



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DEL SURVEY OF
ATTITUDES TOWARD STATISTICS (SATS©) EN ESTUDIANTES DE
CIENCIAS E INGENIERÍA EN PERÚ**

Tesis para optar el
Título de Segunda Especialidad Profesional en Estadística en Investigación

Autor:

GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ

Asesor:

Dra. LUZ AURORA CARBAJAL ARROYO

Lima, Perú

2025

Jurado Calificador

Presidente: Dr. DANIEL JOSE BLANCO VICTORIO

Vocal: Mg. KETTY VERONICA DOLORES CERNA

Secretaria: Mg. MAYTE LUZMILA CASAÑO MEZA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	CIEZA GOMEZ GUSTAVO DARIO

Pertenecientes al programa de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ESTADÍSTICA EN INVESTIGACIÓN**, autores del trabajo titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DEL SURVEY OF ATTITUDES TOWARD STATISTICS (SATS®) EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN PERÚ**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ESTADÍSTICA EN INVESTIGACIÓN** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	CARBAJAL ARROYO LUZ AURORA	FACI	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **16%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3441885405**; fecha de entrega: **11/12/2025**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 11 de diciembre de 2025**



Firma del asesor

N° DNI: 08564337

ORCID: 0000-0001-5448-3528

DEDICATORIA

- ❖ A (la Dra.) Susy Janiree Altamirano Gálvez. Su apoyo y su afecto constantes, los cuales agradezco infinitamente, durante el desarrollo de la especialidad y el proceso de realización del presente trabajo de investigación, fueron indispensables e invaluable para mí. Sin su presencia, hubiera sido estadísticamente improbable que haya obtenido éxito en la obtención de este logro académico. Por lo tanto, manifiesto que toda influencia o repercusión positiva que conlleve mi labor como Especialista en Estadística en Investigación de aquí en adelante siempre será un crédito para ella.

- ❖ A la Dra. Luz Aurora Carbajal Arroyo. Mi mentora. Una excelente docente y persona. Desde el pregrado me mostró este maravilloso mundo de la estadística, que significó para mí un oasis en el ámbito de la medicina en aquel entonces. Y la vida (por suerte) quiso que continuara desarrollándome en ese mundo a través de una especialización. En cuanto vi la oportunidad de la segunda especialidad y ver que ella estaba en la organización de la misma, no dudé ni un segundo en convertirlo en mi siguiente proyecto académico y profesional. Espero y procuraré esforzarme para estar a la altura de sus enseñanzas, y representar a la universidad, nuestra UPCH, de la mejor manera.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A Dios.
- ❖ A mis padres.
- ❖ A todos mis docentes de la Segunda Especialidad, por sus enseñanzas, esfuerzo, paciencia, calidad académica e integridad como personas.
- ❖ Al personal del Departamento de Estadística, Demografía, Humanidades y Ciencias Sociales y al personal administrativo de la Unidad de Posgrado y Especialización de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, por su amabilidad en general y predisposición para ayudar.
- ❖ A mis amigos la Dra. Araceli Asunción y el Dr. Renzo Pérez, por brindarme un poco de su valioso tiempo y haberme ayudado durante la ejecución del presente trabajo.
- ❖ Al autor de la escala SATS© por su autorización para usar su instrumento en el presente trabajo.
- ❖ A mi mentor el Dr. Pedro Ortiz, por haberme guiado y animado en mis inicios en el mundo de la investigación.
- ❖ A mis maestros de matemática y ciencias de Trilce Marsano, por haber consolidado en mí, desde la secundaria, con su influencia, enseñanzas y amistad, esta pasión por los números.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del Problema	4
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases Teóricas	6
2.2.1 Validación de Cuestionarios	6
2.2.2 Métodos estadísticos para evaluar confiabilidad – consistencia interna	7
2.2.2.1 Cálculo del Coeficiente α de Cronbach	7
2.2.2.2 Cálculo del Coeficiente ω de McDonald	7
2.2.3 Métodos estadísticos para evaluar validez – validez de contenido	7
2.2.3.1 Cálculo del Coeficiente V de Aiken	7
2.2.4 Métodos estadísticos para evaluar validez – validez de constructo	8
2.2.4.1 Análisis Factorial	8
2.2.4.2 Validez Convergente y Validez Discriminante	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Tipo de investigación	15
3.2 Unidad de Análisis	15
3.3 Población de estudio	15
3.4 Identificación y Operacionalización de Variables	15
3.5 Muestreo	15
3.6 Selección de muestra	15
3.6.1 Criterios de Inclusión	15

3.6.2 Criterios de Exclusión	16
3.7 Técnica de Recolección de Datos	16
3.8 Procedimientos	17
3.9 Consideraciones éticas	17
3.10 Análisis Estadístico	18
IV. RESULTADOS	20
4.1 Validez de Constructo - Parte 1	20
4.2 Validez de Constructo - Parte 2.1	23
4.3 Confiabilidad	25
4.4 Validez de Constructo - Parte 2.2	27
4.5 Estadísticas descriptivas de los encuestados	32
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	48

RESUMEN

Introducción: Los cuestionarios deben ser validados para aplicarse y es de interés hacerlo porque presentan múltiples utilidades, como medir actitudes. El proceso de validación consta de determinar validez y confiabilidad, que involucra el uso de pruebas estadísticas. Sería importante disponer en Perú de un cuestionario ampliamente empleado que mida actitudes hacia la estadística, como el SATS©, en estudiantes de ciencias e ingeniería.

Objetivos: determinar las propiedades psicométricas de validez y confiabilidad del SATS© en estudiantes de ciencias e ingeniería.

Métodos: diseño observacional, de tipo transversal. Se aplicó el SATS©, de 36 ítems y 6 dimensiones (Esfuerzo, Afecto, Competencia Cognitiva, Dificultad, Valor e Interés), a estudiantes de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Se evaluaron la validez de constructo mediante análisis factorial confirmatorio, y, complementariamente, mediante la validez convergente y la validez discriminante; mientras que la consistencia interna, mediante los coeficientes α de Cronbach y ω de McDonald.

Resultados: Se consideraron 105 cuestionarios respondidos. El total de ítems del SATS© se redujo a 16 (55% de reducción), y se suprimió la dimensión Dificultad. Los índices de bondad de ajuste obtenidos fueron óptimos: Relación Chi-Cuadrado/Grados de Libertad (χ^2/GL): 1.32, Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA): 0.06, Índice de Ajuste Comparativo (CFI): 0.95, Índice de Tucker-Lewis (TLI): 0.96, y Residuo Estandarizado Medio Cuadrático (SRMR): 0.06. Se obtuvieron valores de coeficientes α de Cronbach entre 0.75 y 0.86, y ω de McDonald entre 0.74 y 0.86, que indicaron buena consistencia interna en cada una de las 5 dimensiones.

Conclusiones: Se determinaron las propiedades psicométricas de validez y confiabilidad del cuestionario SATS© con un modelo final de 16 ítems y 5 dimensiones, obteniendo índices de bondad de ajuste óptimos y resultados de buena consistencia interna. Se recomienda más estudios para validar el SATS© con el modelo original de 36 ítems y utilizar el modelo obtenido para validar una versión reducida del SATS© en los estudiantes de ciencia e ingeniería en Perú, con previa autorización del autor original.

Palabras Clave: Estudio de Validación, Cuestionario, Validez, Confiabilidad

ABSTRACT

Introduction: Questionnaires must be validated before they are applied, and it is important to do so because they have multiple uses, such as measuring attitudes. The validation process consists of determining validity and reliability, which involves the use of statistical tests. It would be important to have a widely used questionnaire in Peru that measures attitudes toward statistics, such as the SATS©, among science and engineering students.

Objectives: To determine the psychometric properties of the SATS©'s validity and reliability in science and engineering students.

Methods: An observational, cross-sectional design. The SATS©, consisting of 36 items and six dimensions (Effort, Affect, Cognitive Competence, Difficulty, Value, and Interest), was administered to students in the Faculty of Science and Engineering at the Universidad Peruana Cayetano Heredia. Construct validity was assessed through confirmatory factor analysis and, additionally, through convergent and discriminant validity. while internal consistency was measured using Cronbach's α and McDonald's ω coefficients.

Results: A total of 105 questionnaires were considered. The total number of SATS© items was reduced to 16 (55% reduction), and the Difficulty dimension was eliminated. The goodness-of-fit indices obtained were optimal: Chi-Square/Degrees of Freedom Ratio (χ^2/DF): 1.32, Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA): 0.06, Comparative Fit Index (CFI): 0.95, Tucker-Lewis Index (TLI): 0.96, and Standardized Root Mean Square Residual (SRMR): 0.06. Cronbach's α coefficients ranged from 0.75 to 0.86, and McDonald's ω coefficients ranged from 0.74 to 0.86, indicating good internal consistency in each of the 5 dimensions.

Conclusions: The psychometric validity and reliability properties of the SATS© questionnaire were determined with a final 16-item, 5-dimension model, yielding optimal goodness-of-fit indices and good internal consistency results. Further studies are recommended to validate the SATS© with the original 36-item model and to use the resulting model to validate a reduced version of the SATS© in science and engineering students in Peru, with prior authorization from the original author.

Keywords: Validation Study, Questionnaire, Validity, Reliability

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Los cuestionarios son instrumentos que se emplean para recopilar datos con fines de investigación, educativos, administrativos, clínicos, etc. Para ello, deben estar validados antes de su aplicación a la población de interés, puesto que así la información obtenida será útil y valiosa. La medición de la validez y la confiabilidad, propiedades psicométricas a evaluar en un proceso de validación, permite juzgar el rigor de la investigación respectiva, es decir, en qué dimensión los investigadores trabajaron en aumentar la calidad del estudio (1).

Asimismo, al validar un instrumento se da garantía que la información esté completa, sea replicable y que los resultados producidos sean precisos; sin embargo, muchas veces las propiedades psicométricas son ignoradas o no son medidas apropiadamente por los investigadores, especialmente en los países en vías de desarrollo (2), y posiblemente esto se deba a la falta de conocimiento de cómo medirlas.

Entre las utilidades de los cuestionarios se encuentra la de medir actitudes, las cuales son de gran interés en las ciencias sociales y campos relacionados (3), como la educación. La evaluación de actitudes ha permitido una mejor comprensión del aprendizaje en los estudiantes, determinándose que actitudes positivas en aquellos se asocian a una mayor disposición a aprender, un incremento en las expectativas de enseñanza y una reducción en los niveles de ansiedad; mientras que actitudes negativas, a resultados contrarios (4).

En las materias de estadística de educación superior, se ha intentado determinar la relación entre las actitudes de los alumnos hacia aquel curso y sus resultados (5). Es por ello que ha sido de interés para investigadores docentes crear y aplicar cuestionarios que permitan medir actitudes hacia la estadística. Schau et al. crearon un cuestionario denominado SATS© (Survey of Attitudes Toward Statistics), que evalúa 6 dimensiones en total: afecto, competencia cognitiva, valor, dificultad, interés y esfuerzo (6). El SATS© ha sido traducido, validado y aplicado en estudiantes de nivel universitario de diversos países (7-12).

Sería importante disponer en nuestro medio un cuestionario que mida actitudes hacia la estadística en estudiantes de ciencias e ingeniería, como el SATS©, que haya sido validado previamente evaluándose las propiedades psicométricas de validez y confiabilidad.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuáles son las propiedades psicométricas de validez y confiabilidad del cuestionario SATS© en los estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia?

1.3 Justificación

En un gran porcentaje, el ámbito universitario significa la primera experiencia de llevar la materia de estadística en un nivel avanzado, y herramientas que permitan monitorizar determinantes para los resultados de enseñanza, como lo son las actitudes, serían de gran contribución. Que aquellos universitarios que se forman en ciencias e ingeniería logren obtener bases sólidas en estadística es indispensable para que puedan desarrollarse en competencias inherentes a sus carreras, como toma de decisiones basada en datos, modelado y predicción, comunicación de resultados, entre otros.

No se dispone en Perú de un cuestionario validado que mida actitudes hacia la estadística, como el SATS©, en estudiantes de ciencias e ingeniería. De concretizarse la validación, podría aplicarse el instrumento a estudiantes de diversas universidades del Perú, y se dispondría de un instrumento más para que los alumnos puedan verse beneficiados de potenciales intervenciones educacionales y psicológicas por parte de las autoridades universitarias, para mejorar u optimizar los resultados en los cursos de estadística de las profesiones respectivas.

1.4 Objetivos

Objetivo General

- Evaluar las propiedades psicométricas de confiabilidad y validez del cuestionario SATS© en estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

Objetivos Específicos

- Determinar la confiabilidad de consistencia interna del cuestionario SATS© en estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia
- Determinar la validez de constructo del cuestionario SATS© en estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

- En el 2024, se reportó la aplicación del SATS-36 A 1709 estudiantes de medicina en China, no eliminándose ningún ítem, aunque eliminando 3 dimensiones (Competencia Cognitiva, Afecto e Interés) y creando 2 nuevas; y obteniéndose valores de coeficiente α de Cronbach entre 0.706-0.917 en las 5 actitudes, e índices de bondad de ajuste: χ^2/GL (Relación Chi Cuadrado/Grados de Libertad): 2.89, RMSEA (Error de Aproximación Cuadrático Medio): 0.071, CFI (Índice de Ajuste Comparativo): 0.837 y SRMR (Residuo Estandarizado Medio Cuadrático): 0.091 (7).
- En el 2024, se reportó la aplicación del SATS-36 a 281 estudiantes de ingeniería y matemática en Costa Rica, eliminándose 6 ítems y 2 dimensiones (Interés y Esfuerzo); y obteniéndose valores de coeficiente α de Cronbach entre 0.79-0.92 y de coeficiente ω de McDonald entre 0.88-0.94 en las 4 actitudes, e índices de bondad de ajuste: RMSEA: 0.054, CFI: 0.98, TLI (Índice de Tucker-Lewis): 0.978 y GFI (Índice de Bondad de Ajuste): 0.992 (8).
- En el 2023, se reportó la aplicación del SATS-36 a 218 estudiantes de pregrado de la Universidad de Malasia Sarawak, eliminándose 6 ítems; y obteniéndose valores de coeficiente de confiabilidad compuesta entre 0.54-0.87 en las 6 actitudes, e índices de bondad de ajuste: χ^2/GL : 2.48, RMSEA: 0.079, GFI: 0.77, AGFI (Índice de Bondad de Ajuste Ajustado): 0.72 y CFI: 0.67 (9).
- En el 2020, se reportó la aplicación del SATS-28 a 119 estudiantes de pregrado de ciencias de la salud en Estados Unidos, no eliminándose ítems ni dimensiones; y obteniéndose valores de coeficiente α de Cronbach entre 0.716-0.903, e índices de bondad de ajuste: χ^2/GL : 1.55, RMSEA: 0.065, SRMR: 0.079 y CFI: 0.88 (10)
- En el 2020, se reportó la aplicación del SATS-28 a 143 estudiantes de educación en Malasia, eliminándose 14 ítems; y obteniéndose valores de coeficiente α de Cronbach entre 0.799-0.834, e índices de bondad de ajuste: χ^2/GL : 1.51, RMSEA: 0.05, CFI: 0.956 y PNFI (Índice Normado de Ajuste con Parsimonia): 0.599 (11).
- En el 2019, se reportó la aplicación del SATS-36 a 409 estudiantes de ciencias de la educación en España, eliminándose 6 ítems, eliminando 2 dimensiones y creando 1 nueva (Afecto – Competencia Cognitiva); y obteniéndose valores de

coeficiente α de Cronbach entre 0.72-0.86 y de coeficiente ω de McDonald entre 0.73-0.88, e índices de bondad de ajuste: χ^2/GL : 2.19, RMSEA: 0.055, CFI: 0.878, GFI: 0.873, RMR (Residuo Medio Cuadrático): 0.115 (12).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Validación de cuestionarios

La validación de cuestionarios es un proceso estructurado que, si bien es aplicado ampliamente, cuenta con varios enfoques de pasos de realización (13). Tsang et al. proponen el siguiente orden a continuación (14):

- Consideraciones preliminares: involucra identificar los constructos de interés.
- Proceso de desarrollo o traducción: dependiendo de si se dispone de un cuestionario o no, se traduce o se construye uno. En ambos casos, se debe establecer un comité de expertos para su aprobación. Finalmente se realiza un estudio piloto preliminar.
- Validación: involucra someter a prueba las propiedades de confiabilidad, con las evaluaciones de consistencia interna, prueba-reprueba, e inter-evaluador; y de validez, con las evaluaciones de validez de contenido, validez de constructo, entre otros.

