la actualización y la evidencia científica, que exigiría posiblemente el uso de diseños longitudinales.

Sin embargo, el estudio tiene implicaciones interesantes, al aportar evidencias de una

medida válida para evaluar la actitud de los futuros maestros hacia la estadística y, como prospectiva, para investigar sobre la relación entre actitud de los maestros y el interés por la ciencia de los niños, línea necesaria en un contexto en el que la formación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) es prioritaria. Y ello con el empleo de una metodología robusta idónea ante la falta de normalidad (Lloret-Segura et al., 2014) y con técnicas multivariadas adecuadas a datos ordinales.

Referencias

- AERA, APA., & NCME (2014). *Standards for Educational and Psychological Testing*. APA.
- Aiken, L. R. (1972). Research on attitudes toward mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 19(3), 229-234. <https://doi.org/10.5951/AT.19.3.0229>
- Álvarez Benítez, M.M., & Asencio-Muñoz, I.I. (2020). Evidencias de validez de una medida de competencias genéricas. *Educación XXI*, 23(2), 337-366. <https://doi.org/10.5944/educXX1.25896>
- Arteaga, B., & Navarro, E. (2013) ¿Se plantea una necesidad de formación estadística en el Grado de Maestro? En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 649-650). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Asencio-Muñoz, I., Ruiz de Miguel, C., & Castro Morera, M. (2015). Formación de maestros e investigación educativa: la percepción de los estudiantes de grado en la Universidad Complutense de Madrid. *Tendencias Pedagógicas*, 26, 217-236.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitarias*. Mensajero.
- Batanero, M. (2013). Sentido estadístico. Componentes y desarrollo. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas*

- Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria (pp. 55-61.). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Bauman, Z. (2013). *Modernidad líquida*. John Wiley & Sons.
- Bending, A.W., & Hughes, J.B. (1954). Student attitude and achievement in a course in introductory statistics. *Journal of Educational Psychology*, 45, 268-276. <https://doi.org/10.1037/h0057391>
- Betancur, H. M. R., Villamizar, R. M., & Prada, Á. R. (2012). Índice de actitud hacia la investigación en estudiantes del nivel de pregrado. *Entramado*, 8(2), 216-229.
- Blanco, Á. (2004). Enseñar y aprender Estadística en las titulaciones universitarias de Ciencias Sociales: apuntes sobre el problema desde una perspectiva pedagógica en J.C. Torre, & E. Gil (Eds.), *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje* (pp. 143-190). Servicio de publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas.
- Blanco, Á. (2008). Una revisión crítica de la investigación sobre las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la estadística. *Revista Complutense de Educación*, 19(2), 311-330. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0808220311A>
- Blanco, Á., Asencio, I., Carpintero, E., Ruiz de Miguel, C., & Expósito, E. (2017). Applications of hierarchical segmentation in measurement and evaluation of educational programs. Examples with a financial education program. *Educación XXI*, 20(2), 235-257. <https://doi.org/10.5944/educXX1.19039>
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen R.A., & Stone, C.J. (1984). *Classification and regression trees*. Chapman & Hall/CRC.
- Caballero, A., Blanco, L. J., & Guerrero, E. (2007). *Las actitudes y emociones ante las Matemáticas de los estudiantes para Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura. Investigación en Educación Matemática*. Comunicaciones de los grupos de investigación. XI Simposio de la SEIEM (41-52)
- Callahan, W. J. (1971). Adolescent attitudes toward Mathematics. *Mathematics Teacher*, 64, 751-755.
- Camilli-Trujillo, C., Arroyo-Resino, D., Asencio –Muñoz, I., & Mateos- Gordo, P. (2020). Hacia la educación basada en la evidencia: un método y un tema. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 4(6), 69-85. <https://doi.org/10.15658/10.15658/rev.electron.educ.pedagog20.05040606>
- Carmona, J. (2002). *La teoría de facetas y el escalamiento multidimensional en la elaboración y validación de cuestionarios de actitudes. Una aplicación al dominio de las actitudes hacia la estadística*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Carmona, J. (2004). Una Revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la estadística. *Statistics Education Research Journal*, 3(1), 5-28.
- Cimpoero, S., & Roman, M. (2018). Statistical Literacy and Attitudes Towards Statistics of Romanian Undergraduate Students. MPRA. No.90452. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/90452/>
- Cordero, Z. R. V. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 33(1), 155-165. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>
- Darias, J. (2000), Escala de actitudes hacia la estadística *Psicothema*, 12(2),175-178
- Dutton, W. (1954). Measuring attitudes toward arithmetic. *The Elementary School Journal*, 55, 24-31. <https://doi.org/10.1086/458640>
- Dutton, W. H., & Blum, M. P. (1968). The measurement of attitudes toward arithmetic with a Likert-type test. *Elementary School Journal*, 68, 259-264. <https://doi.org/10.1086/460443>
- Estrada A., Bazán J., & Aparicio, A. (2010). Un estudio comparativo de las actitudes hacia la estadística en profesores españoles

