

Comprensión de Análisis Cuantitativo de Resultados (en Educación)

Primer Ciclo de Clases FEVED - Noviembre 2025

Bladimir Padilla Ariel Aloe

University of Iowa

Contenidos

- Antecedentes
- Criterios para comprender (producir y consumir) análisis cuantitativos de resultados
- Ejemplos de análisis cuantitativo: modelos y resultados comunes en contextos educativos



Marco de trabajo

- Propósito: Reconocer características básicas del análisis cuantitativo de resultados (educativos)
- Aprendizajes esperados:
 - Comprender elementos básicos del análisis cuantitativo de resultados
 - Identificar criterios para producir/consumir resultados cuantitativos
 - Evaluar críticamente los componentes de un análisis cuantitativo
- Reglas de participación:
 - Se puede participar en cualquier momento escribiendo en el chat o levantando la mano (virtual)
 - La participación es altamente valorada

Antecedentes

Glosario: Análisis Cuantitativo

Ha sido definido de múltiples maneras: enfoque sistemático para examinar fenómenos mediante datos numéricos y métodos estadísticos; proceso que utiliza técnicas matemáticas, estadísticas o computacionales para analizar datos numéricos y generar conocimientos; proceso que recopila y evalúa datos medibles y verificables para comprender el comportamiento y predecir resultados.

En esta sesión, análisis cuantitativo se refiere a la aplicación de técnicas estadísticas sobre el análisis de datos (especialmente numéricos) en contextos educativos.

Glosario: Resultados Educativos

Los resultados cuantifican un producto, logro o desempeño en contextos educativos. Pueden incluir puntajes de pruebas estandarizadas, tasas de graduación, niveles de competencia, entre otros.

En esta sesión, resultados educativos se refiere a medidas cuantitativas que reflejan el producto de alguna medición de desempeño académico, habilidades, competencias o logros en contextos educativos. También, lo usaremos para referirnos a cualquier variable que contenga los valores de esa medición.

¿Por qué es importante comprender análisis cuantitativos?

- **Toma de decisiones informadas:** Las políticas y prácticas educativas deben basarse en evidencia rigurosa.
- **Evaluación crítica:** No todos los estudios tienen la misma calidad metodológica.
- **Alfabetización estadística:** La producción masiva de investigación educativa requiere habilidades para interpretar datos.
- **Comunicación efectiva:** Entre investigadores, comunidades educativas y tomadores de decisiones.

Componentes de un análisis (estudio) cuantitativo

Pregunta de investigación → Diseño → Recolección de datos →
Análisis → Interpretación → Diseminación

Criteria

Comprender el propósito del estudio

¿Qué hace el estudio?

- *Describir*: Analizar el rendimiento promedio en SIMCE Matemáticas por curso
- *Explorar*: Analizar la relación entre género y rendimiento en SIMCE Matemáticas
- *Explicar*: Analizar el impacto de un programa de reforzamiento en los puntajes de SIMCE Matemáticas
- *Predecir*: Analizar la capacidad predictiva de las horas de estudio sobre el rendimiento en SIMCE Matemáticas

Implicación: El propósito guía el diseño del estudio y el análisis e interpretación de los resultados.

Identificar el tipo de estudio

Diseños principales:

- *Descriptivo*: Caracterización de fenómenos/muestras
- *Correlacional*: Relaciones entre variables sin manipulación
- *Cuasi-experimental*: Grupos de comparación sin asignación aleatoria
- *Experimental*: Asignación aleatoria de estudiantes a condiciones
- *Longitudinal vs. Transversal*: Seguimiento en el tiempo vs. medición única

Implicación: El tipo de estudio determina qué tipo de inferencias son posibles.

Comprender las hipótesis y preguntas de investigación

Elementos a identificar:

- **Claridad:** ¿Están claramente formuladas?
- **Especificidad:** ¿Son precisas y testables?
- **Alineación:** ¿Se corresponden con el propósito/diseño del estudio?

Implicación: Las hipótesis guían la selección de técnicas estadísticas y la interpretación de resultados.

