



Laboratorio
Interdisciplinario de
Estadística Social



Discussion Paper N°2017 | 01

Responsabilidad de Uso de Modelos con Variables Latentes: Cambio de Preguntas para el Cambio de Prácticas

Trinidad González Larrondo

**Facultad de Matemáticas
Pontificia Universidad Católica de Chile**
Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul
lies.mat.uc.cl/



Laboratorio Interdisciplinario de Estadística Social

Para citar:

González, T. (2017). Responsabilidad del Uso de Modelos con Variables Latentes (2017). *LIES Discussion Paper* N°2017|01.

Responsabilidad del uso de modelos con variables latentes: cambio de preguntas para el cambio de prácticas

Trinidad González Larrondo

Escuela de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica de Chile.

LIES, Laboratorio Interdisciplinario de Estadística Social, Facultad de Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Chile.

El objetivo de este análisis es mostrar cuándo los modelos que utilizan variables latentes pueden ser coherentes con una acción ética que permita dar razón de los conceptos (psicológicos) que se establecen. Para esto, es importante comprender no únicamente la forma en que se explican los elementos comunes a una variada gama de modelos latentes, sino que también –y principalmente- la génesis de este tipo de modelos.

Introducción

Los modelos con variable latente (en adelante, MVL) constituyen una amplia gama de herramientas utilizadas en la investigación en psicología y en educación. Los ejemplos más conocidos son los modelos de teoría respuesta al ítem, los modelos de análisis factorial, los modelos de ecuaciones estructurales, etc. Todos estos modelos comparten una forma básica similar: en primer lugar, se define una variable latente o no observable, la que se especifica por medio de una distribución de probabilidad. Dicha especificación, en principio, se hace teniendo en cuenta los requerimientos de aplicaciones específicas. Luego, condicionalmente a un nivel de la variable latente, se especifica la distribución de una variable observada. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que lo único que está sustentado empíricamente, corresponde a la distribución de las variables observables. De ahí entonces que resulta problemático el carácter de la distribución que genera las variables latentes.

El modelo que genera las variables latentes fue explícitamente descrito por Koopmans & Reiersol (1950) como el foco de la preocupación científica, que no se reduce a lo observable únicamente, sino que es necesario identificar una estructura subyacente que la produce. Esta estructura es física, psicológica, económica, etc., que quiere decir, que la misma es especificada tomando en cuenta el conocimiento sustantivo de cada área de aplicación. Esta perspectiva parece concordante con una manera de visualizar la ciencia como una herramienta fundamental para explicar la realidad, entendiendo como realidad, las estructuras subyacentes a los observables. Sin embargo, es necesario, en primer lugar, analizar el estatuto de las variables

latentes, en el sentido de comprender si éstas son entidades ontológicas que tienen existencia propia, o son meros constructos.

Una de las discusiones recientes que toma en cuenta este problema filosófico lo constituye el trabajo de Borsboom, Mellenbergh, & Van Heerden (2003). En este trabajo, se caracterizan las variables latentes desde tres perspectivas, una perspectiva técnica sintáctica y semántica, una perspectiva empírica, y una perspectiva ontológica. La perspectiva sintáctica se refiere a la operacionalización formal de una variable observable y una latente, aunque la discusión posterior no depende del significado que se le otorgue a las palabras *observable* y *latente*, sino, solamente a las relaciones que se establecen entre los objetos a los cuales se les asignan esas denominaciones. Según los autores, lo semántico entra en juego cuando es posible o justificable interpretar la realización de lo observable y lo latente, a partir de un experimento aleatorio, y por lo tanto, se considera que la estadística y la probabilidad interpretan un marco formal.

Según se entiende de lo propuesto, lo empírico parece referirse a estimaciones o aproximaciones de la variable latente, usando únicamente la información que está disponible de manera “directa”, es decir, la que se mide por medio de un instrumento determinado (por ejemplo, un puntaje total como un *proxy* de un constructo latente).

En relación a la perspectiva ontológica de la variable latente, los autores plantean que ésta es necesaria toda vez que se quiere relacionar una variable observable con una variable latente (esto se relaciona con la forma básica de los MVL mencionada anteriormente). En esta perspectiva, la ontología de la variable latente consiste en caracterizar qué es lo que se estima cuando se observan los datos, asumiendo que eso que se estima está en “otra parte”. Los autores explican ese “otra parte” desde tres perspectivas distintas:

- 1) Operacionalismo, que consiste en imaginar una variable latente y su distribución, lo que permita realizar determinados cálculos, pero donde dicha variable latente no tiene sustrato sustantivo¹.
- 2) Realismo, que busca inferir lo no observable a partir de la información empírica. Por lo tanto, lo sustantivo que se busca conocer, se encuentra en los observables.
- 3) Constructivismo, que se distingue del realismo en el hecho que la variable latente no tiene existencia real fuera del investigador, sino que es una construcción mental plenamente justificada en las aplicaciones concretas.

¹ Con sustantivo se hace alusión a los aspectos teóricos que subyacen a una problemática social o psicológica específica.

Como ya fue mencionado, las perspectivas realista y constructivista, asumen una relación entre una identidad que tiene un cierto estatuto de existencia, que es la variable latente, con los observables. Ambas perspectivas buscan proporcionarle un sustrato empírico a la variable latente. Cabe preguntarse en qué medida, la identificación del concepto es empírica. Más precisamente, cuando se especifica un MVL, ¿ya se especificó un concepto formalizado de la variable latente, y lo que se busca es confirmarlo? o ¿hay “algo” en las observaciones que pueda contribuir a precisar el concepto?