Aithal et al., a su vez, plantean los siguientes pasos (15):

- Diseñar y desarrollar un cuestionario: involucra que el investigador indague e identifique varias características y constructos del problema en cuestión, para luego recolectar los datos.
- Probar el cuestionario a través de una prueba piloto: involucra aplicar el cuestionario final en una muestra pequeña de la población de interés. Si bien es cierto el poder estadístico se puede ver disminuido, el cuestionario puede refinarse más y así en la etapa final se minimice los errores.
- Determinar la confiabilidad del cuestionario: involucra verificar la consistencia interna del cuestionario, realizar pruebas de confiabilidad como test-retest, inter-observador, etc., y también identificar errores en el muestreo, características de los encuestados, aceptación de los evaluadores en la puntuación o escalas de medición.

- Determinar la validez del cuestionario: involucra reconocer qué se pretende medir, explicar qué tan bien la información recolectada cubre el área en investigación. Se incluyen pruebas como validez de contenido, validez de constructo, validez de criterio.

2.2.2 Métodos estadísticos para evaluar confiabilidad – consistencia interna

2.2.2.1 Cálculo del Coeficiente α de Cronbach

El coeficiente α de Cronbach (16) permite valorar la confiabilidad del cuestionario, al examinar la covariabilidad entre los ítems, y así evaluar la consistencia interna. Su fórmula de cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$\alpha = [k/(k-1)] * [1-(\sum\sigma_i^2/\sigma_x^2)]$$

En donde α representa el Coeficiente α de Cronbach, k representa el número de ítems del cuestionario, $\sum\sigma_i^2$ representa la sumatoria de las varianzas de cada ítem, y σ_x^2 representa la varianza total del cuestionario.

El coeficiente α de Cronbach oscila entre 0 y 1, y su magnitud aceptable se considera entre 0.7 y 0.9. Valores menores a 0.7 indican baja consistencia interna; mientras que mayores a 0.9, redundancia entre los ítems (17). Asimismo, se espera que los valores promedio de correlación entre ítems se hallen entre 0.3 y 0.9.

2.2.2.2 Cálculo del Coeficiente ω de McDonald

El coeficiente ω de McDonald (18) también permite valorar la confiabilidad del cuestionario, diferenciándose del coeficiente α de Cronbach en que no asume tau-equivalencia, es decir, que todos los ítems posean la misma carga factorial en relación al constructo. Su fórmula de cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$\omega = [(\sum\lambda_i)^2] / [(\sum\lambda_i)^2 + \sum\theta_i]$$

En donde ω representa el Coeficiente ω de McDonald, λ_i representa la carga factorial del ítem i en el factor común, y θ_i representa la varianza del error del ítem i . El coeficiente ω de McDonald oscila entre 0 y 1, y su magnitud aceptable se considera entre 0.7 y 0.9.

2.2.3 Métodos estadísticos para evaluar validez – validez de contenido

2.2.3.1 Cálculo del Coeficiente V de Aiken

El Coeficiente V de Aiken (19) permite valorar la validez del cuestionario al resumir las calificaciones (usualmente en escala ordinal) de cada ítem por parte de los jueces expertos, y así evaluar la validez de contenido. Su fórmula de cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$V = (\bar{X} - l) / k$$

En donde V representa el valor del Coeficiente V de Aiken, \bar{X} representa la media de calificaciones de los jueces expertos en cada ítem, l representa el menor valor posible de calificación para el ítem, y k representa la diferencia entre el mayor y menor valor posible del rango de calificaciones.

El coeficiente V de Aiken oscila entre 0 y 1, y su magnitud aceptable dependerá del rango de calificaciones y, sea del número de ítems del cuestionario o del número de jueces expertos. Para el rango de calificaciones se suele utilizar la escala de Likert.

2.2.4 Métodos estadísticos para evaluar validez – validez de constructo

2.2.4.1 Análisis Factorial

El análisis factorial busca identificar interrelaciones entre ítems y grupos de ítems, agrupando variables similares con un mismo “factor”, utilizando la información proporcionada de la matriz de correlación resultante (20). El objetivo final es hallar factores comunes latentes. Dependiendo de la circunstancia, se puede explorar (Análisis Factorial Exploratorio - AFE) o confirmar (Análisis Factorial Confirmatorio - AFC) dichos factores. A través de este análisis se evalúa la validez de constructo.

La ecuación del análisis factorial se expresa de la siguiente manera:

$$X_j = \sum F_m * \lambda_{jm} + \varepsilon_j$$

En donde X_j representa a la j -ésima variable (ítem), F_m representa el m -ésimo factor, λ_{jm} representa la carga factorial de la j -ésima variable en el m -ésimo factor, y ε_j representa el error de la j -ésima variable.

Shrestha propone los siguientes pasos a continuación al momento de realizar un análisis factorial exploratorio (20):

1. Evaluación de la idoneidad de los datos:
 - Tamaño de muestra: no existe un consenso en la actualidad, como una fórmula universal, para determinar el tamaño de muestra para análisis factorial. Distintos autores proponen, en base a diversos criterios, que el tamaño de muestra mínimo sea determinado por un número absoluto mínimo, o una relación mínima de número de participantes por pregunta, en relación a si el análisis factorial es exploratorio o confirmatorio (21).
 - Fuerza de la relación entre los ítems: se espera que el coeficiente de correlación entre ítems sea ≥ 0.3 y ≤ 0.8 en la matriz de correlación.

- Valor del Determinante: se espera que el valor del determinante de la matriz de correlación sea > 0.00001 . De ese modo, se establece que los ítems están correlacionados, pero con multicolinealidad baja.
- Medida de Adecuación del Muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): mide la adecuación de los datos, tanto por cada variable como por el modelo completo, para el análisis factorial (22). La ecuación de la medida KMO se expresa de la siguiente manera:

$$KMO_j = \frac{\sum_{i \neq j} R_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} R_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} U_{ij}^2}$$

Donde KMO_j representa la medida de adecuación de muestreo, R_{ij} representa la matriz de correlación, y U_{ij} representa la matriz de covarianza parcial. Los valores de KMO se encuentran en un rango entre 0 y 1, considerándose valores de 0.80 – 1.00 como adecuados, de 0.70 - 0.79 como aceptables, de 0.60 - 0.69 como mediocres, y menores a 0.60 como inaceptables.

- Prueba de Esfericidad de Barlett: es una prueba de contraste de hipótesis, siendo la hipótesis nula (H_0) que la matriz de correlación es una matriz identidad (que denotaría que los ítems no están correlacionados entre sí), y la hipótesis alternativa (H_1) que la matriz de correlación diverge suficientemente de una matriz identidad, y por tanto las variables están suficientemente correlacionadas (23). Su fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$\chi^2 = -\left(n - 1 - \frac{2p + 5}{6}\right) \times \ln|R|$$

Donde p representa el número de variables, n representa el tamaño de muestra total, y R representa la matriz de correlación.

2. Extracción Factorial:

- Criterio de Kaiser (Eigenvalue): el criterio determina extraer a todos los factores cuyos Eigenvalues superen la unidad. La magnitud del Eigenvalue de un factor representa la cantidad de varianza total explicada por aquel factor, sin rotación previa. A su vez, el Eigenvalue se puede interpretar

como la relación entre la varianza común y la varianza específica explicada por el factor.

3. Rotación Factorial:

- Mientras una solución factorial no rotada explica la máxima cantidad de varianza con un mínimo número de factores, en el caso del análisis factorial exploratorio se puede realizar rotación de los ejes factoriales con el objetivo de obtener un patrón de cargas factoriales más claro. Dependiendo de la premisa de que los factores estén correlacionados o no, la rotación puede ser ortogonal u oblicua respectivamente. Se dispone de diversos métodos de rotación, como, por ejemplo, VARIMAX (rotación ortogonal) o PROMAX (rotación oblicua). Las variables se ligarán a aquellos factores en donde la carga factorial fue significativa. Se espera, a su vez, que las variables no estén ligadas significativamente a más de 1 factor.

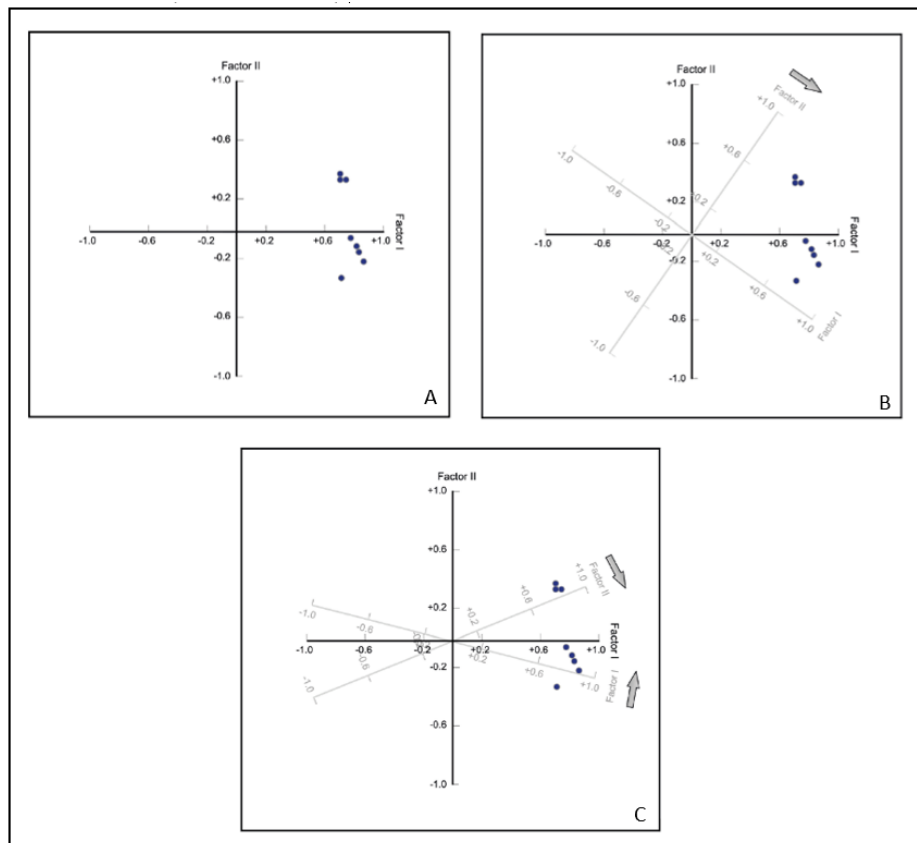


Figura 2.1 Gráficas de Ejes Factoriales. **A.** Sin rotar. **B.** Con Rotación Ortogonal.

C. Con Rotación Oblicua. Imágenes de Watkins, M. V. (24).

Awang propone al momento de realizar un análisis factorial confirmatorio los siguientes pasos (25):

1. Realizar el modelo de medición combinado (modelo estructural): en el modelo se toma en cuenta todos los constructos, y no solo uno a la vez. Es decir, los modelos de medición se relacionan en base a las variables latentes. En consecuencia, los grados de libertad aumentan.
2. Examinar los índices de bondad de ajuste: existen diversas pruebas de bondad de ajuste, catalogadas en diferentes categorías (26):
 - Absolutas: Mide la bondad de ajuste general de los modelos estructural y de medición de forma colectiva. Este tipo de medida no hace ninguna comparación con un modelo nulo especificado, ni se ajusta para el número de parámetros en el modelo estimado. Ejemplo: Prueba de Chi cuadrado (χ^2), Criterio de Información de Akaike (AIC), Criterio de Información Bayesiano (BIC)
 - Comparativas o Incrementales: Mide la bondad de ajuste que compara el modelo “actual” con un modelo “nulo” (independiente) para determinar el grado de mejora (“incremento”) sobre el modelo nulo. Ejemplos: CFI, TLI.
 - Parsimoniosas: Mide la bondad de ajuste representando el grado del ajuste del modelo por coeficiente estimado. Esta medida intenta corregir cualquier sobreajuste del modelo. Ejemplos: RMSEA, SRMR.

Schreiber et al. resumen los criterios de punto de corte para las diferentes pruebas de bondad de ajuste (27). Algunos de ellos son:

- χ^2 : Relación de χ^2 a grados de libertad $\leq 2-3$, útil para modelos anidados / recorte de modelos.
- AIC: Cuanto menor sea el valor, mejor; bueno para la comparación de modelos (no anidados).
- BIC: Cuanto menor sea el valor, mejor; bueno para la comparación de modelos (no anidados).
- RMSEA: $< 0.06-0.08$, con intervalo de confianza
- SRMR: ≤ 0.08
- CFI: ≥ 0.95
- TLI: ≥ 0.95

Si los índices obtenidos no alcanzan los valores requeridos, se identifica los ítems cuyas cargas factoriales son de menor magnitud.

3. Eliminar ítems que tengan una carga factorial baja (“ítem problemático”).
4. Probar el nuevo modelo de medición (el modelo después de que ítems problemáticos fueran eliminados)
5. Examinar los índices de bondad de ajuste.
6. Si los índices de bondad de ajuste todavía no son adecuados después de eliminar ítems con carga factorial baja, mirar los Índices de Modificación (IM), medidas de cuánto disminuiría el valor del estadístico χ^2 ante modificaciones respecto a la estructura del modelo (cambio de factor y covarianzas entre errores de ítems).
7. Altos valores de IM indican que hay ítems redundantes en el modelo. En ese caso, el investigador tiene 2 opciones:
 - a. Eliminar uno de los ítems redundantes (elegir el que tenga la carga factorial más baja). Probar el modelo de medición y repetir los pasos anteriores.
 - b. O establecer los ítems redundantes como parámetros libres, ejecutar el modelo de medición y repetir los pasos anteriores.