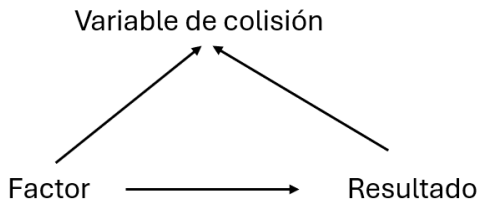
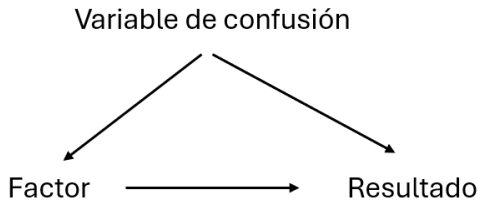
Evaluar el diseño del estudio y la metodología

Metodología: plan general que nos lleva desde las preguntas de investigación hacia sus respuestas, incluyendo actividades como: muestreo, mediciones, y modelamiento de datos.

Aspectos clave:

- **Validez interna:** ¿Los resultados reflejan relaciones reales o existen variables de confusión?
- **Validez externa:** ¿Los resultados son generalizables (generalizabilidad vs transportabilidad)?
- **Sesgos:** ¿Existen sesgos de selección, medición o análisis?
- **Control de variables:** ¿Se controlaron factores relevantes?

Relación entre factor y resultados



Evaluar la muestra y el muestreo

Preguntas esenciales:

- ¿Cuál es el tamaño de la muestra? ¿Es adecuado para el análisis propuesto?
- ¿Qué método de muestreo se utilizó? (probabilístico vs. no probabilístico)
- ¿Cuál es la tasa de respuesta? ¿Existe sesgo de no respuesta?
- **¿La muestra es representativa de la población objetivo?**
- **¿Cómo se manejaron los datos faltantes?**

Consideración: Muestras grandes no garantizan calidad si el muestreo es deficiente.

Examinar las variables y medidas

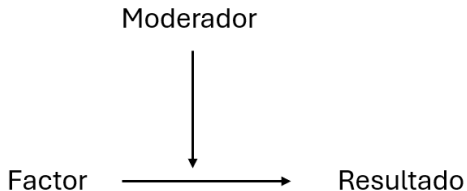
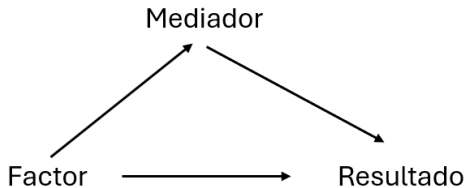
Tipos de variables más comunes:

- **Dependientes/Resultados:** Su variación es el foco principal del análisis (ej: puntaje SIMCE)
- **Independientes/Predictoras:** Explican/predicen la variabilidad de la variable dependiente (ej: nivel socioeconómico; NSE)

Luego tenemos:

- **Covariables:** Sirven para *controlar* la relación entre otras variables (ej: edad)
- **Moderadores:** Moderan la relación entre predictores y resultado (ej: administración de colegio sobre género)
- **Mediadores:** Crean relaciones indirectas entre predictores y resultado (ej: motivación entre género y rendimiento)

Moderación vs Mediación



Revisar las estadísticas descriptivas

Información fundamental:

- **Tendencia central:** Media, mediana, moda
- **Dispersión:** Desviación estándar, rango, varianza
- **Distribución:** Asimetría, curtosis, histogramas

Utilidad: Esta información revela patrones, datos atípicos y el comportamiento general de las variables antes del *análisis inferencial*.

Juzgar las propiedades y supuestos de los análisis estadísticos

Supuestos comunes:

- **Normalidad:** Los datos siguen una *distribución normal*
- **Homocedasticidad:** La varianza es constante entre grupos/predictores
- **Independencia:** Las observaciones son independientes

Importante: En la práctica, estos supuestos rara vez se cumplen, pero podemos usar métodos robustos para superar su violación.