- y peruanos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 24, 45-56.
- Estrada, A., Batanero, C., & Fortuny, J. (2004). Un Estudio Comparado de las Actitudes hacia la Estadística en Profesores en Formación y Ejercicio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 263-274. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3888>
- Estrada, A. (2002). *Actitudes hacia la estadística e Instrumentos de evaluación. Jornadas Europeas de Estadística*. Palma de Mallorca
- Estrada, A. (2009). *Las actitudes hacia la estadística en la formación de los profesores*. Milenio.
- Evans, B. (2007). Student attitudes, conceptions and achievement in introductory undergraduate college statistics. *The Mathematics Educator*, 17(2), 24-30.
- Fernández-Cézar, R., & Aguirre Pérez, C. (2010). Actitudes iniciales hacia las matemáticas de los alumnos de grado de magisterio de Educación Primaria: Estudio de una situación en el EEES. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, 23, 107-116
- Finney, S. J., & Schraw, G. (2003). Self-efficacy beliefs in college statistics courses. *Contemporary Educational Psychology*, 28(2), 161-186. [https://doi.org/10.1016/S0361-476X\(02\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00015-2)
- Gal, I., Ginsburg, L., & Schau, C. (1997). Monitoring attitudes in learning statistics. towards an Assesment Framework en I. Gal, y J. Garfield (eds.), *The Assesment Challenge in Statistics Education*. IOS Press and International Statistical Institute.
- Gaviria, J.L. (2015). El papel de la investigación académica sobre la mejora de las políticas y de las prácticas educativas. *Participación Educativa*, 5, 42-49.
- Gómez, A., & Fernández, R. (2018). Los maestros y sus actitudes hacia las Matemáticas: un estudio sobre Educación Infantil y Primaria en España. *UNIÓN*. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 52, 186-200.
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Random House
- Kass, G.V. (1980). An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. *Applied Statistics*, 29(2), 119-127. <https://doi.org/10.2307/2986296>
- León, E., & Vaiman, M. (2013). Actitudes, experiencia previa y nivel de logro en Estadística en la carrera de Psicología en G. Contreras, M. Cañadas y P. Arteaga (eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*.
- Li, C. H. (2014). *The performance of MLR, USLMV, and WLSMV estimation in structural regression models with ordinal variables*. Michigan State University. <https://tinyurl.com/3fypvhos>
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A., & Tomás-Marco, 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>
- Lodico, M. G., Spaulding, D., & Voegtlee, K. H. (2004, April). *Promising practices in the teaching of educational research*. Paper presented at the American Educational Research Association Conference, San Diego, CA.
- López, W. O. F., & Molina, S. A. O. (2016). Actitudes hacia la estadística en la formación del profesorado para contextos multiculturales. *Revista Universitaria del Caribe*, 17(2), 27-37. <https://doi.org/10.5377/ruc.v17i2.3235>
- Martínez, G., & Soto, W. H. (2019). Pedagogía del dato: perspectiva desde la enseñanza de la estadística en la sociedad del dato. *Análisis*, 51(94), 141-158. <https://doi.org/10.15332/10.15332/s0120-8454.2019.0094.07>
- Maz-Machado, A., León-Mantero, C., & Casas, J.C. (2014) Actitudes hacia las