Para obtener el modelo de medición combinado se utiliza la técnica estadística multivariada “Modelos de Ecuaciones Estructurales” (SEM, por sus siglas en inglés Structural Equation Modeling). También conocida como Análisis de Estructura de Covarianzas. Su utilidad yace en que, además de las relaciones entre las variables observadas y las variables latentes, permite estudiar las relaciones de las variables latentes entre sí (los constructos) (28). Se plasma gráficamente mediante los Diagramas de Senderos o Path Diagram, utilizando símbolos por convención (29):

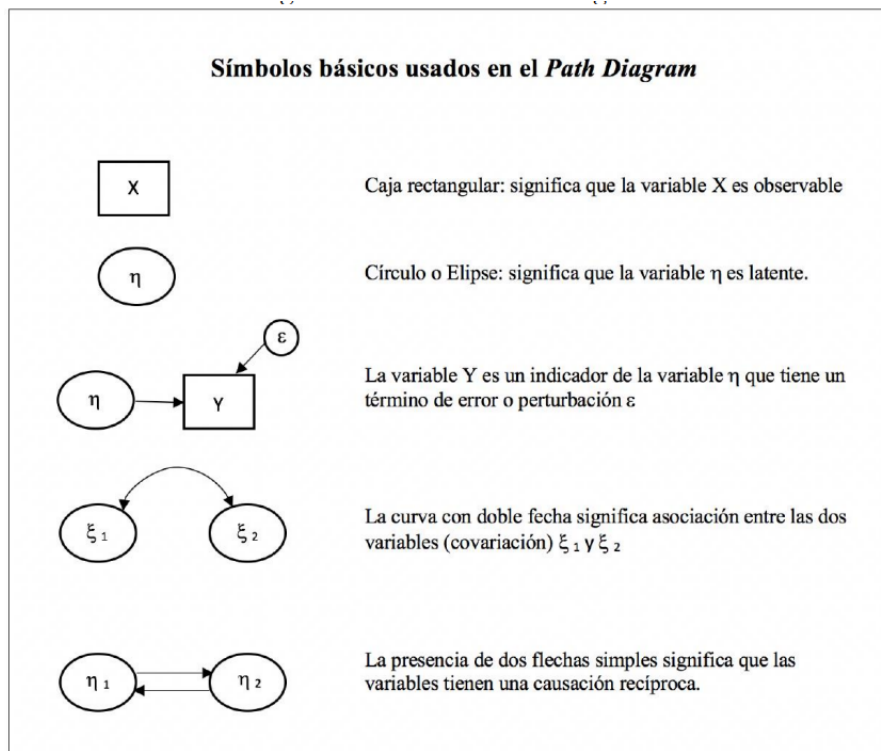


Figura 2.2. Símbolos del Path Diagram. Imagen de Lepera, A. (29).

Como ejemplo, se presenta uno de los diagramas de senderos del trabajo realizado por Escobedo, M. et al., en el que se estudió el impacto de factores ergoambientales (FEA) y socioculturales (FSC) para la satisfacción laboral (SL) en una población docente de la facultad de ingeniería industrial y manufactura en una universidad de México. En ella se describen, de izquierda a derecha, los errores de las variables observables, las variables observables, las cargas factoriales en cada variable, y las variables latentes asociadas (30).

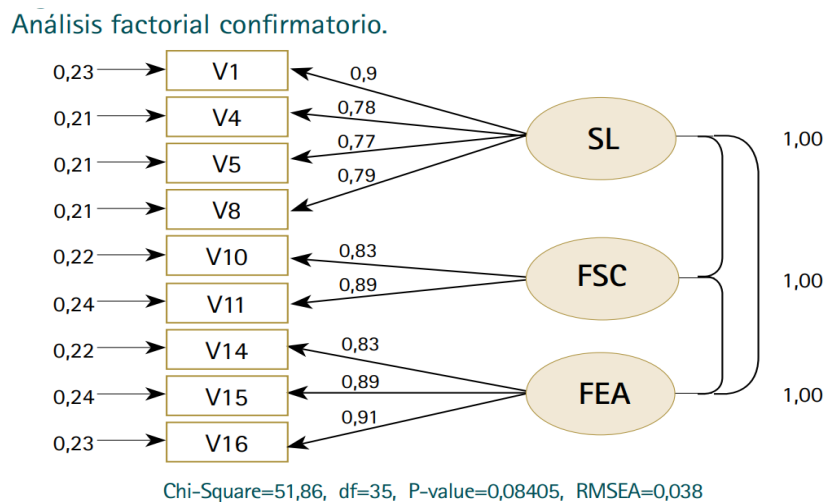


Figura 2.3 Análisis Factorial Confirmatorio representado en diagramas de senderos.

Imagen de Escobedo, M. et al. (30).

2.2.4.2 Validez Convergente y Validez Discriminante

La validez convergente indica la medida en la que están correlacionados positivamente los ítems de un mismo factor. Asimismo, la validez discriminante indica la medida en que un determinado factor difiere de los otros factores. Para su evaluación, se suele usar los criterios propuestos por Fornell-Larcker (31), en relación a la Varianza Media Extraída (AVE, por las siglas en inglés de Average Variance Extracted), y a la correlación entre uno de los factores con cualquier otro factor (más precisamente, la correlación cuadrática, SC por las siglas en inglés de Squared Correlation). La fórmula de cálculo del AVE se expresa de la siguiente manera:

$$AVE_j = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_{ij}^2}{\sum_{i=1}^k \lambda_{ij}^2 + \sum_{i=1}^k \theta_{ij}}$$

Donde AVE_j representa a la Varianza Media Extraída del factor j, λ_{ij} representa la carga factorial estandarizada del ítem i en el factor j, λ_{ij}^2 representa la varianza explicada en el ítem i por el factor j, θ_{ij} representa la varianza del error en el ítem i, y k representa el número de ítems que miden el constructo j.

Los criterios de Fornell-Larcker son los siguientes:

- $AVE_j \geq 0.5$, se cumple con validez convergente (el factor j es responsable de al menos el 50% de la varianza de sus ítems)
- $AVE_j \geq SC$ entre el factor j y cualquier otro factor, se cumple con validez discriminante (el factor j comparte más varianza con sus ítems que con cualquier otro factor)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de Investigación

Es un diseño observacional, de tipo transversal.

3.2 Unidad de Análisis

Un cuestionario SATS© respondido por un estudiante de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia que llevó el curso de estadística durante el ciclo académico 2023-I.

3.3 Población de Estudio

Todos los cuestionarios SATS© respondidos por los estudiantes de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia que llevaron el curso de estadística durante el ciclo académico 2023-I.

Se consideró programas de ciencias a las carreras de Biología, Química, Nutrición, y Farmacia y Bioquímica; mientras que, de ingeniería, a las carreras de Ingeniería Biomédica, Ingeniería Ambiental, e Ingeniería Informática. Los cursos de estadística de las carreras de ciencias (Estadística y Probabilidades) y de ingeniería (Bioestadística) solo difirieron en que en ingeniería se abarca los temas de Regresión Lineal Múltiple y Pruebas no paramétricas, pero compartieron el resto del contenido. Por tanto, no se consideró una diferencia significativa entre ambos grupos de carrera en relación al curso.

3.4 Identificación y Operacionalización de Variables

La confiabilidad y la validez, propiedades de interés de estudio en el presente trabajo, no son consideradas variables de la unidad de análisis (cuestionario SATS©). Sin embargo, la validación de un cuestionario se realiza en una población determinada (en este caso, estudiantes de ciencias e ingeniería en Perú). En el anexo 1 se detallan las variables correspondientes a los estudiantes de la Facultad de Ciencias e Ingeniería que respondieron los cuestionarios, cuyos datos obtenidos fueron reportados con fines descriptivos.

3.5 Muestreo

Por la naturaleza del estudio, no se necesitó de una estrategia de muestreo probabilístico, ya que cada cuestionario es idéntico, y todos tendrán las mismas medidas de confiabilidad y validez. Se consideraron en la muestra final a todos los cuestionarios que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

3.6. Selección de Muestra

3.6.1 Criterios de Inclusión:

- Cuestionario respondido por estudiante de uno de los programas de la Facultad de Ciencias e Ingeniería que estuviera matriculado y que finalizara el curso de estadística en el primer ciclo del año académico 2023.

3.6.2 Criterios de Exclusión

- Cuestionario respondido por estudiante de uno de los programas de la Facultad de Ciencias e Ingeniería que fuera menor de edad.
- Cuestionario respondido por estudiante de uno de los programas de la Facultad de Ciencias e Ingeniería que hubiera cursado con anterioridad cursos de estadística universitaria durante un ciclo académico.

3.7 Técnica de Recolección de Datos

Se empleó el cuestionario Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS©) de Schau, en su versión de 36 ítems. En el presente proyecto se utilizó la sub-versión “post”, que es la que se aplica a los estudiantes después de llevar el curso universitario de estadística (Anexo 2).

El SATS©-36 comprende 6 dimensiones en relación a actitudes, las cuales son:

- Afecto (preguntas 3, 4*, 15*, 18*, 19 y 28*)
- Competencia Cognitiva (preguntas 5*, 11*, 26*, 31, 32 y 35*)
- Valor (preguntas 7*, 9, 10, 13*, 16*, 17, 21*, 25* y 33*)
- Dificultad (preguntas 6, 8*, 22, 24*, 30*, 34* y 36*)
- Interés (preguntas 12, 20, 23 y 29)
- Esfuerzo (preguntas 1, 2, 14 y 27)

Se debe invertir el puntaje de aquellas preguntas que tienen asterisco al momento del análisis, ya que las preguntas están formuladas en negativo. A su vez, el autor señala que, para obtener el puntaje de una dimensión, debe promediarse el puntaje de sus ítems.

Se utilizó el cuestionario validado en España (12), redactándolo para la sub-versión “post” del SATS©-36. Asimismo, se añadieron preguntas para obtener información sobre las variables sexo y edad, así como la carrera profesional respectiva (Anexo 3).

Los puntajes en cada ítem están comprendidos en un rango del 1 al 7, siguiendo la escala de Likert, en donde 4 indica una actitud neutral, menos de 4 una actitud negativa, y más de 4 una actitud positiva. Al momento de obtener los valores promedio de actitud, se consideró una actitud neutra resultados desde 3.50 a 4.49, una actitud negativa resultados menos de 3.50, y una actitud positiva resultados mayores a 4.49.

3.8 Procedimientos

La aplicación del cuestionario a los alumnos se realizó en las secciones G-101, G-102, G-103, G-104 o G-201 del Pabellón de Aulas de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, según el cronograma descrito en los sílabos, los días martes de 11 a.m. a 1 p.m., y miércoles de 2 a 4 p.m., en las últimas sesiones del curso de estadística del ciclo académico 2023-I en junio (por lo que todos los asistentes finalizaban el curso). Ante la pregunta verbal de si alguno no llevaba el curso de estadística por primera vez, ninguno refirió estar en ese caso.

En términos de materiales, se emplearon útiles de escritorio como papel, lapiceros y lápices (todos autofinanciados). El llenado del cuestionario tomó entre 5 y 10 minutos aproximadamente.

Una vez registrados los puntajes y datos en los cuestionarios, se procedió a su traslado a un archivo de Excel, considerando la inversión de puntaje en aquellas preguntas consignadas con asterisco. Se procedió a codificar los cuestionarios con ID de 3 dígitos desde el 001. Finalmente se importó desde el software STATA aquel archivo Excel para su conversión a formato dta y posterior análisis.

3.9. Consideraciones Éticas

- La investigación tuvo como objetivo determinar las propiedades psicométricas de un cuestionario. Por tanto, no se tuvo consignado realizar ninguna intervención a algún participante.
- Se contó con el permiso del autor original (Anexo 4) y del autor de la versión española del cuestionario (Anexo 5) para su utilización.
- En el Anexo 6 se encuentra el formato de Consentimiento Informado que se empleó.
- El presente proyecto de tesis contó con la evaluación y permiso del Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIEI-UPCH) (Anexo 7).
- Para procurar mantener la confidencialidad, se codificó a los cuestionarios respondidos por los estudiantes en la base de datos con ID de 3 dígitos desde el 001.
- El proyecto se registró en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) – Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT).
- Se realizó una solicitud de enmienda, para cambiar el título del presente proyecto, por motivos expuestos en la sección de discusión (Anexo 8).

- Se procuró en todo momento respetar los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki.

3.10 Análisis Estadístico

- Las variables cuantitativas fueron descritas mediante medidas de resumen: media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico; y gráficos de violín.
- Las variables cualitativas fueron descritas mediante frecuencias absolutas, porcentajes; y gráficos de barra y de torta.
- Evaluación de la Consistencia Interna (Confiabilidad):
 - Se calcularon los coeficientes α de Cronbach y ω de McDonald del modelo original, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:
 - Valores <0.7 : baja consistencia interna
 - Valores entre $0.7-0.9$: adecuada consistencia interna
 - Valores >0.9 : probable redundancia entre ítems.
 - Se calcularon los coeficientes α de Cronbach y ω de McDonald tras la prueba de modelos nuevos, eliminándose aquella dimensión que no cumplía adecuada consistencia interna para el modelo final.
- Evaluación de la Validez de Constructo:
 - Parte 1 (sin eliminación de ítems)**
 - Se probó un modelo de medición combinado (modelo estructural) tomando en cuenta los 6 constructos y las 36 preguntas del modelo original.
 - Se describieron las cargas factoriales, la comunalidad (varianza del ítem que es explicado por el factor) y la unicidad (varianza del ítem que no es explicado por el factor) de los ítems del modelo original.
 - Se evaluaron que los índices de bondad de ajuste sean adecuados, bajo los siguientes parámetros:
 - Chi-cuadrado (χ^2): relación $\chi^2 / (\text{grados de libertad}) \leq 3$ (buen ajuste)
 - RMSEA: ≤ 0.06 (buen ajuste)
 - TLI: ≥ 0.95 (buen ajuste), $[0.90;0.95>$ (ajuste aceptable)
 - CFI: ≥ 0.95 (buen ajuste), $[0.90;0.95>$ (ajuste aceptable)
 - SRMR: ≤ 0.08 (buen ajuste)

- Complementariamente, se evaluaron la validez convergente y la validez discriminante, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:
 - $AVE \geq 0.5$, se cumple con validez convergente
 - $AVE \geq SC$ entre el factor j y cualquier otro factor, se cumple con validez discriminante

Parte 2 (con eliminación de ítems)

- Al no hallarse índices de bondad de ajuste adecuados con el modelo original:
 - Primero se eliminaron los ítems problemáticos, tomando como parámetro una magnitud de carga factorial < 0.55 .
 - Luego se evaluaron los índices de ajuste.
 - Después se apreciaron los Índices de Modificación (IM) para evaluar mejoras en el modelo, respetando las dimensiones originales del cuestionario (solo se consideraron covarianzas entre errores de ítems de un mismo factor).
 - Se tomó en cuenta la consistencia interna para la eliminación de una dimensión.
 - Se probaron nuevos modelos hasta el modelo final
 - Se describieron las cargas factoriales, la comunalidad y la unicidad de los ítems del modelo final.
 - Se evaluaron los índices de bondad de ajuste del modelo final.
 - Complementariamente se evaluaron la validez convergente y la validez discriminante del modelo final.

Todos los cálculos y gráficas se realizaron por medio del software STATA v19.