Interpretar los resultados en su contexto

Elementos de interpretación:

- **Contexto teórico:** ¿Los resultados tienen sentido conceptualmente?
- **Contexto práctico:** ¿Qué implicaciones tiene esto para la prácticas/políticas educativas?
- **Contexto metodológico:** ¿Los resultados son consistentes con el diseño del estudio?

Precaución: Las palabras importan. La interpretación no puede ir más allá de lo que permite el diseño (correlación vs causalidad).

Considerar la significancia estadística y práctica de los resultados

Significancia estadística ($p < 0.05$):

- Probabilidad de obtener resultados tan extremos o más extremos que los observados, asumiendo que la hipótesis nula es verdadera.
- Depende fuertemente del tamaño de la muestra, la magnitud del efecto y la variabilidad de los datos.

Significancia práctica:

- Tamaño del efecto (d de Cohen, r de Pearson, η^2)
- Relevancia para el público: ¿Qué significa estar un nivel de rendimiento elemental en SIMCE Matemáticas?
- ¿Puedo aplicar estos resultados en mi contexto?

Problema: Ambos tipos de significancia suelen confundirse.

Juzgar la validez de los resultados

Validez: Grado en que la evidencia y la teoría respaldan la interpretación de los resultados y las decisiones pretendidas.

Evidencias de validez: - **Validez de constructo:** ¿Las medidas capturan lo que pretenden medir? - **Validez de contenido:** ¿El contenido de la medida es representativo del dominio? - **Validez de criterio:** ¿Las medidas se correlacionan con criterios externos relevantes?

En medición educativa, la validez es un proceso continuo y perfectible.

Juzgar la confiabilidad de los resultados

Confiabilidad: Grado en que los resultados son consistentes bajo condiciones similares.

Perspectivas de confiabilidad:

- **Confiabilidad de formas alternativas:** Consistencia de resultados entre dos formas equivalentes de un test
- **Confiabilidad test-retest:** Consistencia de resultados de una administración del test a otra
- **Confiabilidad de consistencia interna:** Consistencia de cada ítem con los otros ítems del test

Alfa de Cronbach (α) es una medida común de consistencia interna con fuertes supuestos psicométricos.

Evaluar las limitaciones del estudio

Limitaciones comunes:

- **Diseño que no permite inferencia causal**
- **Muestra no representativa** o por conveniencia
- Medidas de auto-reporte con sesgos
- Datos faltantes significativos

Evaluar las implicaciones y recomendaciones

Preguntas críticas:

- ¿Las implicaciones se derivan lógicamente de los resultados?
- ¿Las recomendaciones son prácticas y factibles?
- ¿Se consideran las limitaciones al formular recomendaciones?
- ¿Las conclusiones son consistentes con la literatura existente?

Advertencia: Desconfíe de recomendaciones basadas en estudios con diseños deficientes.

Ejemplos: Modelos

Regresión Lineal (Múltiple de un solo nivel)

¿Qué es? Modelo estadístico (*representación matemática simplificada de un fenómeno*) que examina la relación entre una variable dependiente continua y una o más variables independientes.

Ecuación básica: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \epsilon$

Interpretación de resultados:

- **Coeficientes o pendientes (β):** Cambio esperado en Y por cada unidad de cambio en X
- **Intercepto (β_0):** Valor esperado de Y cuando todas las X = 0
- **R²:** Proporción de varianza en Y explicada por el modelo (0 a 1)
- **Error residual (ϵ):** Diferencia entre los valores observados y los predichos por el modelo

Regresión Lineal

Ejemplo: Predecir puntaje SIMCE Matemáticas (Y) a partir de NSE (X_1 , escala 1-5) y horas de estudio semanal (X_2).

