

La modelación de rasgos latentes: medición fundamental en ciencias humanas

The latent trait modeling: fundamental measurement in human sciences

MANUEL JORGE GONZÁLEZ MONTESINOS

Filósofo, Maestría en Filosofía, Doctor en Medición y Metodología. Docente e Investigador de la Universidad de Sonora. Hermosillo, México. Contacto: mgm@caborca.uson.mx

Fecha de recepción: 30 de Julio de 2012

Clasificación del artículo: Reflexión.

Fecha de aceptación: 1 de Octubre de 2012

Grupo de Investigación: México

Palabras clave: *Psicometría, medición objetiva, modelos de variable latente, Modelo de Rasch.*

Key words: *Psychometrics, objective measurement, latent trait models, Rasch Model.*

RESUMEN

Se describe un modelo de medición especializado para demostrar que los datos derivados de su aplicación tienen las mismas propiedades que aquellos que se emplean en las ciencias físicas. Se describen las propiedades matemáticas de la medición física con un ejemplo clásico y se muestra como el modelo de rasgo latente propuesto satisface los mismos requisitos.

ABSTRACT

A specialized measurement model in social research is described to demonstrate that when applied, the data derived thereof have the same properties as the data employed in the physical sciences. The mathematical properties of physical measurement are described with a classic example and then it is demonstrated how the proposed latent trait model satisfies the same requirements.

1. INTRODUCCION

En términos estadísticos, un modelo es una combinación óptima de variables independientes para predecir el resultado en una variable dependiente. En este sentido un modelo matemático es una réplica formalizada de un proceso empírico. En las disciplinas que estudian la acción humana, siempre ha existido una búsqueda de explicaciones de los procesos de toma de decisiones. Se ha propuesto una gran variedad de modelos matemáticos para explicar y predecir los procesos empíricos de toma de decisiones. Sin embargo, cuando se incorporan datos empíricos, los aspectos de medida son cuestionados debido a la naturaleza de los métodos de recolección de información, y aún a objeciones de mayor importancia como la supuesta ausencia de medios para producir medidas objetivas en el contexto de descripción de la acción humana.

En la actualidad muy pocos analistas de la conducta disputarían el hecho de que existen aspectos de la acción humana que deben ser medidos para explicar y predecir el comportamiento. Las aproximaciones cuantitativas están bien establecidas y justificadas en la investigación en psicología, sociología, economía, educación, ecología, ciencias de la salud y bioética, entre otras disciplinas. De hecho la psicometría como campo se ocupa exclusivamente de la medición de atributos humanos [1]. Este trabajo no argumenta para justificar las metodologías cuantitativas en las ciencias sociales. Lo que si se presenta es un argumento a favor de una aproximación particular en la medición y que establece objetividad, precisión, fiabilidad y validez de los datos derivados de instrumentos y procesos de medida en contextos de investigación social.

Si bien los métodos cuantitativos se emplean de manera rutinaria en la investigación social, lo que no está ampliamente reconocido o aceptado es la existencia de un paradigma métrico que produce datos psicométricos con propiedades equivalentes a las de los datos empleados en las ciencias físicas. Este paradigma se conoce actualmente como

Modelación de Rasgos Latentes o MRL, (Latent Trait Modeling, LTM). Los fundamentos de MRL fueron -parcial pero decisivamente- desarrollados por el matemático Danés Georg Rasch entre 1953 y 1960 [2].

El Modelo Métrico de Rasch (MRM) produce medidas lineales a partir de datos cualitativos [3]. Los juicios emitidos en la toma de decisiones realizada por sujetos al responder ítems en instrumentos diseñados para evaluar constructos tales como: habilidades cognitivas o conocimientos de asignaturas específicas, son todos en principio juicios cualitativos. Los rasgos actitudinales y de percepción, tales como opiniones, preferencias y valores, entre otros, pueden también ser medidos por medio de ítems de categorías ordenadas y modeladas con extensiones desarrolladas a partir del modelo de Rasch para respuestas dicotómicas.