IV. RESULTADOS

4.1. Validez de Constructo - Parte 1:

Análisis Factorial Confirmatorio

En la figura 4.1 se observa el diagrama de senderos del modelo original del SATS©:

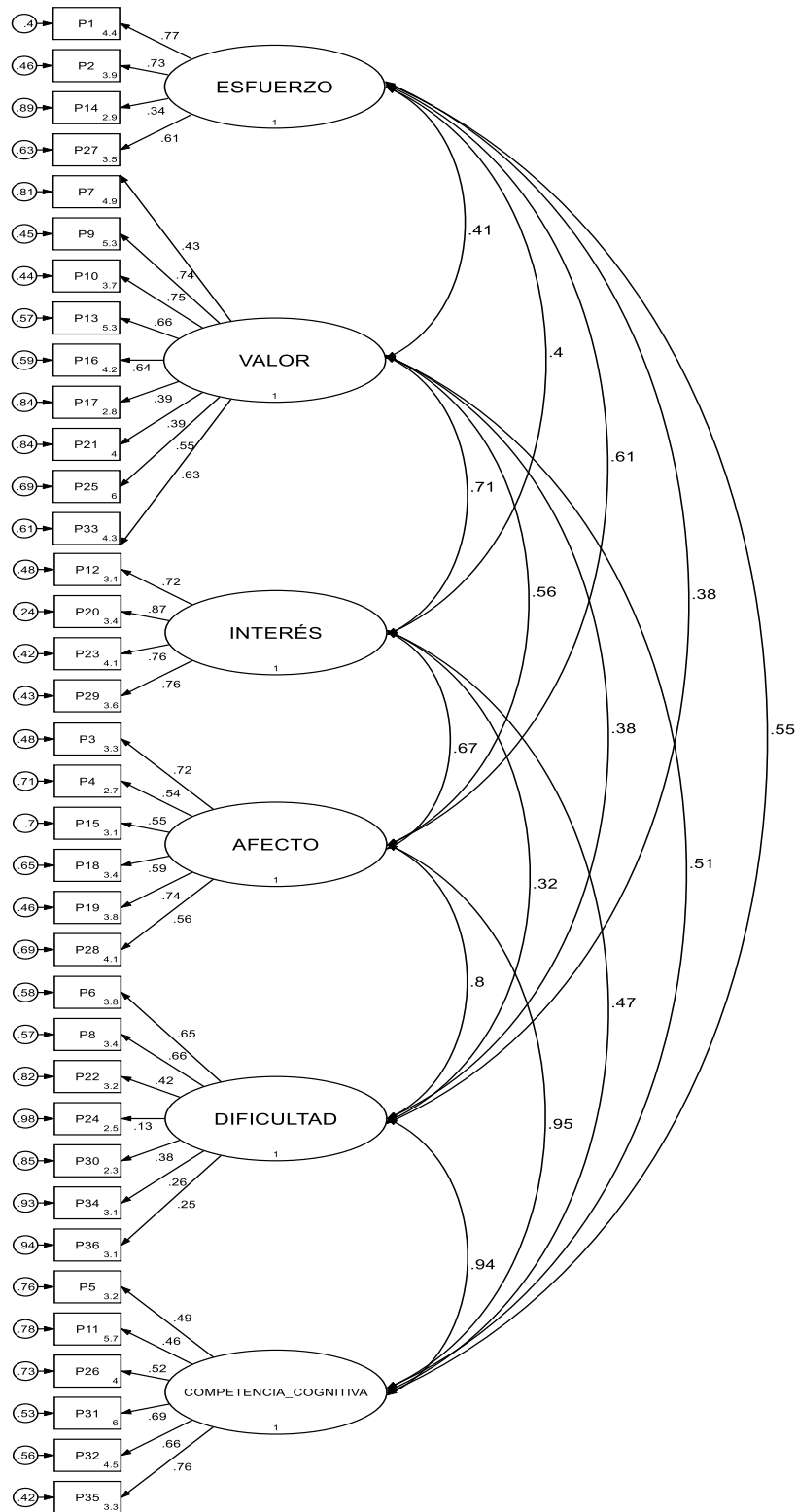


Figura 4.1 Diagrama de Senderos del modelo original del SATS©

En la tabla 4.1 se presentan las cargas factoriales, comunalidad y unicidad de todos los ítems. Se resaltan las preguntas con cargas factoriales menores a 0.55 (14 ítems en total):

Dimensión	Ítem	Cargas Factoriales	Comunalidad	Unicidad
Esfuerzo	P1	0.77	0.6	0.4
	P2	0.73	0.54	0.46
	P14	0.34	0.11	0.89
	P27	0.61	0.37	0.63
Afecto	P3	0.72	0.52	0.48
	P4	0.54	0.29	0.71
	P15	0.54	0.3	0.70
	P18	0.59	0.35	0.65
	P19	0.74	0.54	0.46
	P28	0.56	0.31	0.69
Competencia Cognitiva	P5	0.49	0.24	0.76
	P11	0.46	0.22	0.78
	P26	0.52	0.27	0.73
	P31	0.69	0.47	0.53
	P32	0.66	0.44	0.56
	P35	0.76	0.58	0.42
Dificultad	P6	0.65	0.42	0.58
	P8	0.66	0.43	0.57
	P22	0.42	0.18	0.82
	P24	0.13	0.02	0.98
	P30	0.38	0.15	0.85
	P34	0.26	0.07	0.93
	P36	0.25	0.06	0.94
Valor	P7	0.43	0.19	0.81
	P9	0.74	0.55	0.45
	P10	0.75	0.56	0.44
	P13	0.66	0.43	0.57
	P16	0.64	0.41	0.59
	P17	0.39	0.16	0.84
	P21	0.39	0.16	0.84
	P25	0.55	0.31	0.69
	P33	0.63	0.39	0.61
Interés	P12	0.72	0.52	0.48
	P20	0.87	0.76	0.24
	P23	0.76	0.58	0.42
	P29	0.76	0.57	0.43

Tabla 4.1 Análisis Factorial del modelo original del SATS©

En la tabla 4.2 se observan los valores de las covarianzas entre dimensiones en el modelo original del SATS©. La dimensión Competencia Cognitiva tuvo covarianzas altas con las dimensiones Afecto y Dificultad.

Dimensiones		Covarianza
Esfuerzo	Valor	0.41
	Interés	.4
	Afecto	0.61
	Dificultad	0.38
	Competencia Cognitiva	0.55
Valor	Interés	0.71
	Afecto	0.56
	Dificultad	0.38
	Competencia Cognitiva	0.51
Interés	Afecto	0.67
	Dificultad	0.32
	Competencia Cognitiva	0.47
Afecto	Dificultad	0.8
	Competencia Cognitiva	0.95
Dificultad	Competencia Cognitiva	0.94

Tabla 4.2 Covarianzas entre dimensiones del modelo original del SATS©

En la tabla 4.3 se observan los resultados de las pruebas de bondad de ajuste del modelo original del SATS©, resaltándose aquellos que no obtuvieron valores óptimos:

	χ^2 ; GL	χ^2/GL	RMSEA	CFI	TLI	SRMR
Modelo Original SATS©	1074.89; 579	1.86	0.09	0.69	0.66	0.11
χ^2/GL (Relación Chi Cuadrado/Grados de Libertad): ≤ 3 (buen ajuste); RMSEA (Error de Aproximación Cuadrático Medio): ≤ 0.06 (buen ajuste); TLI (Índice de Tucker-Lewis): ≥ 0.95 (buen ajuste), $[0.90;0.95>$ (ajuste aceptable); CFI (Índice de Ajuste Comparativo): ≥ 0.95 (buen ajuste), $[0.90;0.95>$ (ajuste aceptable); SRMR (Residuo Estandarizado Medio Cuadrático): ≤ 0.08 (buen ajuste)						

Tabla 4.3 Pruebas de Bondad de Ajuste del modelo original del SATS©

Validez Convergente y Validez Discriminante

En la tabla 4.4 se observan los resultados de las correlaciones cuadráticas entre las 6 dimensiones del modelo original del SATS©. En las casillas de correlación cuadrática entre las mismas dimensiones, en vez de colocar la magnitud de 1 correspondiente, se colocó el valor de las varianzas medias extraídas (AVEs, resaltadas). Se aprecia que solo una dimensión cumplió con validez convergente (Interés), y que solo 2 dimensiones cumplieron con validez discriminante (Esfuerzo e Interés).

	ESFUERZO	VALOR	INTERÉS	APECTO	DIFICULTAD	COMPETENCIA COGNITIVA
ESFUERZO	0.404					
VALOR	0.171	0.35				
INTERÉS	0.164	0.507	0.608			
APECTO	0.376	0.315	0.455	0.386		
DIFICULTAD	0.144	0.143	0.102	0.648	0.189	
COMPETENCIA COGNITIVA	0.303	0.262	0.224	0.911	0.885	0.371

Tabla 4.4 Correlaciones cuadráticas de las dimensiones del modelo original del SATS©

4.2. Validez de Constructo - Parte 2.1:

Análisis Factorial Confirmatorio

Se llevó a cabo la evaluación de las cargas factoriales, de la adecuación de los índices en las pruebas de bondad de ajuste y de los índices de modificación, para hallar el modelo más conveniente, llegándose a probar 5 modelos en primera instancia (tabla 4.5). En primera instancia se llegó a probar 5 modelos, obteniéndose un quinto modelo preliminar de 20 ítems y 6 dimensiones, con 4 índices de bondad de ajuste adecuados y uno aceptable. Después de ello, se procedió a determinar la confiabilidad, tanto del modelo original como del modelo preliminar, mediante la evaluación de la consistencia interna.

N (#)	Ítems con Cargas Factoriales < 0.55	Pruebas de Bondad de Ajuste	Índices de Modificación	Decisión
1 (36 ítems)	14 ítems - P7, P17 y P21 (Valor) - P22, P24, P30, P34 y P36 (Dificultad) - P5, P11 y P26 (Competencia Cognitiva) - P4 y P15 (Afecto) - P14 (Esfuerzo)	Índices adecuados: • χ^2/GL Índices inadecuados: • RMSEA • CFI • TLI • SRMR		Se retiraron los 14 ítems del modelo y se puso a prueba un segundo modelo de 22 ítems
2 (22 ítems)	2 ítems - P18 y P28 (Afecto)			Se retiraron los 2 ítems del modelo y se puso a prueba un tercer modelo de 20 ítems
3 (20 ítems)	Ninguno	Índices adecuados: • χ^2/GL • CFI* (aceptable) • SRMR Índices inadecuados: • RMSEA • TLI	3 opciones de mejora al modelo elegibles - cov(e.P9*eP16): 17.253 - cov(e.P16*eP33): 4.496 - cov(e.P25*eP33): 4.299	Se añadieron las 3 covarianzas propuestas al modelo y se puso a prueba un cuarto modelo de 20 ítems
4 (20 ítems)	2 ítems - P25 y P33 (Valor)			Se retiraron los 2 ítems del modelo y se puso a prueba un quinto modelo de 18 ítems
5 (18 ítems)	Ninguno	Índices adecuados: • χ^2/GL • RMSEA • CFI • TLI* (aceptable) • SRMR	Ninguna opción de mejora al modelo elegible	Se procedió a evaluar la confiabilidad (consistencia interna). Los componentes remanentes del modelo de 18 ítems (quinto modelo) fueron: P1, P2, P27 (Esfuerzo); P3, P19 (Afecto); P31, P32, P35 (Competencia Cognitiva); P6, P8 (Dificultad); P9, P10, P13, P16 (Valor); P12, P20, P23, P29 (Interés)
N: Número de orden de los modelos probados (hubo 5 modelos probados inicialmente) (#): Número de ítems del modelo probado				

Tabla 4.5 Cronología inicial de evaluación de modelos del SATS©

4.3 Confiabilidad

Consistencia Interna: Coeficientes α de Cronbach y ω de McDonald

En la tabla 4.6 se observan los coeficientes α de Cronbach y ω de McDonald, y las interpretaciones de consistencia interna que se obtuvieron utilizando el modelo original del SATS©, resaltándose la dimensión con resultados no óptimos (Dificultad):

Dimensión	Ítems	Coefficiente ω de McDonald	Coefficiente α de Cronbach	Consistencia Interna
Esfuerzo	P1	0.73	0.70	Adecuada
	P2			
	P14			
	P27			
Afecto	P3	0.8	0.79	Adecuada
	P4			
	P15			
	P18			
	P19			
	P28			
Competencia Cognitiva	P5	0.78	0.77	Adecuada
	P11			
	P26			
	P31			
	P32			
	P35			
Dificultad	P6	0.56	0.57	Baja
	P8			
	P22			
	P24			
	P30			
	P34			
	P36			
Valor	P7	0.82	0.81	Adecuada
	P9			
	P10			
	P13			
	P16			
	P17			
	P21			
	P25			
	P33			
Interés	P12	0.86	0.86	Adecuada
	P20			
	P23			
	P29			

Tabla 4.6 Tabla de Consistencia Interna del modelo original del SATS©

En la tabla 4.7 se observan los coeficientes α de Cronbach y ω de McDonald (en aquellas dimensiones con más de 2 ítems), y las interpretaciones de consistencia interna que se obtuvieron utilizando el quinto modelo del SATS© de 20 ítems, en donde la dimensión Dificultad reportó resultados no óptimos:

Dimensión	Ítems	Coefficiente ω de McDonald	Coefficiente α de Cronbach	Consistencia Interna
Esfuerzo	P1	0.74	0.73	Adecuada
	P2			
	P27			
Afecto	P3		0.77	Adecuada
	P19			
Competencia Cognitiva	P31	0.76	0.73	Adecuada
	P32			
	P35			
Dificultad	P6		0.5	Baja
	P8			
Valor	P9	0.8	0.79	Adecuada
	P10			
	P13			
	P16			
Interés	P12	0.86	0.86	Adecuada
	P20			
	P23			
	P29			

Tabla 4.7 Tabla de Consistencia Interna del quinto modelo probado del SATS©

Se realizó posteriormente la prueba de 2 modelos más, con los 16 ítems restantes después del retiro de aquellos 2 de la dimensión Dificultad (ver sección 4.4, más adelante). El modelo final del SATS© constó de esos 16 ítems y 5 dimensiones, con resultados adecuados de consistencia interna (tabla 4.8):

Dimensión	Ítems	Coefficiente ω de McDonald	Coefficiente α de Cronbach	Consistencia Interna
Esfuerzo	P1	0.74	0.73	Adecuada
	P2			
	P27			
Afecto	P3		0.77	Adecuada
	P19			
Competencia Cognitiva	P31	0.76	0.73	Adecuada
	P32			
	P35			
Valor	P9	0.8	0.79	Adecuada
	P10			
	P13			
	P16			
Interés	P12	0.86	0.86	Adecuada
	P20			
	P23			
	P29			

Tabla 4.8 Tabla de Consistencia Interna del modelo final del SATS©

4.4 Validez de Constructo - Parte 2.2

Análisis Factorial

Después de la evaluación de la confiabilidad – consistencia interna, se realizaron 2 pruebas más con un modelo de 16 ítems y 5 dimensiones, que conformaron en última instancia al modelo final del SATS©. En la tabla 4.9 se aprecia la cronología total de la evaluación de modelos del SATS©:

N (#)	Ítems con Cargas Factoriales < 0.55	Pruebas de Bondad de Ajuste	Índices de Modificación	Decisión
1 (36 ítems)	14 ítems - P7, P17 y P21 (Valor) - P22, P24, P30, P34 y P36 (Dificultad) - P5, P11 y P26 (Competencia Cognitiva) - P4 y P15 (Afecto) - P14 (Esfuerzo)	Índices adecuados: • χ^2/GL Índices inadecuados: • RMSEA • CFI • TLI • SRMR		Se retiraron los 14 ítems del modelo y se puso a prueba un segundo modelo de 22 ítems
2 (22 ítems)	2 ítems - P18 y P28 (Afecto)			Se retiran los 2 ítems del modelo y se pone a prueba un tercer modelo
3 (20 ítems)	Ninguno	Índices adecuados: • χ^2/GL • CFI* (aceptable) • SRMR Índices inadecuados: • RMSEA • TLI	3 opciones de mejora al modelo elegibles - cov(e.P9*eP16): 17.253 - cov(e.P16*eP33): 4.496 - cov(e.P25*eP33): 4.299	Se añadieron las 3 covarianzas propuestas al modelo y se puso a prueba un cuarto modelo de 20 ítems
4 (20 ítems)	2 ítems - P25 y P33 (Valor)			Se retiran los 2 ítems del modelo y se pone a prueba un quinto modelo de 18 ítems
5 (18 ítems)	Ninguno	Índices adecuados: • χ^2/GL • RMSEA • CFI • TLI* (aceptable) • SRMR	Ninguna opción de mejora al modelo elegible	Se procedió a evaluar la confiabilidad (consistencia interna), utilizando el quinto modelo.
Confiabilidad: Consistencia Interna				Se retiran los ítems P6 y P8, y se pone a prueba un sexto modelo de 16 ítems
6 (16 ítems)	Ninguno	Índices adecuados: • χ^2/GL • RMSEA • CFI • TLI* (aceptable) • SRMR	1 opción de mejora al modelo elegible - cov(e.P31*eP35): 5.448	Se añade la covarianza propuesta al modelo y se pone a prueba un séptimo modelo
7 (16 ítems)	Ninguno	Índices adecuados: • χ^2/GL • RMSEA • CFI • TLI • SRMR	Ninguna opción de mejora al modelo elegible	El séptimo modelo es el modelo final (16 ítems y 5 dimensiones)
N: Número de orden de los modelos probados (hubo 7 modelos probados en total) (#): Número de ítems del modelo probado				