Ecuación del modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$$

Ecuación estimada:

$$\hat{Y} = 200 + 15X_1 + 3X_2$$

Interpretación de coeficientes:

- $\beta_0 = 200$: Puntaje SIMCE esperado cuando $X_1 = 0$ y $X_2 = 0$ (intercepto)
- $\beta_1 = 15$: Por cada nivel adicional de NSE, el puntaje SIMCE aumenta en 15 puntos, **manteniendo constantes las horas de estudio**
- $\beta_2 = 3$: Por cada hora adicional de estudio semanal, el puntaje SIMCE aumenta en 3 puntos, **manteniendo constante el NSE**

Análisis Factorial Exploratorio y Confirmatorio

Análisis Factorial Exploratorio (AFE):

- Explora la estructura subyacente de un conjunto de variables observadas (ítems/indicadores)
- Identifica factores latentes y su estructura (número de ítems en cada factor)
- **Interpretación:** Carga factorial (λ) similar a pendiente ($\hat{\beta}$), intercepto del ítem (μ) similar a intercepto ($\hat{\beta}_0$), error único (e) similar a error residual.

Análisis Factorial Confirmatorio (AFC):

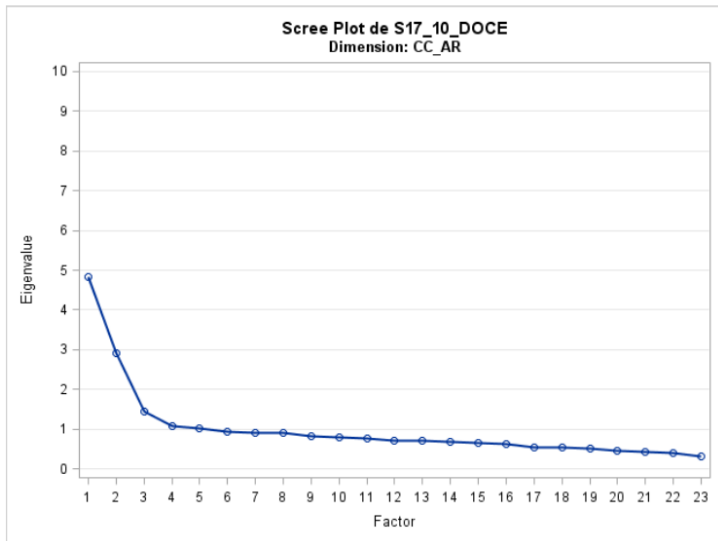
- Prueba una estructura factorial específica basada en teoría
- **Interpretación:** similar a AFE, pero con énfasis en ajuste global y local del modelo.

Ejemplo

IDPS clima de convivencia escolar. AFE identifica dimensiones subyacentes: *ambiente de seguridad*, *ambiente de respeto* y *ambiente seguro*. AFC provee evidencia sobre el ajuste de esta estructura de 3 factores a los datos.

Ejemplo: AFE

B2. Resultados factorial exploratorio (*Scree test*)



Extraído de
Informe Técnico
IDPS 2017
(p. 135).

Ejemplo: AFC

TABLA 6 ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO DE SEGUNDO ORDEN PARA DIMENSIONES DE CUESTIONARIO DE PADRES Y/O APODERADOS

Indicador	Dimensión	Grado	N.º de ítems	N.º de factores	RMSEA	CFI	TLI
Clima de convivencia escolar	Ambiente de respeto	4º básico	21	6	0,064	0,951	0,942
		8º básico	24	6	0,054	0,942	0,933
		II medio	24	6	0,051	0,945	0,936
	Ambiente organizado	4º básico	9	1	0,225	0,911	0,882
		8º básico	9	1	0,232	0,896	0,861
		II medio	9	1	0,23	0,87	0,827
	Ambiente seguro	4º básico	10	2	0,092	0,966	0,956
		8º básico	10	2	0,073	0,979	0,972
		II medio	10	2	0,064	0,979	0,973
Participación y formación ciudadana	Participación	4º básico	15	4	0,068	0,959	0,948
		8º básico	15	4	0,07	0,961	0,952
		II medio	15	4	0,069	0,957	0,946

Extraído de Informe Técnico IDPS 2017 (p. 63).