- matemáticas en estudiantes del grado de primaria. *Investigación en Educación Matemática XVIII* (p. 597). SEIEM
- Meller P., & Rappaprot D. (2004). Comparaciones internacionales de la dotación de profesionales y la posición relativa chilena en Brunner y Meller (comps.), *Oferta y demanda de técnicos en Chile. El rol de la información pública* (pp. 211-249). Editores Ril.
- Méndez, D., & Macía, F. (2007), Análisis factorial confirmatorio de la escala de actitudes hacia la estadística. *Cuadernos de Neuropsicología*, 3(1), 174–371.
- Mondéjar, J., & Vargas, M. (2010), Determinant factors of attitude towards quantitative subjects: differences between sexes. *Teaching and teacher education*, 26(3), 688-693. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.10.004>
- Muñoz, I. (2002). *Actitudes hacia la estadística y su relación con otras variables en alumnos universitarios del área de las Ciencias Sociales*. Tesis doctoral. Universidad Pontificia Comillas de Madrid
- Naya, M.C., Soneira, C., Mato, M.D., & Torre, E. de la (2014). Cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas en futuros maestros de Educación Primaria. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 1(2), 141-149. <http://dx.doi.org/10.17979/reipe.2014.1.2.11>
- Nolan, M. M., Beran, T., & Hecker, K. G. (2012). Surveys assessing students' attitudes toward statistics: A systematic review of validity and reliability. *Statistics Education Research Journal*, 11(2), 103-123. <https://doi.org/10.52041/serj.v11i2.333>
- Ordóñez, X. G., Romero, S. J., & Ruiz de Miguel, C. (2019). Actitudes hacia la Estadística en Alumnos de Educación: análisis de perfiles. *Revista de educación*, 385, 173-200. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-385-421>
- Papanastasiou, E. C., & Schumacker, R. (2014). Rasch rating scale analysis of the Attitudes Toward Research Scale. *Journal of applied measurement*, 15(2), 189-199.
- Roberts, D. & Saxe, J. (1982). Validity of a Statistics Attitude Survey: A follow-up study. *Educational and Psychological Measurement*, 42, 907-912. <https://doi.org/10.1177/001316448204200326>
- Roberts, D.M., & Bilderback, E.W. (1980). Realibility and Validity of a "Statistics Attitude Survey". *Educational and Psychological Measurement*, 4, 235-238.
- Rodríguez Feijoo, N. (2011). Actitudes de los estudiantes hacia la estadística. *Interdisciplinaria*, 28(2), 199-205.
- Rodríguez-Santero, J., & Gil-Flores, J. (2019). Actitudes hacia la estadística en estudiantes de Ciencias de la Educación. Propiedades psicométricas de la versión española del Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-36). *RELIEVE*, 25(1), art. 3. <http://doi.org/10.7203/relieve.25.1.12676>
- Ruiz de Miguel, C. (2015). Actitudes hacia la estadística de los alumnos del Grado en Pedagogía, Educación Social y Maestro de Educación Primaria en la UCM. *Educación XXI*, 18(2), 351-374. <http://doi.org/10.5944/educXX1.12158>
- Sánchez, J., Segovia, I., & Miñán, A. (2011). Exploración de la ansiedad hacia las matemáticas en los futuros maestros de Educación Primaria. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 15(3), 297-312.
- Schau C, Stevens, J, Daufhine T., & Del Vecchio, A. (1995). The development and validation of the survey of attitudes towards statistics. *Educational and Psychological Measuremen*, 55(5), 868–875. <https://doi.org/10.1177/0013164495055005022>
- Schau, C. (2003). Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-36). <http://evaluationandstatistics.com/>
- Suydam, M.N. (1984). Research report: Attitudes toward mathematics. *Aritmetic Teacher*, 32 (3) 12. <https://doi.org/10.5951/AT.32.3.0012>