Tabla 4.9 Cronología total de evaluación de modelos del SATS©

En la figura 4.2 se observa el diagrama de senderos del modelo final del SATS© de 16 ítems:

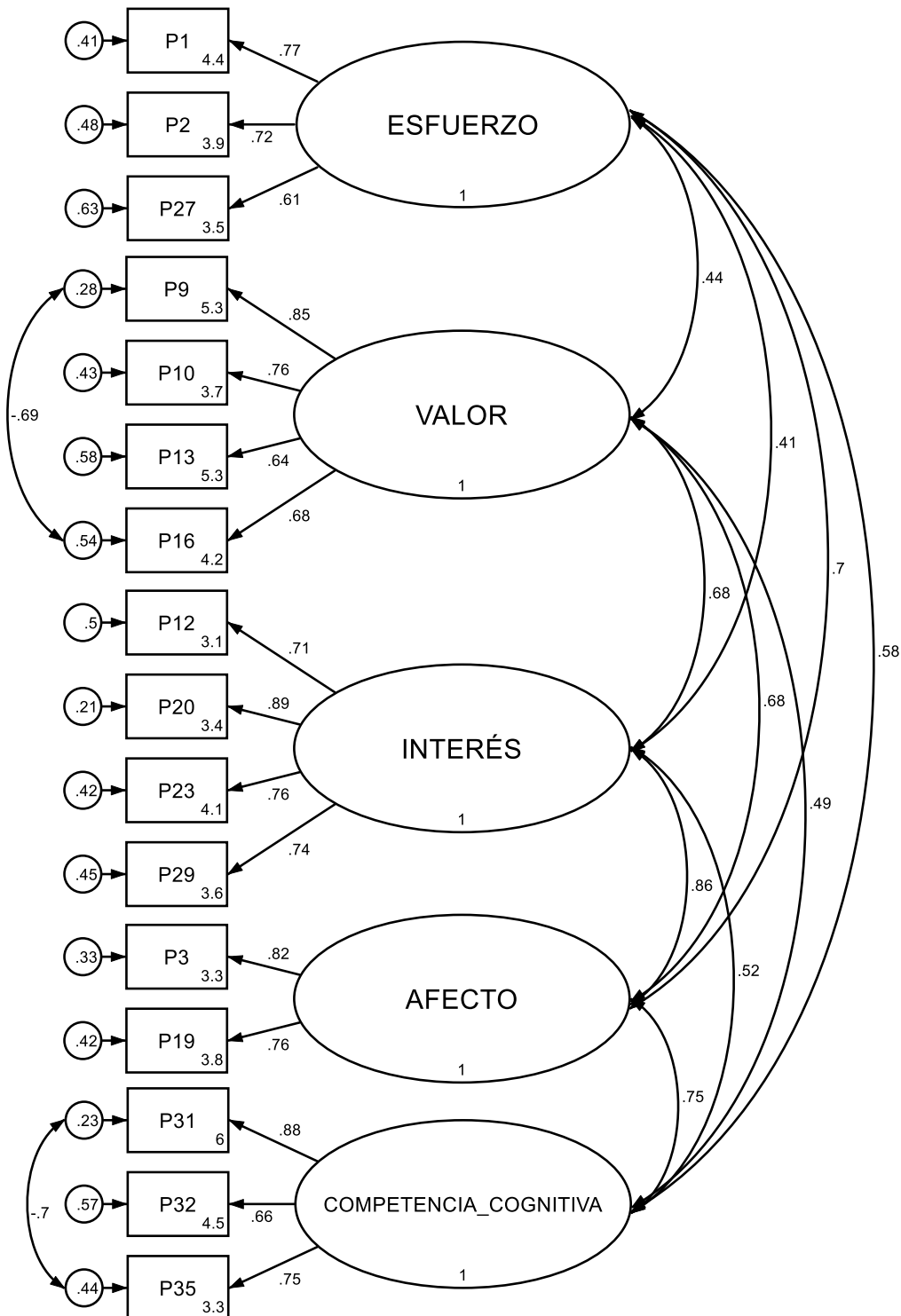


Figura 4.2 Diagrama de Senderos del modelo final del SATS©

En la tabla 4.10 se presentan las cargas factoriales, comunalidad y unicidad de todos los ítems del modelo final del SATS©:

Dimensión	Ítem	Cargas Factoriales	Comunalidad	Unicidad
Esfuerzo	P1	0.77	0.59	0.41
	P2	0.72	0.52	0.48
	P27	0.61	0.37	0.63
Afecto	P3	0.82	0.67	0.33
	P19	0.76	0.58	0.42
Competencia Cognitiva	P31	0.88	0.77	0.23
	P32	0.66	0.43	0.57
	P35	0.75	0.56	0.44
Valor	P9	0.85	0.72	0.28
	P10	0.76	0.57	0.43
	P13	0.64	0.42	0.58
	P16	0.68	0.46	0.54
Interés	P12	0.71	0.5	0.5
	P20	0.89	0.79	0.21
	P23	0.76	0.58	0.42
	P29	0.74	0.55	0.45

Tabla 4.10 Análisis Factorial del modelo final del SATS©

En la tabla 4.11 se observan los valores de las covarianzas entre dimensiones y entre errores de ítems de una misma dimensión en el modelo final del SATS©.

Dimensiones		Covarianza
Esfuerzo	Afecto	0.7
	Competencia Cognitiva	0.58
	Valor	0.44
	Interés	0.41
Afecto	Competencia Cognitiva	0.75
	Valor	0.68
	Interés	0.86
Competencia Cognitiva	Valor	0.49
	Interés	0.52
Valor	Interés	0.68
Errores de ítems		
e.P31 y e.P35 (Competencia Cognitiva)		-0.7
e.P9 y e.P16 (Valor)		-0.69

Tabla 4.11 Covarianzas entre dimensiones y entre errores del modelo final del SATS©

En la tabla 4.12 se observan los resultados de las pruebas de bondad de ajuste del modelo final del SATS©, siendo todos óptimos:

	χ^2 ; GL	χ^2/GL	RMSEA	CFI	TLI	SRMR
Modelo Final SATS©	121.79; 92	1.32	0.06	0.96	0.95	0.06
χ^2/GL (Relación Chi Cuadrado/Grados de Libertad): ≤ 3 (buen ajuste); RMSEA (Error de Aproximación Cuadrático Medio): ≤ 0.06 (buen ajuste); TLI (Índice de Tucker-Lewis): ≥ 0.95 (buen ajuste), $[0.90;0.95>$ (ajuste aceptable); CFI (Índice de Ajuste Comparativo): ≥ 0.95 (buen ajuste), $[0.90;0.95>$ (ajuste aceptable); SRMR (Residuo Estandarizado Medio Cuadrático): ≤ 0.08 (buen ajuste)						

Tabla 4.12 Pruebas de Bondad de Ajuste del modelo final del SATS©

Validez Convergente y Validez Divergente

En la tabla 4.13 se observan los resultados de las correlaciones cuadráticas entre las 5 dimensiones del modelo final del SATS©. En las casillas de correlación cuadrática entre las mismas dimensiones, en vez de colocar la magnitud de 1 correspondiente, se colocó el valor de las varianzas medias extraídas (AVEs, resaltadas). Se aprecia que 4 de las 5 dimensiones cumplieron con validez convergente, y solo 2 dimensiones cumplieron con validez discriminante (Valor y Competencia Cognitiva).

	ESFUERZO	VALOR	INTERÉS	AFECTO	COMPETENCIA COGNITIVA
ESFUERZO	0.492				
VALOR	0.190	0.543			
INTERÉS	0.171	0.466	0.606		
AFECTO	0.495	0.465	0.748	0.625	
COMPETENCIA COGNITIVA	0.332	0.237	0.27	0.56	0.588

Tabla 4.13 Correlaciones cuadráticas de las dimensiones del modelo final del SATS©

4.5 Estadísticas descriptivas de los encuestados

Se aplicó el SATS© a 106 alumnos de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en la semana 14 del ciclo académico 2023-I. Se excluyó un cuestionario debido a que uno de los encuestados fue menor de edad. Por lo tanto, se consideraron finalmente los cuestionarios SATS© respondidos por 105 alumnos.

En la figura 4.3 se observa el gráfico de barras que describe las frecuencias absolutas y relativas de 103 alumnos en las carreras profesionales (2 alumnos del total de encuestados no consignaron su carrera al momento de devolver el cuestionario):

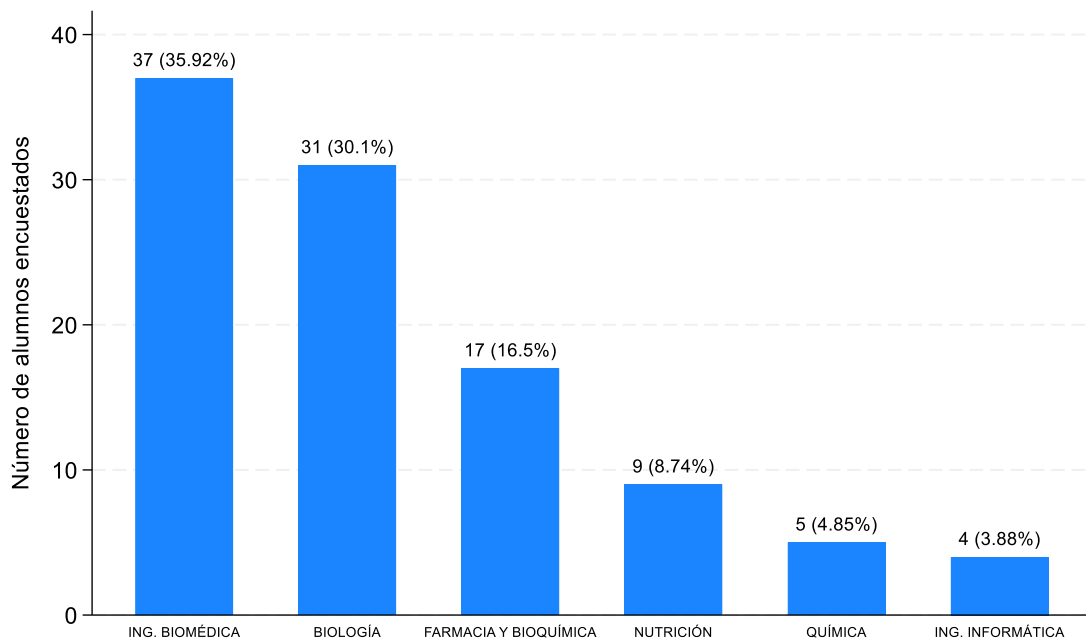


Figura 4.3 Alumnos por carrera

En la figura 4.4 se observan las frecuencias relativas y absolutas del sexo de 104 alumnos (1 alumno del total de encuestados no consignó su sexo al momento de devolver el cuestionario), apreciándose que casi 2 tercios de los encuestados fueron mujeres:

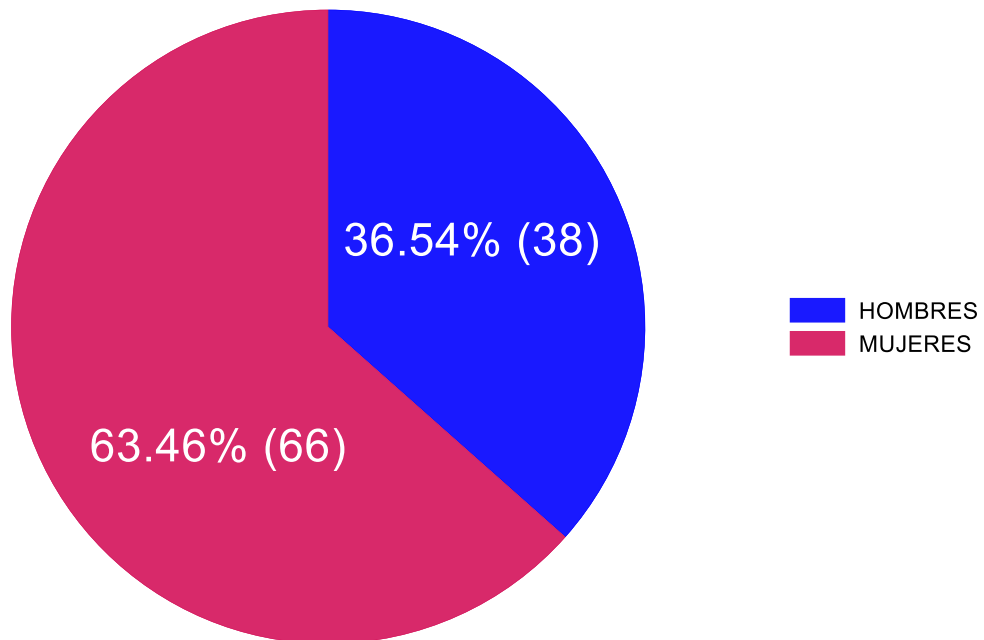


Figura 4.4 Alumnos por sexo

Respecto a la edad, y considerando que 3 alumnos no consignaron dicho dato en la encuesta, la media y la mediana fueron 19.82 y 20 años respectivamente. En la tabla 4.14 se aprecia el resto del sumario estadístico. El valor de la curtosis indica una distribución leptocúrtica; mientras que el valor de la asimetría, sesgo (cola) hacia la derecha.

	N	MEDIA	D.E.	MEDIANA	RIC	ASIMETRÍA	CURTOSIS	MÍN	MÁX
Edad	102	19.84	1.68	20	2	1.53	6.51	18	27

N: Número de encuestados; D.E.: Desviación Estándar; RIC: Rango Intercuartílico; MÍN: Observación de edad de menor valor de los encuestados; MÁX: Observación de edad de mayor valor de los encuestados.

Tabla 4.14 Sumario estadístico de la edad

En la figura 4.5 se observa el gráfico de violín de la distribución de la edad. Se aprecia una asimetría con cola hacia la derecha, con una leve tendencia bimodal (18 y 20 años). Asimismo, se identifican valores atípicos extremos no influyentes, ya que la media no se vio afectada de una manera significativa (media y mediana de 19.84 y 20 respectivamente).