Factor: Ambiente de Respeto:

Ítems (X_i) de la batería de preguntas p06 en cuestionario de estudiantes 2M en 2018:

- X_1 : “Los estudiantes de mi curso nos respetamos entre nosotros.”
- X_2 : “Mis profesores se preocupan por tratar bien a los estudiantes.”
- X_6 : “En mi establecimiento todas las personas se tratan con respeto.”
- X_7 : “Los adultos del establecimiento se dicen las cosas con respeto.”

Ejemplo

Modelo AFC para cada ítem

Cada individuo s responde a los ítems i como función de su nivel de percepción de un ambiente de respeto (θ_s):

$$X_{s1} = \mu_1 + \lambda_1 \theta_s + e_{s,1}; \quad e_{s,1} \sim N(0, \psi_1^2)$$

$$X_{s2} = \mu_2 + \lambda_2 \theta_s + e_{s,2}; \quad e_{s,2} \sim N(0, \psi_2^2)$$

$$X_{s6} = \mu_3 + \lambda_6 \theta_s + e_{s,6}; \quad e_{s,6} \sim N(0, \psi_6^2)$$

$$X_{s7} = \mu_4 + \lambda_7 \theta_s + e_{s,7}; \quad e_{s,7} \sim N(0, \psi_7^2)$$

Teoría de Respuesta al Ítem (TRI)

¿Qué es? Modelos psicométricos que relacionan las respuestas a ítems individuales con la habilidad latente de quienes son examinados. También conocidos como AFC para ítems categóricos (o IFA aplicado a contextos educativos).

Parámetros clave (Modelo 2PL):

- **Dificultad ($b_i c$):** Nivel de habilidad necesario para tener 50% de probabilidad de respuesta correcta
- **Discriminación (a_i):** Qué tan bien el ítem diferencia entre niveles de habilidad

Ventajas sobre Teoría Clásica de Tests:

- Estimaciones de habilidad independientes de los ítems específicos

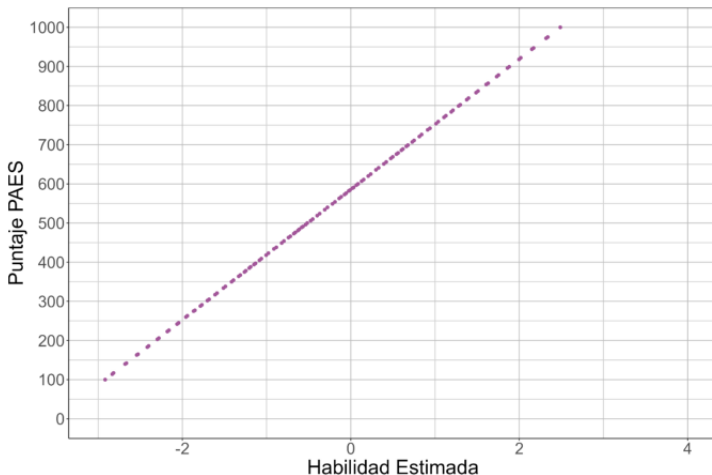
Ejemplo: Modelo Rasch (1PL) en PAES 2024

El puntaje de un estudiante s en la prueba de Competencia Matemática M1 está determinado por su habilidad latente θ_s (capturado por su patrón de respuestas) y las características de los ítems en el test (en PAES, dificultad).

El puntaje informado va entre 100 y 1000, y es una transformación lineal de la habilidad estimada θ_s .

Ejemplo: Modelo Rasch (1PL) en PAES 2024

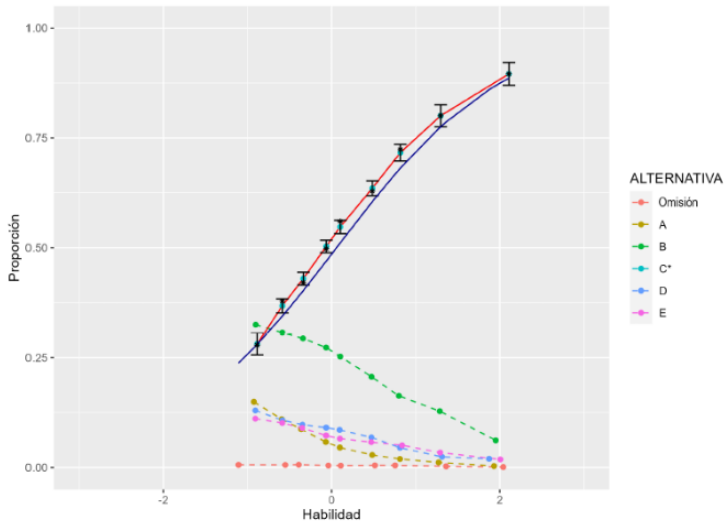
Puntaje PAES para la prueba de Competencia Lectora