- Tejero-González, C. M., & Castro-Morera, M. (2011). Validación de la escala de actitudes hacia la estadística en estudiantes españoles de ciencias de la actividad física y del deporte. *Revista Colombiana de Estadística*, 34(1), 1-14.
- Tourón, J., López-González, E., Lizasoain, L., García San Pedro, M. J., & Navarro, E. (2018). Alumnado español de alto y bajo rendimiento en ciencias en PISA 2015: análisis del impacto de algunas variables de contexto. *Revista de Educación*, 380, 156-184. <http://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-380-376>
- Valle, A., Regueiro, B., Piñeiro, I., Sánchez, B., Freire, C., & Ferradás, M. (2016). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de Educación Primaria: Diferencias en función del curso y del género. *European Journal of Investigation in Health*, 6(2), 119-132. <http://doi.org/10.30552/ejihpe.v6i2.161>
- Vanhoof, S., Kuppens, S., Castro, A. E., Vershaffel, L., & Onghena, P. (2011). Measuring statistics attitudes: structure of the survey of attitudes towards statistics (SATS-36). *Statistics Education Research Journal*, 10(1), 35-51. <https://doi.org/10.52041/serj.v10i1.354>
- Vásquez, C., Alvarado, H., & Ruz, F. (2019). Actitudes de futuras maestras de educación infantil hacia la estadística, la probabilidad y su enseñanza. *Educación Matemática*, 31(3), 177-202. <http://doi.org/10.24844/EM3103.06>
- Velandrino, A.P., & Parodi, L.H. (1999). *La escala de actitudes hacia la estadística (EAE): Desarrollo y propiedades psicométricas*. Actas de la Conferencia Internacional Experiencias y Perspectivas en la enseñanza de la Estadística, pp. 219-220. Florianópolis, Brasil, 20-22 de septiembre de 1999.
- Waters, L. K., Martelli, T. A., Zakrajsek, T., & Popovich, P. M. (1988). Attitudes toward statistics: An evaluation of multiple measures. *Educational and Psychological Measurement*, 48(2), 513-516. <http://doi.org/10.1177/0013164488482026>
- Wise, S. (1985). The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 45, 401-405. <https://doi.org/10.1177/001316448504500226>
- Xia, Y. (2016). Investigating the chi-square-based model-fit indexes for WLSMV and ULSMV estimators.
- Zapata, L., & Rocha, P. (2001). *Actitudes de profesores hacia la estadística y su enseñanza*. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil


Authors / Autores

Navarro-Asencio, Enrique (enriquen@ucm.es)  0000-0002-3052-146X

Doctor en Educación (premio extraordinario) por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Fue profesor adjunto en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) de 2012 a 2015. Actualmente es Profesor Titular en la UCM y miembro del grupo de investigación en “Medida y Evaluación de Sistemas Educativos”. Su línea de investigación está relacionada con la medición educativa y la evaluación del rendimiento académico y factores asociados.

Asencio-Muñoz, Inmaculada (macu@edu.ucm.es)  0000-0003-3523-570X

Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación (UCM) con premio extraordinario. Profesora Titular en el Departamento de Investigación y Psicología en Educación de la Facultad de Educación y miembro del Grupo de Investigación UCM consolidado Medida y Evaluación de Sistema Educativos. Sus principales líneas de trabajo son la metodología de investigación y evaluación.

Arroyo-Resino, Delia (delia.arroyo@unir.net)  0000-0002-3784-7745

Profesora contratada doctora en el área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación en la Universidad Internacional de la Rioja. Es miembro del grupo de investigación de la Universidad Complutense de Madrid "Medida y Evaluación de Sistemas Educativos". Sus principales líneas de investigación versan sobre metodología de investigación, análisis de datos en educación y psicometría.

Ruiz-De Miguel, Covadonga (covaruiz@edu.ucm.es)  0000-0002-6941-5402

Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación (UCM). Profesora Titular en el Departamento de Investigación y Psicología en Educación de la Facultad de Educación y miembro del Grupo de Investigación UCM consolidado Medida y Evaluación de Sistema Educativos. Sus principales líneas de trabajo son la metodología de investigación y el análisis de datos.



Revista ELectrónica de Investigación y EValuación Educativa
E-Journal of Educational Research, Assessment and Evaluation

[ISSN: 1134-4032]



Esta obra tiene [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

This work is under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).