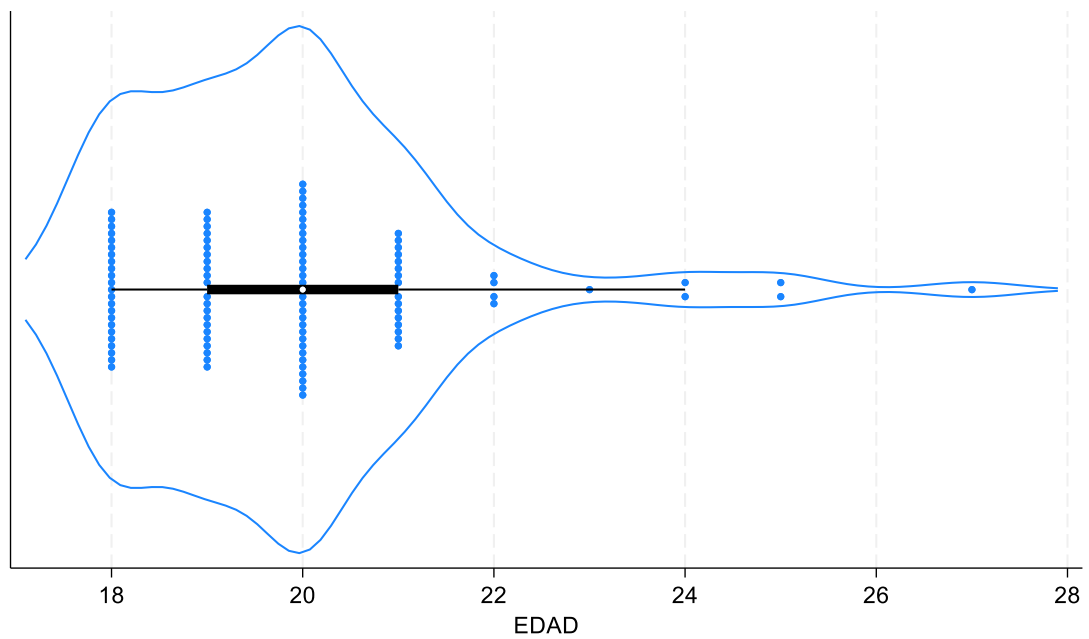


Figura 4.5 Distribución de la edad

En la tabla 4.15 se observa el sumario estadístico de las 5 dimensiones y de los 16 ítems del modelo final del SATS©, así como la interpretación de la actitud hacia la estadística por dimensión, de los 105 alumnos:

DIMENSIÓN DE ACTITUD	ÍTEMS	MEDIA	D.E.	MEDIANA	RIC	MÍN	MÁX	INTERPRETACIÓN DE ACTITUD
Esfuerzo		5.47	1.46	6	2	1	7	Positiva
	P1	5.73	1.3	6	2	1	7	
	P2	4.93	1.27	5	2	1	7	
	P27	5.74	1.64	6	2	1	7	
Afecto		4.93	1.4	5	2	1	7	Positiva
	P3	4.83	1.46	5	2	1	7	
	P19	5.03	1.33	5	2	1	7	
Competencia Cognitiva		5.47	1.35	6	2	1	7	Positiva
	P31	6.17	1.04	6	1	1	7	
	P32	5.29	1.19	5	1	1	7	
	P35	4.94	1.49	5	2	1	7	
Valor		5.85	1.33	6	2	1	7	Positiva
	P9	6.12	1.16	6	1	1	7	
	P10	5.41	1.46	6	2	1	7	
	P13	6.16	1.18	7	1	2	7	
	P16	5.69	1.38	6	2	1	7	
Interés		5.08	1.47	5	2	1	7	Positiva
	P12	4.74	1.53	5	2	1	7	
	P20	4.9	1.44	5	2	1	7	
	P23	5.4	1.33	6	1	1	7	
	P29	5.29	1.48	6	2	1	7	
<p>D.E: Desviación estándar; RIC: Rango Intercuartílico; MÍN: valor mínimo del promedio de los puntajes de los ítems de una dimensión en un encuestado; MÁX: valor máximo del promedio de los puntajes de los ítems de una dimensión en un encuestado.</p> <p>Interpretación de Actitud (en base al puntaje medio de la dimensión o ítem): [1; 3.49] (Negativa); [3.50; 4.49] (Neutra); [4.50;7] (Positiva)</p>								

Tabla 4.15 Sumario estadístico de los puntajes de las dimensiones e ítems del modelo final del SATS©

En la figura 4.6 se observan los gráficos de violín de los puntajes de las 5 dimensiones del SATS (Esfuerzo, Afecto, Competencia Cognitiva, Valor e Interés). Impresiona que las distribuciones en las 5 dimensiones tienden a ser asimétricas (con cola hacia la izquierda). Asimismo, aunque se identifican valores atípicos, según los resultados del sumario estadístico de la tabla 4.15, los puntajes medios no se vieron afectados por ellos de una manera significativa (al compararse con los puntajes de las medianas).

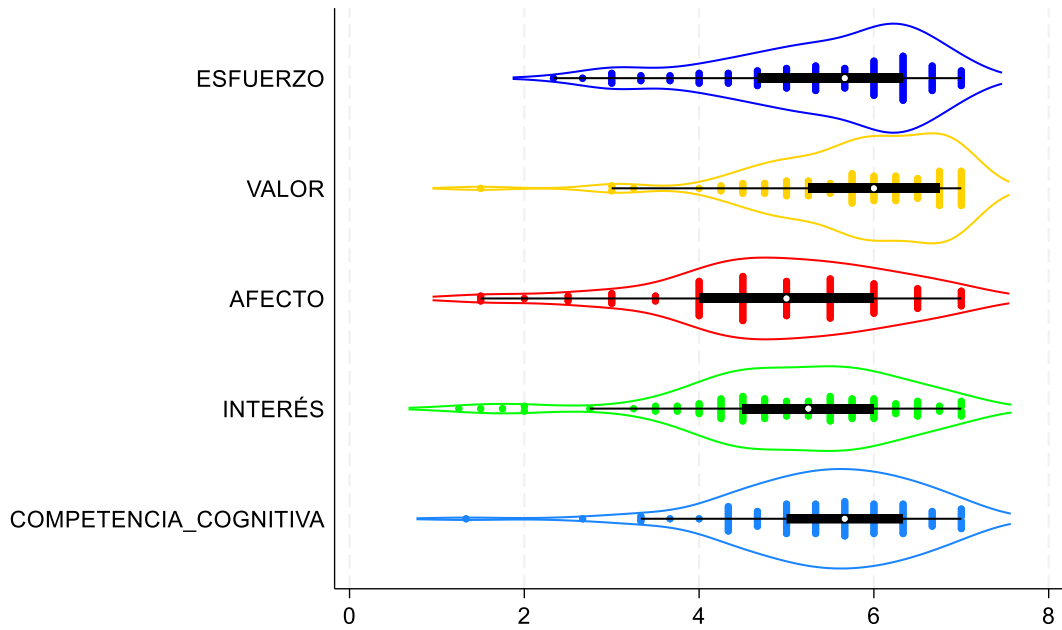


Figura 4.6 Distribución de los puntajes de las dimensiones del modelo final del SATS©

V. DISCUSIÓN

Una de las formas para evaluar la validez de constructo es a través del análisis factorial confirmatorio, que se compone de una metodología rigurosa para evaluar el cuestionario. Se explora si la estructura de factores propuesta se adecúa (“ajusta”) a las observaciones. A su vez, deja intervenir sobre aquellas características o condiciones problemáticas para optimizar los resultados oportunamente. Al mismo tiempo, los modelos de ecuaciones estructurales hacen posible componer las relaciones entre las variables observadas y latentes, así como entre las latentes (constructos), facilitando un esquema visual que contribuye a una mejor comprensión.

El criterio de carga factorial menor a 0.55 se basa en la comunalidad: al elevar al cuadrado la magnitud de 0.55 se obtiene 0.3025, que se interpreta como la proporción de varianza del ítem que es explicada por el factor es 30.25%, lo que, a criterio de este estudio, era lo mínimo aceptable. En la literatura, se ha reportado que los rangos de comunalidad entre 0.25 y 0.4 se considerarían aceptables (32), mientras que mayores de 0.5, ideales (33). En el modelo final, se hallaron cargas factoriales entre 0.61 y 0.89, es decir, comunalidades entre 0.37 y 0.79, en donde resulta meritorio que 12 de 16 de ellas fueron mayor o igual de 0.5.

Cumplir con índices de bondad de ajuste adecuados es necesario para establecer la validación de un cuestionario, puesto que nos permiten identificar discrepancias relevantes, posibles sesgos o deficiencias en el diseño, y finalmente realizar cambios necesarios en él. Para obtener el modelo final, y en conjunto con los otros criterios, se evaluaron en 5 ocasiones los índices de bondad de ajuste (entre las categorías absoluta, incremental y parsimoniosa), y se logró determinar el cumplimiento adecuado de 5 de ellos. En ninguno de los antecedentes postulados se consiguió ese número, por lo que se considera otro aspecto positivo alcanzado en el presente trabajo.

Los índices de modificación son una herramienta para considerar en el proceso de mejorar el ajuste, proporcionando valores en el que el chi-cuadrado (χ^2) del modelo disminuiría de realizar determinadas “modificaciones” en el modelo de ecuación estructural (34), en relación con la organización de los ítems con los factores y de las covarianzas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el realizar algún cambio puede alterar la naturaleza original del modelo inicial. Durante el proceso, no se consideró ninguna modificación que alterara la dimensión original que el autor estableció para cada ítem, solo aquellas

covarianzas entre errores de ítems de la misma dimensión. Así, el empleo de esa herramienta fue de gran utilidad para el desarrollo del modelo final.

Otra forma para evaluar la validez de constructo es a través de la validez convergente y la validez discriminante. El modelo final logró mejorar la validez convergente, al pasar de 2 (33% de factores del modelo original) a 4 (80% de factores del modelo final) las dimensiones que cumplían dicha propiedad (virtualmente se podría considerar 5 - 100% - dimensiones del modelo final, ya que la magnitud de la AVE de Esfuerzo, si se redondeara a un decimal, sería de 0.5). Sin embargo, no se logró mejorar la validez discriminante, ya que tanto en el modelo original de 6 factores y en el modelo final de 5 factores solo 2 dimensiones cumplieron con dicha propiedad (33% y 40% de factores respectivamente). Eso significa que la mayoría de los factores compartió más varianza con otros factores que con sus ítems. Sin embargo, es importante recalcar que los estudios de validación reportan el cumplimiento de la validez de constructo principalmente en base a la adecuación de los índices de bondad de ajuste (7-12), y en este trabajo sus evaluaciones tuvieron un papel complementario.

La confiabilidad de un cuestionario se puede evaluar mediante los resultados de consistencia interna que proporciona el coeficiente α de Cronbach, el estimador históricamente más usado, que se basa en el grado de asociación entre las respuestas de los ítems de un cuestionario aplicado en una oportunidad (35). Sin embargo, uno de los supuestos para su empleo es la tau-equivalencia, es decir, que todos los factores de una misma dimensión sean iguales. En la práctica, el cumplimiento de ese supuesto es muy difícil de conseguir, y en consecuencia podría subestimarse o sobreestimarse la consistencia interna.

Es por ello que surge la tendencia en los últimos años de utilizar también como estimador de la consistencia interna al Coeficiente ω de McDonald, que no requiere dicho requerimiento teórico (8,12). Tanto en el modelo original como en el modelo final del SATS©, se logró determinar una adecuada consistencia interna en casi todas las dimensiones (solo aquella correspondiente a Dificultad resultó con baja consistencia interna, por lo que se procedió a eliminarla). No obstante, el coeficiente ω de McDonald también podría presentar algunas limitaciones. Por ejemplo, no puede utilizarse en los casos en donde los factores tengan menos de 3 ítems (como en el modelo final), por lo que su uso en conjunto con el coeficiente α de Cronbach fue necesario.

El SATS© es un instrumento ampliamente utilizado en el ámbito universitario para medir actitudes hacia la estadística (36), que ha sido objeto de validación en muchos países en diversos idiomas, ya que resulta atractivo el total de dimensiones que abarca, y permite un entendimiento más completo de la situación del alumno. Si bien es cierto se dispone de otros cuestionarios que miden actitudes en diversas ramas de las ciencias y las matemáticas, el SATS© se enfoca en la estadística particularmente, lo que hace que su usanza sea más dirigida. Durante la aplicación del cuestionario en los alumnos de ciencias e ingeniería, no se suscitó dudas sobre alguna pregunta en particular, los términos fueron claros y el tiempo empleado para responderlo fue el esperado (5-10 minutos). En la validación realizada en España en el 2019 ya se había traducido y determinado la validez de contenido el SATS© a través de un comité de expertos (12), por lo que se anticipaba que al aplicar aquella versión en Perú no se presentaría algún inconveniente al respecto. Según la Unesco, existe una brecha considerable aún en el acceso a las denominadas carreras "STEM" (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) por parte de la población femenina peruana, quien solo representa el 29.2% del total de alumnos (37). No obstante, el 63.81% de los alumnos de ciencias e ingeniería encuestados fueron mujeres, lo cual resulta un hallazgo alentador a nivel institucional en cuestiones de justicia y equidad de género, y se debería procurar continuar los esfuerzos de toda índole (administrativos, políticos, educacionales, económicos, etc.) para mantener esta tendencia de oportunidad.

Los estudiantes de ciencias e ingeniería obtuvieron puntajes que denotaban actitudes positivas en todas las dimensiones del SATS©. Este hallazgo puede considerarse en cierta medida plausible, debido a la naturaleza de las carreras estudiadas. En el año 2019, en Turquía, se investigó las actitudes hacia la estadística en 62 estudiantes de ingeniería eléctrica y electrónica, y geomática, en donde se obtuvo resultados positivos en todas las dimensiones del SATS© (38). En el año 2021, en Nigeria, se investigó la diferencia entre actitudes hacia la estadística entre 208 estudiantes de ciencias y de no ciencias, obteniéndose variaciones significativas entre los puntajes de actitudes del SATS©, siendo mayores en el grupo de ciencias (39).

Se encuentran algunas limitaciones en el presente estudio. En relación a aspectos no metodológicos, la cantidad de preguntas del SATS© podría producir fatigabilidad en el encuestado. El cuestionario contempla dicha problemática, y es por ello que emplea la estrategia de inversión de algunas de sus preguntas para tener un mejor panorama de los

resultados obtenidos. Por lo tanto, es importante no olvidar considerar dicha inversión al momento del análisis de los datos.

En relación a aspectos metodológicos, el tamaño de muestra para este tipo de estudios, como se mencionó anteriormente, no tiene una convención o fórmula universal. En base al criterio de tamaño de muestra mínima, algunos autores mencionan un valor de mayor o igual a 100, el cual sí fue cumplido; otros, que una muestra mayor o igual a 300 es adecuada. En base al criterio de relación participante ($n=105$) por pregunta ($n=36$), este fue de 3:1, menor a lo usualmente recomendado. Sin embargo, se debe tomar en cuenta el número de la población de estudiantes de ciencias e ingeniería en el ciclo 2023-II, el cual fue 163, por lo que, en el ideal caso se hubiera aplicado el cuestionario en todos, la relación máxima que se hubiese conseguido sería de 4.5:1. Para aumentar la probabilidad de asistencia de los estudiantes en futuros estudios, podría considerarse gestionar su aplicación en una fecha de evaluación de rango menor, como práctica calificada. Asimismo, podría incluirse estudiantes de otras universidades que también estudien carreras de ciencias e ingeniería, o aumentar el número de tipos de carrera de interés.

En el desarrollo del modelo de ecuación estructural se utilizó el método de estimación de máxima verosimilitud (el más frecuente usado), que emplea por defecto una matriz cuadrática, asumiendo en primera instancia variables continuas con distribución normal multivariada. El SATS© tiene ítems de tipo cualitativo ordinal (tipo Likert), por lo que resultados como las cargas factoriales e índices de bondad de ajuste podrían haberse sesgado en cierta medida. Sin embargo, a pesar de que se disponen de otros métodos de estimación para variables ordinales, estos pueden ser más sensibles al tamaño de muestra en comparación con la máxima verosimilitud, y esta último puede presentar robustez cuando las variables ordinales tienen 5 o más categorías (40).