Extraído de
Informe de
Resultados PAES
Regular Admisión
2024 (p. 50).

Figura 40: Puntajes PAES versus estimación de habilidad en Competencia Lectora.

Ejemplo: Modelo Rasch (1PL) en PAES 2024



Extraído de
Informe de
Resultados PAES
Regular Admisión
2024 (p. 89).

Figura 100: Ejemplo de curva característica de ítem (línea continua-corresponde a la clave) creciente en todo el rango de habilidad. Las curvas decrecientes corresponden a las alternativas incorrectas (distractores).

Ejemplos: Resultados Educativos

Pruebas estandarizadas SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación)

Características:

- Evaluación censal nacional en Chile (4°, 6°, 8° básico, II medio)
- Mide aprendizajes del currículo nacional vigente en Lectura y Matemáticas
- Incluye cuestionarios de contexto (estudiantes, padres, profesores, directores)
- Clasificación en tres niveles: insuficiente, elemental, adecuado

Análisis típicos:

- Tendencias temporales de resultados
- Brechas de equidad (NSE, género, ruralidad)
- Relaciones entre factores escolares y resultados

IDPS (Indicadores de Desarrollo Personal y Social)

Características:

- Complementan SIMCE desde 2014
- Miden dimensiones no académicas: autoestima, convivencia escolar, participación, vida saludable
- Basados en cuestionarios de contexto

Análisis típicos:

- Similares a los test estandarizados SIMCE

Relevancia: Contribuyen a la medición integral de calidad educativa.

Desafíos en el análisis de pruebas SIMCE e IDPS

Potenciales problemas metodológicos:

- **Nivel de análisis:** ¿Individual o agregado (estudiantes vs escuelas)?
- **Validez de constructo:** ¿Los IDPS capturan adecuadamente lo que pretenden medir?
- **Unidimensionalidad:** ¿El rendimiento en matemáticas solo está vinculado con el conocimiento matemático?

PAES (Prueba de Acceso a la Educación Superior)

Características:

- Reemplazó a la PSU luego de las pruebas de transición en 2022
- Pruebas obligatorias: Competencia Lectora y Competencia Matemática M1
- Pruebas electivas: Matemática M2, Ciencias, e Historia
- Puntaje: entre 100 y 1000 por prueba

Análisis relevantes:

- Poder predictivo del rendimiento universitario
- Equidad en el acceso (ej: brechas por tipo de establecimiento)
- Validez predictiva para el rendimiento académico

Debates actuales:

- **Sesgo socioeconómico:** Estudiantes de mayor NSE obtienen mejores puntajes
- **Validez diferencial:** ¿Predice igual en todas las carreras?
- **Reduccionismo:** ¿Una prueba puede capturar las competencias para la educación superior?
- **Preparación:** Preuniversitarios pueden generar inequidad

Consideraciones finales

- **Pensamiento crítico:** Evaluar estudios cuantitativos requiere examinar múltiples dimensiones: diseño, muestra, medidas, análisis e interpretación.
- **El diseño importa:** El tipo de estudio determina qué preguntas se pueden responder (descripción, correlación, causalidad).
- **Dos tipos de significancia:** Estadística y práctica.
- **El contexto es clave:** La interpretación de resultados debe considerar el contexto teórico, metodológico y práctico.

Bladimir Padilla (gbpadilla@uiowa.edu) & Ariel Aloe

University of Iowa