2. PROPIEDADES DE LA MEDICIÓN

En las ciencias físicas los objetos son fundamentalmente medibles porque las propiedades numéricas de orden y adición tienen referentes físicos [4]. G. Rasch empleó un modelo físico muy conocido para establecer las propiedades matemáticas que surgen en la medición psicológica cuando se relacionan un constructo teórico con un nivel de rasgo como referente:

$$Aceleracion = \frac{Fuerza}{Masa} \quad (1)$$

Al tomar el logaritmo natural de ambos lados de la ecuación se obtiene una relación aditiva directa:

$$\log(Ac) = \log(Fuerza) - \log(Masa) \quad (2)$$

De manera análoga cuando se miden rasgos cognitivos o conductuales:

$$Tarea = (Rasgo Latente) / (Dificultad) \quad (3)$$

Lo cual también puede transformarse a:

$$\log(Respuesta Item) = \log(b) - \log(d) \quad (4)$$

Donde $\log(b)$ es el nivel de rasgo de la persona

y $\log(d)$ es la dificultad o demanda cognitiva del ítem. Ambos parámetros se derivan de una función probabilística aplicando regresión logística como sigue:

$$\log\left(\frac{P_{si}}{(1-P_{si})}\right) = b_s \quad (5)$$

Donde P_{si} es el número de ítems respondidos correctamente por el sujeto s , y b_s es la medida de rasgo latente del sujeto. La transformación logarítmica fija una métrica común para el nivel de rasgo de los sujetos y las demandas cognitivas (dificultades) de los ítems:

$$\log\left(\frac{(1-P_{sk})}{P_{sk}}\right) = d_k \quad (6)$$

Donde, P_{sk} es el número de personas que no aciertan o no suscriben un ítem en una prueba de aptitud o en un instrumento de actitud (cuestionario, inventario) y, d_k es la medida de demanda cognitiva (dificultad) del reactivo. De la misma forma que en el caso anterior, la transformación logarítmica, fija la unidad métrica común a los niveles de rasgo de sujetos b_s a las demandas cognitivas de los reactivos d_k .

Generalizando lo anterior sobre un número determinado de S sujetos y K ítems, en cualquier instrumento psicométrico, diseñado para medir logro o aptitud, o bien percepción o actitud, el Modelo Métrico de Rasch (MRM), estima una probabilidad de respuesta correcta (o acuerdo) para cada sujeto s y cada ítem k , -ambos denominados facetas- en un proceso métrico dado.

Para cada sujeto (persona) la expectativa probabilística se establece mediante el modelo:

$$p_s(x_i = 1 | \beta_s, \delta_i) = \frac{e^{(\beta_s - \delta_i)}}{1 + e^{(\beta_s - \delta_i)}} \quad (7)$$

Para $i=1, \dots, k$

Y para cada ítem la expectativa probabilística se establece por:

$$p_s(x_i = 1 | \beta_s, \delta_i) = \frac{1}{1 + e^{(\beta_s - \delta_i)}} \quad (8)$$

Para $i=1, \dots, k$

El modelo de regresión logística resultante com-

bina de manera óptima las variables de nivel de rasgo y dificultad de la tarea β_s, δ_k para predecir el resultado particular de los encuentros entre sujetos e ítems. Estas expectativas modeladas se someten a una serie de pruebas rigurosas que funcionan como verdaderos recursos de control de calidad para asegurar la objetividad, fiabilidad y validez de los instrumentos y procesos de medida.

Las propiedades matemáticas de la regresión logística aseguran que -cuando los datos derivados se ajustan a las expectativas modeladas en el procedimiento- las medidas de nivel de rasgo y dificultad de ítems se independizan de la muestra de personas y de la muestra de ítems [5]. Esta separabilidad de parámetros es la característica definitiva y más importante que comparten todos los procedimientos implementados con la familia de modelos Rasch. Es decir, una vez aplicado el procedimiento y reteniendo únicamente los ítems que se ajustan al MRM, existe separabilidad de parámetros, debido a que los encuentros entre sujetos e ítems son eventos probabilísticamente independientes. Esto implica que los parámetros de los ítems no dependen en absoluto de los parámetros de los sujetos. Y también, los parámetros de los sujetos tampoco dependen de los parámetros de los ítems.

Una ventaja adicional de este método es que los indicadores de precisión de las medidas se pueden obtener para cada instancia particular de las facetas, ya sean sujetos o ítems. Esto se logra porque el procedimiento de modelación produce errores estándar únicos y relacionados con cada faceta individual. Esta característica no había estado disponible hasta el desarrollo de la familia de modelos LTM-Rasch, ya que en otras plataformas métricas el error estándar de las medidas se calcula de una forma única y se generaliza a todas las facetas.