El modelo final del SATS© estuvo compuesto por 16 preguntas (55.56% de reducción respecto al modelo original) y 5 dimensiones (eliminándose Dificultad). Los índices de bondad de ajuste óptimos obtenidos redimen en primera instancia dichas supresiones. En trabajos anteriores de validación del SATS©, también fue necesario la eliminación de ítems y dimensiones (7-9,11-12). Si bien tampoco hay un criterio universal de porcentaje o número de ítems o dimensiones máximo permitido para eliminar, y, sumándose al hecho de perder una dimensión, se considera significativa la cuantía de sustracción de ítems que fue necesaria para cumplir con las propiedades de confiabilidad y validez del cuestionario evaluado, ya que la naturaleza de este o intención original del autor pueden verse

afectadas (validez teórica). Esta situación revela un aspecto importante a considerar en el proceso de validación de cuestionarios y que debe ser más abarcado en la literatura. Por ello, se solicitó al Comité de Ética cambiar el título original, reemplazando el término “validación” por “evaluación de las propiedades psicométricas” (anexo 8). Se propone que se hagan más estudios para validar el modelo original del SATS© en los estudiantes de ciencias e ingeniería en Perú. Asimismo, que el modelo final obtenido en el presente trabajo se pueda considerar un “Mini-SATS©” o “SATS©-16”, y sea objeto de validación en estudios posteriores (con el permiso previo del autor original), tomando en cuenta lo ventajoso que sería disponer de un cuestionario de 16 y no de 36 preguntas (por ejemplo, cuestiones de fatigabilidad), evaluando 5 de las 6 dimensiones del SATS©.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se determinó la propiedad psicométrica de confiabilidad de consistencia interna del SATS© con modelo final de 16 ítems, obteniéndose valores de Coeficiente α de Cronbach en las dimensiones Esfuerzo, Afecto, Competencia Cognitiva, Valor e Interés de 0.73, 0.77, 0.73, 0.79 y 0.86 respectivamente; y de Coeficiente ω de McDonald en las dimensiones Esfuerzo, Competencia Cognitiva, Valor e Interés de 0.74, 0.76, 0.8 y 0.86 respectivamente.
- Se determinó la propiedad psicométrica de validez de constructo del SATS© con un modelo final de 16 ítems, a través del análisis factorial confirmatorio, obteniéndose resultados óptimos en las pruebas de bondad de ajuste: Relación Chi Cuadrado/Grados de Libertad (χ^2/GL): 1.32, Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA): 0.06, Índice de Tucker-Lewis (TLI): 0.96, Índice de Ajuste Comparativo (CFI): 0.95, y Residuo Estandarizado Medio Cuadrático (SRMR): 0.06.

Recomendaciones

- Considerar realizar otros trabajos de investigación para validar el modelo original del SATS© de 36 ítems en los estudiantes de ciencias e ingeniería en Perú
- Utilizar el modelo final obtenido en el presente estudio para realizar otros trabajos de investigación para validar una versión reducida del SATS© de 16 ítems en los estudiantes de ciencias e ingeniería en Perú, procurando obtener los permisos del autor.
- Procurar obtener un tamaño de muestra adecuado. En términos absolutos, contemplar una muestra mayor o igual a 300. En términos relativos, una muestra considerando al menos una relación de participantes y preguntas de 10:1.
- Emplear como una posible estrategia de recolección de datos el administrar el cuestionario a los estudiantes en las fechas de evaluaciones de menor rango, como prácticas calificadas, previa coordinación con las autoridades respectivas, para aumentar la probabilidad de asistencia y obtener el mayor número de encuestados posible.

- Utilizar también como herramientas estadísticas al Índice de Modificación en el análisis factorial confirmatorio, y al Coeficiente ω de McDonald en la evaluación de consistencia interna.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Heale R, Twycross A. Validity and reliability in quantitative studies. *Evid Based Nurs.* 2015;18(3): 66–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/eb-2015-102129>
2. Ahmed I, Ishtiaq S. Reliability and validity: Importance in medical research. *J Pak Med Assoc.* 2021; 71(10): 2401–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.47391/JPMA.06-861>
3. Hair JF Jr, L.D.S. Gabriel M, da Silva D, Braga Junior S. Development and validation of attitudes measurement scales: fundamental and practical aspects. *RAUSP Manag J.* 2019; 54(4): 490–507. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/rausp-05-2019-0098>
4. Şen HŞ. The attitudes of university students towards learning. *Procedia Soc Behav Sci.* 2013; 83: 947–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.177>
5. Vanhoof S, Castro Sotos AE, Onghena P, Verschaffel L, Van Dooren W, Van den Noortgate W. Attitudes toward statistics and their relationship with short- and long-term exam results. *J Stat Educ.* 2006; 14(3). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10691898.2006.11910588>
6. Schau C, Stevens J, Dauphinee TL, Vecchio AD. The development and validation of the Survey of attitudes toward statistics. *Educ Psychol Meas.* 1995; 55(5): 868–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0013164495055005022>
7. Li C, Zhang Y, Qin W, Xia J, Shang L, Wang L. Assessing attitudes towards biostatistics education among medical students: adaptation and preliminary evaluation of the Chinese version survey of attitudes towards statistics (SATS-36). *BMC Med Educ.* 2024;24(1):634. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12909-024-05548-2>
8. Aguilar Fernández E, Zamora Araya JA. Propiedades psicométricas del Survey of Attitudes Toward Statistics en español para estudiantes de ingeniería y matemática en la Universidad Nacional de Costa Rica. *Rev Educ.* 2024; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v48i1.53853>
9. Talwar P, Bandar NBA. Testing factorial validity and gender invariance of the survey of attitudes toward statistics scale. *Malays J Psychiatry [Internet].* 2023;32(1):23. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/mjp.mjp_1_23
10. Ayebo A, Bright J, Ballam C. Examining the factor structure of the survey of attitudes towards statistics among undergraduate health science students. *Int Electron J Math Educ.* 2020;15(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29333/iejme/5942>
11. Validity and reliability of the survey of attitudes toward statistics (SATS). *J Pendidik Malays.* 2020; 45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17576/jpen-2020-45.01si-03>
12. Rodríguez-Santero J, Gil-Flores J. 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 - Rev Electrón Investig Eval Educ. 2019; 25(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7203/relieve.25.1.12676>

13. Elangovan N, Sundaravel E. Method of preparing a document for survey instrument validation by experts. *MethodsX*. 2021; 8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mex.2021.101326>

14. Tsang S, Royse C, Terkawi A. Guidelines for developing, translating, and validating a questionnaire in perioperative and pain medicine. *Saudi J Anaesth*. 2017; 11(5): 80. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/sja.sja_203_17

15. Aithal A, Aithal PS. Development and validation of survey questionnaire & experimental data – A systematical review-based statistical approach. 2020; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.4179499>

16. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. 1951; 16(3): 297–334. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/bf02310555>

17. Oviedo H, Campo-Arias A. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *rev.colomb.psiquiatr*. 2005; 34(4): 572–80.

18. McDonald RP. *Test theory: A unified treatment*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1999.

19. Aiken LR. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educ Psychol Meas*. 1985; 45(1): 131–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0013164485451012>

20. Shrestha N. Factor analysis as a tool for survey analysis. *Am J Appl Math Stat*. 2021; 9(1): 4–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12691/ajams-9-1-2>

21. Kyriazos TA. Applied psychometrics: Sample size and sample power considerations in factor analysis (EFA, CFA) and SEM in general. *Psychology (Irvine)*. 2018; 09(08): 2207–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4236/psych.2018.98126>

22. Kaiser HF. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*. 1974; 39(1): 31–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/bf02291575>

23. Bartlett MS. The effect of standardization on a χ^2 approximation in factor analysis. *Biometrika*. 1951; 38(3–4): 337–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/biomet/38.3-4.337>

24. Watkins MW. *A step-by-step guide to exploratory factor analysis with Stata*. New York: Routledge; 2021.

25. Awang Z. *A Handbook on SEM 2nd Edition*. Chapter 3: Validating the Measurement Model: CFA. Universiti Sultan Zainal Abidin.

26. Yusoff MSB, Arifin WN, Hadie SNH. ABC of questionnaire development and validation for survey research. *Educ Med J*. 2021; 13(1): 97–108. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21315/eimj2021.13.1.10>

27. Schreiber JB, Nora A, Stage FK, Barlow EA, King J. Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. *J Educ Res.* 2006; 99(6): 323–38. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3200/joer.99.6.323-338>
28. Introduction to Structural Equation Modeling: Review, Methodology and Practical Applications. The International Conference on Logistics & Sustainable Transport. 2014
29. Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales y su implementación en R mediante un ejemplo. *Revista de Investigación en Modelos Matemáticos aplicados a la Gestión y la Economía.* 2022;15–37.
30. Escobedo Portillo MT, Hernández Gómez JA, Estebané Ortega V, Martínez Moreno G. Modelos de ecuaciones estructurales: Características, fases, construcción, aplicación y resultados. *Cienc Trab.* 2016; 18(55): 16–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-24492016000100004>
31. Fornell C, Larcker DF. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement errors. *J Mark Res.* 1981;18(1):39-50.
32. Eaton P, Frank B, Johnson K, Willoughby S. Comparing exploratory factor models of the Brief Electricity and Magnetism Assessment and the Conceptual Survey of Electricity and Magnetism. *Phys Rev Phys Educ Res.* 2019; 15(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1103/physrevphyseduces.15.020133>
33. Beavers AS, Lounsbury JW, Richards JK, Huck SW, Skolits GJ, Esquivel SL. Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research. University of Massachusetts Amherst; 2013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7275/QV2Q-RK76>
34. Whittaker TA. Using the modification index and standardized expected parameter change for model modification. *J Exp Educ [Internet].* 2012; 80(1): 26–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/00220973.2010.531299>
35. Doval E, Viladrich C, Angulo-Brunet A. Coefficient alpha: The resistance of a classic. *Psicothema.* 2023; 35(1): 5–20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7334/psicothema2022.321>
36. Akour MM. Rasch rating scale analysis of the survey of attitudes toward statistics. *Eurasia J Math Sci Technol Educ.* 2022;18(12). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29333/ejmste/12646>
37. Mujeres haciendo ciencias en el Perú [Internet]. Unesco.org. [citado el 01 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/mujeres-haciendo-ciencias-en-el-peru>
38. Sarikaya, K. Ve sarikaya emmioğlu, E. Engineering students' attitudes toward statistics: a multi-case study. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 2019; 5(1): 110-125. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29131/uiibd.641525>

39. G. Adeniyi S, Department of Mathematics Kogi State College of Education, Ankpa. Comparative study of the attitudes of science and non-science students towards statistics: The role of statistic anxiety. *Int J Adv Res (Indore)*. 2021; 9(10):933–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21474/ijar01/13630>

40. Rhemtulla M, Brosseau-Liard PÉ, Savalei V. When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychol Methods*. 2012;17(3):354-73. doi:10.1037/a0029315. Disponible en: <https://doi.org/10.1037/a00>

ANEXOS

ANEXO 1

VARIABLES de los encuestados:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR
EDAD	Cantidad de años transcurridos desde el nacimiento	Número de años cumplidos al momento de aplicación del cuestionario SATS©		Cuantitativa Continua	Razón	> 0
SEXO	Condición orgánica de distinción entre las especies, consecuencia de la conformación de los cromosomas sexuales en el cariotipo. En el homo sapiens, distingue entre hombres y mujeres.	Condición de hombre (masculino) o mujer (femenino) consignada en el D.N.I.		Cualitativa Dicotómica	Nominal	
CARRERA PROFESIONAL	Camino formativo que una persona elige para desarrollarse, en una universidad o instituto superior, en un área específica.	Camino formativo que una persona eligió para desarrollarse en las áreas de ciencias e ingeniería ofrecidas por la universidad: Biología, Química, Farmacia y Bioquímica, Nutrición, Ingeniería		Cualitativa Politómica	Nominal	

		Biomédica e Ingeniería Informática.				
ACTITUD	Disposición de ánimo manifestada de algún modo.	Disposición de ánimo hacia la estadística. Evaluada a través de 36 preguntas, medidas con la escala de Likert, del 1 al 7. La actitud puede ser positiva (> 4), negativa (< 4), o neutral (= 4).	Afecto Sentimientos de los estudiantes con respecto a la estadística	Cualitativa Politómica	Ordinal	1-3: Actitud Negativa 4: Actitud Neutral 5-7: Actitud Positiva
			Competencia Cognitiva Actitudes de los estudiantes sobre sus conocimientos intelectuales y habilidades cuando se aplican a la estadística			
			Valor Actitudes de los estudiantes sobre la utilidad y relevancia de la estadística en la vida personal y profesional			
			Dificultad Actitudes de los estudiantes sobre la dificultad de la			

			estadística como curso			
			Interés Nivel de interés individual de los estudiantes en estadística			
			Esfuerzo Cantidad de trabajo que el estudiante gasta para aprender estadística			

Tabla 8.1 Operacionalización de variables

ANEXO 2

Survey of Attitudes Toward Statistics

Post

© Schau, 1992, 2003

DIRECTIONS: The statements below are designed to identify your attitudes about statistics. Each item has 7 possible responses. The responses range from 1 (strongly disagree) through 4 (neither disagree nor agree) to 7 (strongly agree). If you have no opinion, choose response 4. Please read each statement. Mark the one response that most clearly represents your degree of agreement or disagreement with that statement. Try not to think too deeply about each response. Record your answer and move quickly to the next item. Please respond to all of the statements.

	Strongly disagree		Neither disagree nor agree			Strongly agree	
	1	2	3	4	5	6	7
I tried to complete all of my statistics assignments.	1	2	3	4	5	6	7
I worked hard in my statistics course.	1	2	3	4	5	6	7
I like statistics.	1	2	3	4	5	6	7
I feel insecure when I have to do statistics problems.	1	2	3	4	5	6	7
I have trouble understanding statistics because of how I think.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics formulas are easy to understand.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics is worthless.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics is a complicated subject.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics should be a required part of my professional training.	1	2	3	4	5	6	7
Statistical skills will make me more employable.	1	2	3	4	5	6	7
I have no idea of what's going on in this statistics course.	1	2	3	4	5	6	7
I am interested in being able to communicate statistical information to others.	1	2	3	4	5	6	7

Figura 8.1 Cuestionario SATS©-36 versión “post” original.

	Strongly disagree			Neither disagree nor agree			Strongly agree
Statistics is not useful to the typical professional.	1	2	3	4	5	6	7
I tried to study hard for every statistics test.	1	2	3	4	5	6	7
I get frustrated going over statistics tests in class.	1	2	3	4	5	6	7
Statistical thinking is not applicable in my life outside my job.	1	2	3	4	5	6	7
I use statistics in my everyday life	1	2	3	4	5	6	7
I am under stress during statistics class.	1	2	3	4	5	6	7
I enjoy taking statistics courses.	1	2	3	4	5	6	7
I am interested in using statistics.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics conclusions are rarely presented in everyday life.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics is a subject quickly learned by most people.	1	2	3	4	5	6	7
I am interested in understanding statistical information.	1	2	3	4	5	6	7
Learning statistics requires a great deal of discipline.	1	2	3	4	5	6	7
I will have no application for statistics in my profession.	1	2	3	4	5	6	7
I make a lot of math errors in statistics.	1	2	3	4	5	6	7
I tried to attend every statistics class session.	1	2	3	4	5	6	7
I am scared by statistics.	1	2	3	4	5	6	7
I am interested in learning statistics.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics involves massive computations.	1	2	3	4	5	6	7

Figura 8.1 Cuestionario SATS©-36 versión “post” original (continuación).

	Strongly disagree			Neither disagree nor agree			Strongly agree
I can learn statistics.	1	2	3	4	5	6	7
I understand statistics equations.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics is irrelevant in my life.	1	2	3	4	5	6	7
Statistics is highly technical.	1	2	3	4	5	6	7
I find it difficult to understand statistical concepts.	1	2	3	4	5	6	7
Most people have to learn a new way of thinking to do statistics.	1	2	3	4	5	6	7

THANKS FOR YOUR HELP!

Figura 8.1 Cuestionario SATS©-36 versión “post” original (continuación).

ANEXO 3

SURVEY OF ATTITUDES TOWARD STATISTICS (SATS-36)

Los siguientes enunciados tienen como finalidad identificar tus actitudes acerca de la estadística. Para cada uno de ellos, debes indicar tu grado de acuerdo o desacuerdo con lo que se dice en ellos. La escala de respuesta va desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 7 (completamente de acuerdo). Si no tienes una opinión definida, elige la opción 4 (ni en desacuerdo ni de acuerdo). Trata de no pensar demasiado en cada respuesta. Marca el valor que consideres y pasa rápidamente al siguiente ítem. Por favor, responde a todos los enunciados.

	Completo desacuerdo		Ni en desacuerdo ni de acuerdo			Completo acuerdo	
	1	2	3	4	5	6	7
1. Intenté completar todas mis tareas estadísticas	1	2	3	4	5	6	7
2. Trabajé duro en mi curso de estadística	1	2	3	4	5	6	7
3. Me gusta la estadística	1	2	3	4	5	6	7
4. Me siento inseguro/a cuando tengo que hacer problemas estadísticos	1	2	3	4	5	6	7
5. Tengo problemas para entender la estadística debido a mi manera de pensar	1	2	3	4	5	6	7
6. Las fórmulas estadísticas son fáciles de entender	1	2	3	4	5	6	7
7. La estadística carece de valor	1	2	3	4	5	6	7
8. La estadística es una asignatura complicada	1	2	3	4	5	6	7
9. La estadística debe ser parte necesaria de mi formación como profesional	1	2	3	4	5	6	7
10. Las habilidades estadísticas me facilitarán conseguir un empleo	1	2	3	4	5	6	7
11. No tengo idea de lo que se aborda en este curso de estadística	1	2	3	4	5	6	7
12. Estoy interesado/a en ser capaz de comunicar información estadística a otros	1	2	3	4	5	6	7
13. La estadística no es útil para el profesional común	1	2	3	4	5	6	7
14. Intenté estudiar mucho para cada examen de estadística	1	2	3	4	5	6	7
15. Me frustré revisando los exámenes de estadística en clase	1	2	3	4	5	6	7
16. El pensamiento estadístico no es aplicable en mi vida, al margen de mi trabajo profesional	1	2	3	4	5	6	7
17. Uso la estadística en mi vida cotidiana	1	2	3	4	5	6	7
18. Estoy bajo estrés durante las clases de estadística	1	2	3	4	5	6	7
19. Disfruto de las clases de estadística	1	2	3	4	5	6	7
20. Estoy interesado/a en usar la estadística	1	2	3	4	5	6	7
21. Las conclusiones estadísticas rara vez se presentan en la vida cotidiana	1	2	3	4	5	6	7
22. La estadística es una materia que la mayoría de las personas aprende rápidamente	1	2	3	4	5	6	7
23. Estoy interesado/a en entender la información estadística	1	2	3	4	5	6	7
24. Aprender estadística requiere mucha disciplina	1	2	3	4	5	6	7
25. La estadística no tendrá aplicación en mi profesión	1	2	3	4	5	6	7
26. Cometo muchos errores matemáticos en estadística	1	2	3	4	5	6	7
27. Intenté asistir a todas las clases de estadística	1	2	3	4	5	6	7
28. Estoy asustado/a con la estadística	1	2	3	4	5	6	7
29. Estoy interesado/a en aprender estadística	1	2	3	4	5	6	7
30. La estadística implica muchos cálculos	1	2	3	4	5	6	7
31. Puedo aprender estadística	1	2	3	4	5	6	7
32. Entiendo las fórmulas estadísticas	1	2	3	4	5	6	7
33. La estadística es irrelevante en mi vida	1	2	3	4	5	6	7
34. La estadística es altamente técnica	1	2	3	4	5	6	7
35. Tengo dificultades para entender los conceptos estadísticos	1	2	3	4	5	6	7
36. La mayoría de la gente tiene que cambiar su manera de pensar para afrontar la estadística	1	2	3	4	5	6	7

1

Versión 2.0 de fecha 15 de junio del 2023

Figura 8.2 Cuestionario SATS©-36 en español versión “post” a utilizar en la validación.

Para describir las características de la muestra participante en este estudio, necesitamos conocer algunos datos demográficos:

Sexo: Mujer Hombre

Edad: _____ años

Carrera Profesional

- Biología Farmacia y Bioquímica
- Química Nutrición
- Ing. Ambiental Ing. Biomédica
- Ing. Informática Otra (Especifique: _____)

Figura 8.2 Cuestionario SATS©-36 en español versión “post” a utilizar en la validación (continuación).

ANEXO 4



GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ

RE: Register & Request SATS form

1 mensaje

cschau@comcast.net

24 de noviembre de 2022, 12:43

Para:

Dear Gustavo Dario,

Thanks for your interest in using my SATS. You have my permission to use the SATS free for one year. At the end of your year, contact me again if you would like to continue to use my measure. I do require that you send/e-mail me a copy of anything you write that includes information about your use of the SATS. Also, when you use the SATS or write about it, you need to indicate that I hold the copyright.

You need to use all of the items that comprise each attitude component on the SATS (and I encourage you to use the other items too). If you want to omit or change any of those items, you will need to contact me again. Scores from the SATS attitude components using all of the items have been carefully validated on postsecondary students with a wide variety of characteristics taking statistics in a large number of institutions both within and outside of the US. That validation work does not apply to altered items, individual items or to incomplete components. Also, it is not appropriate to use a "total" attitude score. You are welcome to change the demographic and academic items to fit your circumstances.

You can find references and scoring information on my web site (unfortunately I am not up to date on the references). I have attached the pretest and posttest versions of the SATS.

I hope your work goes well.

Candace

Candace Schau, PhD

CS Consultants, LLC

www.evaluationandstatistics.com

Figura 8.3 Autorización del autor original del SATS©-36.

ANEXO 5



GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ

Autorización Uso de Versión Española del SATS-36

2 mensajes

GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ <[REDACTED]>
Para: [REDACTED]

28 de noviembre de 2022, 17:23

Estimado Javier Gil Flores,

escribe Gustavo Darío Cieza Gómez, médico cirujano peruano. Actualmente curso un posgrado de Estadística en Investigación en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, y estoy próximo a realizar mi tesis.

Estoy interesado en validar en Perú el cuestionario SATS-36 en estudiantes de ciencias de la salud en la universidad arriba mencionada. Es por ello que quería solicitarle su permiso para utilizar su versión española del SATS-36.

Cabe mencionar que ya cuento con la autorización del autor original del SATS-36 para utilizar el cuestionario por un año en mi investigación.

Quedo atento de usted, muchas gracias de antemano. Saludos cordiales.

Dr. Gustavo Cieza Gomez

JAVIER GIL FLORES [REDACTED]

29 de noviembre de 2022, 2:42

Para: GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ [REDACTED]

Cuento con la autorización.
Saludos cordiales.

De: GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ [REDACTED]

Enviado: lunes, 28 de noviembre de 2022 23:23

Para: JAVIER GIL FLORES [REDACTED]

Asunto: Autorización Uso de Versión Española del SATS-36

[El texto citado está oculto]

Este mensaje electrónico (e-mail) pertenece al remitente y puede contener información confidencial legalmente protegida para uso del destinatario. La divulgación de esta información, su copia o distribución para otro uso esta terminantemente prohibida. Gracias.

This e-mail message belongs to the sender and may include confidential and legally privileged information, for the exclusive use of the named recipient. Any disclosure, copying or distribution of this information for aims other than the intended purpose, is prohibited. Thank you.

Figura 8.4 Autorización del autor de la versión validada en español del SATS[©]-36.

ANEXO 6



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

(Adultos)	
<i>Título del estudio:</i>	VALIDACIÓN DEL SURVEY OF ATTITUDES TOWARD STATISTICS (SATS®) EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN PERÚ
<i>Investigador (a):</i>	DR. GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ
<i>Institución:</i>	UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Propósito del estudio:

Lo estamos invitando a participar en un estudio para evaluar las propiedades psicométricas de confiabilidad y validez del cuestionario SATS® en estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Este es un estudio desarrollado por el Dr. Gustavo Darío Cieza Gómez, alumno del programa Segunda Especialidad Profesional en Estadística en Investigación, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

No se dispone en Perú de un cuestionario validado que mida actitudes hacia la estadística, como el SATS®, en estudiantes de ciencias e ingeniería. De concretizarse la validación, podría aplicarse el instrumento a estudiantes de diversas universidades del Perú, y se dispondría de un instrumento más para que los alumnos puedan verse beneficiados de potenciales intervenciones educativas y psicológicas por parte de las autoridades universitarias, para mejorar u optimizar los resultados en los cursos de estadística de las profesiones respectivas.

Se estima la participación de 250 alumnos de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia aproximadamente. Las preguntas del cuestionario miden actitudes hacia la estadística, en la escala de Likert del 1 al 7. El llenado del cuestionario toma entre 5 a 10 minutos aproximadamente.

Procedimientos:

Si decide participar en este estudio, se realizará lo siguiente:

1. El investigador le entregará un formato físico del cuestionario SATS®
2. Deberá responder 36 preguntas para marcar a mano, indicando su grado de acuerdo o desacuerdo con lo que se dice en ellas. La escala de respuesta va desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 7 (completamente de acuerdo). Si no tiene una opinión definida, elija la opción 4 (ni en desacuerdo ni de acuerdo). No se contempla la posibilidad de incomodidad por alguna pregunta, pero, de ser el caso, puede negarse a contestar dicha pregunta y pasar a la siguiente.
3. Asimismo, deberá indicar en el cuestionario los siguientes datos: edad en años, sexo y carrera profesional.
4. Al finalizar, deberá devolver el formato al investigador.

Riesgos:

Por la naturaleza del estudio, un perjuicio a usted como participante es virtualmente improbable. El llenado del cuestionario y los puntajes obtenidos no influirán de ningún modo en su calificación final del curso de estadística respectivo.

1

Versión 2.0 de fecha 15 de junio del 2023

Figura 8.5 Formato de Consentimiento Informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

[Adultos]	
<i>Título del estudio:</i>	VALIDACIÓN DEL SURVEY OF ATTITUDES TOWARD STATISTICS (SATS®) EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN PERÚ
<i>Investigador (a):</i>	DR. GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ
<i>Institución:</i>	UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Beneficios:

Se proporcionará un folleto en tamaño A4 donde se describen las pruebas estadísticas más comúnmente usadas, en relación al tipo de variable y al objetivo de investigación.

Costos y compensación

Los costos del presente estudio están cubiertos por el investigador. No deberá pagar nada por participar en el estudio. Igualmente, no recibirá ningún incentivo económico ni de otra índole.

Confidencialidad:

Para procurar mantener la confidencialidad, no se utilizará nombres ni el código del alumno como identificadores en la base de datos del estudio. Se procederá a codificar a cada participante con un número ID desde el 001, en concordancia con el momento de devolución del formato al investigador.

Si los resultados de este seguimiento son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de los participantes.

USO FUTURO DE INFORMACIÓN

Deseamos almacenar los datos recaudados en esta investigación por 20 años. Estos datos podrán ser usados para investigaciones futuras como, por ejemplo, estudios que tengan como objetivo determinar la relación entre actitudes hacia el curso de estadística y las notas al final del mismo.

Estos datos almacenados siempre se mantendrán procurando las medidas de confidencialidad mencionadas anteriormente.

Si no desea que sus datos recaudados en esta investigación permanezcan almacenados ni utilizados posteriormente, aún puede seguir participando del estudio. En ese caso, terminada la investigación sus datos serán eliminados.

Previamente al uso de sus datos en un futuro proyecto de investigación, ese proyecto contará con el permiso de un Comité Institucional de Ética en Investigación.

Derechos del participante:

Su participación en el presente estudio es completamente voluntaria. No participar no involucrará perjuicios, sanciones, pérdidas de beneficios como estudiante, ni daños para usted. Puede retirarse en cualquier momento del estudio. Si tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al investigador, el Dr. Gustavo Darío Cieza Gómez, o llamar al teléfono [REDACTED]

Si tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede

2

Versión 2.0 de fecha 15 de junio del 2023

Figura 8.5 Formato de Consentimiento Informado (continuación)



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

(Adultos)	
<i>Título del estudio:</i>	VALIDACIÓN DEL SURVEY OF ATTITUDES TOWARD STATISTICS (SATS®) EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN PERÚ
<i>Investigador (a):</i>	DR. GUSTAVO DARIO CIEZA GOMEZ
<i>Institución:</i>	UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

contactar al Dr. Luis Arturo Pedro Saona Ugarte, presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia al teléfono 01-3190000 anexo 201355 o al correo electrónico: orvei.ciei@oficinas-upch.pe
Asimismo, puede ingresar a este enlace para comunicarse con el Comité Institucional de Ética en Investigación UPCH: <https://investigacion.cayetano.edu.pe/etica/ciei/consultasoquejas>

Una copia de este consentimiento informado le será entregada.

DECLARACIÓN Y/O CONSENTIMIENTO

Declaro que se me explicó el estudio y sus propósitos, y, asimismo, se me han respondido las preguntas que formulé al respecto. Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo las actividades deberé realizar, y también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Nombres y Apellidos
Participante

Firma

Fecha y Hora

Nombres y Apellidos
Investigador

Firma

Fecha y Hora

Uso Futuro de Información

Autorizo a tener mis datos almacenados por 20 años para un uso futuro en otras investigaciones. (Después de este periodo de tiempo se eliminarán).

SÍ () NO ()

Figura 8.5 Formato de Consentimiento Informado (continuación)

ANEXO 7

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA


CONSTANCIA 275-25-23

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXPEDITA**.

Título del Proyecto : "Validación del survey of attitudes toward statistics (SATS®) en estudiantes de ciencias e ingeniería en Perú"

Código de inscripción : 211376

Investigador(a) principal(es) : Cieza Gomez, Gustavo Dario

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de investigación, versión 2.0 de fecha 15 de junio del 2023.
2. Consentimiento informado, versión 2.0 de fecha 15 de junio del 2023.


La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. El investigador reportará cada seis meses el progreso del estudio y alcanzará un informe al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el 15 de junio del 2024.

El presente proyecto de investigación sólo podrá iniciarse después de haber obtenido la(s) autorización(es) de la(s) institución(es) donde se ejecutará.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 16 de junio de 2023.



Dr. Luis Arturo Pedro Saona Ugarte
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación


/ccr

Av. Honorio Delgado 430
San Martín de Porres
Apartado Postal 4314
319 0000 Anexo 201395
orvel.cie@oficina-upch.pe
cayetano.edu.pe

**Comité Institucional de
Ética en Investigación**

Figura 8.6 Constancia de Aprobación del CIEI-UPCH

ANEXO 8

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CONSTANCIA-CIEI-E-108-14-24

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el comité institucional de ética en investigación aprobó de manera expedita la **ENMIENDA/MODIFICACIÓN** del proyecto de investigación señalado a continuación.

Título del Protocolo : "Evaluación de las propiedades psicométricas del Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS®) en estudiantes de ciencias e ingeniería en Perú"



Código SIDISI : 211376

Investigador(a) principal(es) : Cieza Gomez, Gustavo Dario

La enmienda/modificación corresponde a los siguientes documentos:

1. Protocolo de Investigación, versión 3.0 con fecha de 25 de marzo del 2024.

Lima, 27 de marzo del 2024.



Dr. Manuel Raúl Pérez Martinot
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación

/m

Av. Honorio Delgado 430
San Martín de Porres
Apartado Postal 4314
319 0000 Anexo 201355
orvei.ciei@oficinas-upch.pe
cayetano.edu.pe

**Comité Institucional de
Ética en Investigación**

Figura 8.7 Constancia de Aprobación de Enmienda del CIEI-UPCH