Dado lo anterior, es posible realizar comparaciones directas y precisas entre cualesquier par (o más) de personas - sujetos por medio de:

$$\frac{P_{1i}/(1-P_{1i})}{P_{2i}/(1-P_{2i})} = \frac{\beta_1/\delta_i}{\beta_2/\delta_i} = \frac{\beta_1}{\beta_2} \quad (9)$$

Las comparaciones de nivel de rasgo que resultan, tienen implicaciones decisivas en el plano práctico, legal y ético, dadas las decisiones sustantivas que pueden tomarse sobre la base de datos métricos derivados bajo el Modelo Métrico Rasch (MMR). Es de suma importancia notar que las propiedades métricas y matemáticas descritas demuestran que los requisitos de orden y adición pueden ser cubiertos por datos derivados de procesos psicométricos. Por consecuencia, cuando se requiera obtener puntuaciones objetivas e interpretables unívocamente en referencia a rasgos de comportamiento humano -aptitud, actitud- el Modelo Métrico de Rasch es el recurso de elección apropiado y preciso. Para el caso de ítems politómicos (crédito parcial o categorías ordenadas tipo Likert, se han desarrollado extensiones del modelo original que dan el tratamiento apropiado a patrones de respuesta distintos a los casos estrictamente binarios [6].

3. IMPLEMENTACIÓN Y PERSPECTIVAS

A la fecha el Modelo Métrico de Rasch es la alternativa LTM más parsimoniosa y de mayor potencia explicativa. Los recursos técnicos para su implementación son comunes en el campo de la psicometría contemporánea gracias a los avances recientes en recursos computacionales. Un recurso poderoso e interesante se encuentra en el paquete LTM de ambiente de programación estadística R. [7]. Una implementación completa de la familia de Modelos Rasch esta disponible en el paquete de

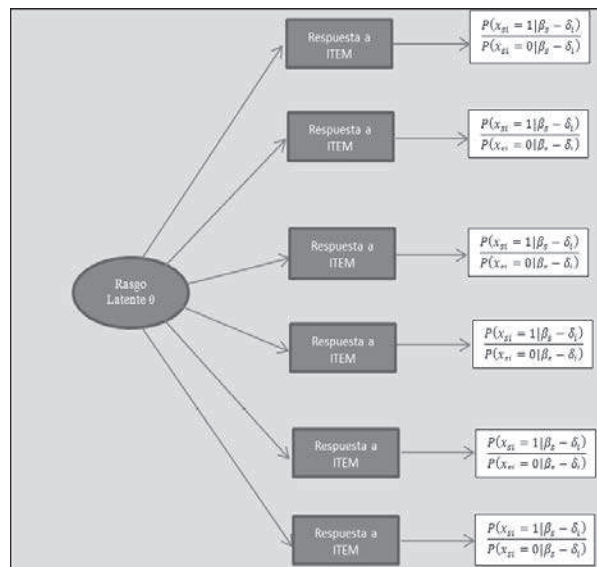


Figura 1. Representación Esquemática LTM
Fuente: Embretson & Reise, 2000.

software WINSTEPS, ® [8]. Esta contribución a la Semana de Tecnología, reconoce que no todos los programas de investigación en ciencias sociales requieren de métodos cuantitativos. Sin embargo, el argumento fundamental en este trabajo es que cuando se requieran datos cuantitativos en un programa de investigación, o bien en contextos clínicos o de toma de decisiones de alto impacto, las técnicas LTM y en particular el Modelo Métrico de Rasch,

Deben ser empleadas para asegurar la calidad métrica de los datos derivados de instrumentos de medición aplicados a rasgos humanos.

REFERENCIAS

- [1]. Nunnally, J. Bernstein, I. "Psychometric Theory". (3rd ed) New York, Mac-Graw-Hill, 1994.
- [2]. Rasch, G. "On specific objectivity: An attempt at formalizing the request for generality and validity of scientific statements". The Danish Year Book of Philosophy, Copenhagen: Munksgaard. 1977.
- [3]. Linacre, J.M. WINSTEPS. Rasch measurement computer program. Chicago, IL: Winsteps.com. 2012.
- [4]. Embretson, S.E. y Reise, S.P. "Item Response Theory for Psychologists". Lawrence Erlbaum Associates, London. pp.147, 2000.
- [5]. Hambleton, R.K., Swaminathan, H., Ro-

- gers, J. H. "Fundamentals of Item Response Theory". Quantitative Methods for the Social Sciences. Newbury Park, CA: Sage Publications. pp. 18-19, 1991.
- [6]. Andrich, D. "Application of a psychometric model to ordered categories which are scored by successive integers". Applied Psychological Measurement, 2, 581-594, 1978.
- [7]. Rizopoulos, D. Ltm: An R Package for Latent Trait Modeling and Item Response Theory Analyses. Journal of Statistical Software, Vol. 17, 5. 2006.
- [8]. Rasch, G. (1960). Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Chicago; University of Chicago Press.
- [9]. Bond, T.G., Fox, Ch. M. Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences. New Jersey: Erlbaum. 2001.