Para responder esta pregunta, se seguirá una sugerencia mencionada tangencialmente por los autores. Ésta, corresponde a identificar el origen de los MVL en el trabajo que Spearman publicó en 1904. Este trabajo resulta interesante, pues, hasta donde se sabe, él no utiliza el término de variable latente o no observada. Por lo tanto, el análisis metateórico tiene por objetivo analizar si las perspectivas ontológicas de las variables latentes, comparten o no las motivaciones que llevaron a Spearman a realizar sus contribuciones.

Presupuestos y razonamiento de Spearman (1904)

1. Wundt como antecedente teórico

Spearman en 1904 desarrolló la *psicología correlacional* como herramienta para analizar resultados de experimentos, los cuales constituyen los elementos esenciales de la *psicología experimental*. ¿Qué entiende Spearman por *psicología correlacional* y *psicología experimental*?

El autor, relaciona explícitamente el concepto de psicología experimental con el trabajo desarrollado por Wundt años antes. Wundt (1901) caracterizó la psicología experimental en su trabajo *Outlines of Psychology*. Para esto, define dos tipos de psicología que resumen la situación de la disciplina en Alemania: la psicología como ciencia de la mente y la psicología como ciencia de la experiencia interna. La primera, consiste en que se consideran los procesos psíquicos como fenómenos por medio de los cuales inferir la naturaleza metafísica subyacentes a estos. La segunda, considera los procesos psíquicos como pertenecientes a una forma específica de experiencia que es distinguible por introspección.

Wundt sostiene que ninguna de estas definiciones, junto a las prácticas que implican, es adecuada para la psicología de su tiempo, planteando dos justificaciones. Primero, que la psicología se ha ido desarrollando como disciplina empírica con métodos libres de todo supuesto metafísico, y segundo, la psicología como ciencia de la experiencia interna, ha llevado a creer que la psicología trata con objetos completamente diferentes a los tratados en la experiencia externa.

El punto esencial es Wundt sostiene que la experiencia es única, y se la analiza desde dos perspectivas distintas: una experiencia única puede ser considerada en cuanto al contenido que se presenta, como experiencia mediata. Experiencia que es

posible, luego de hacer abstracción del factor subjetivo presente en todas las experiencias. Pero también, aquella experiencia única, puede ser considerada en relación con la aprehensión de ese contenido, lo que hace referencia al sujeto que experimenta, lo que constituye la experiencia inmediata. La experiencia mediata es analizada por las ciencias naturales, mientras que la experiencia inmediata es el objeto de estudio de la psicología. Para Wundt, ambas ciencias son disciplinas que se centran desde diferentes perspectivas, sobre una única experiencia, y es por ello que considera que la psicología es una ciencia experimental con métodos pertinentes.

Resumiendo, Wundt considera que la experiencia es única, la cual se la puede analizar desde diferentes perspectivas: cuando se analiza desde las ciencias naturales se le denomina como experiencia externa, y cuando se analiza desde la psicología, se le denomina como experiencia interna. No solamente existe una concordancia de metodologías entre ambas, sino además, la experiencia interna y externa, no son de ninguna manera, distintas.

2. Distancia entre el laboratorio y la vida real

A pesar de que para Spearman la psicología experimental estaba consolidada hace años, también es consciente de las críticas y de las debilidades de la misma. Los críticos de la psicología experimental afirman que preocuparse de fenómenos simples en el laboratorio (como por ejemplo, distinguir tonos de música o de colores), no permite entender los problemas fundamentales del alma, del libre albedrío, y de la naturaleza interna del tiempo y espacio. Ante esta crítica, Spearman afirma que las ciencias naturales (que desde la tradición de Wundt es complementaria a la psicología) también se han desarrollado a partir de intereses en objetos simples (por ejemplo, las leyes del movimiento) que les han permitido hacer afirmaciones relacionadas con los aspectos complejos del universo.

Por otro lado, hace una afirmación que se podría considerar epistemológica: la mente humana solo tiene acceso a conocer los objetos simples, para luego poder acceder a los objetos complejos de la naturaleza. Los objetos simples son fenómenos que se estudian en laboratorio, mientras que los fenómenos complejos hacen referencia a lo que ocurre en la vida real. Es precisamente en la relación entre lo simple y lo complejo, entre en laboratorio y la vida real, donde Spearman identifica la segunda fuente de la debilidad de la psicología experimental. En efecto, Spearman razona planteando que los objetos simples nos pueden dar información de los complejos, una vez que se ha demostrado la relación absoluta entre ambos. Sin embargo, afirma que dicha demostración es muy difícil de lograr, y que además contiene errores que pueden falsear las deducciones posteriores. Más precisamente, la fuente de error consiste en que en la psicología experimental de su época, la forma ir de lo simple a lo complejo, fue mezclando los métodos propios de la psicología

experimental, con el método de la introspección, el que ya fue criticado como fuente de confusión conceptual por Wundt.

3. Las identidades en ciencia

La debilidad de la psicología experimental que Spearman identifica tiene que ver con la falta de uniformidades². Para explicar esta afirmación, nuevamente realiza un paralelo entre la física y la psicología. En física, cuando se trata de los átomos, hay dos órdenes de identidad: la de primer orden se refiere a la uniformidad, en el sentido que se tienen las mismas reacciones bajo las mismas condiciones. La identidad de segundo orden es una hipótesis de trabajo que se relaciona con la persistencia de la sustancia, gracias a lo cual, es posible buscar identidades de primer orden.

En cuanto a la psicología, afirma que también hay dos órdenes de identidad: la de primer orden corresponde a las uniformidades funcionales. Pero la identidad de segundo orden es muy distinta a la identidad de segundo orden en física. Se trata de una semejanza interior, a la que se accede solo por introspección. La debilidad de esta identidad de segundo orden, se debe a la mezcla de métodos a la que se hizo referencia anteriormente, y que Wundt también identificaba. Sin una identidad de segundo orden, no es posible buscar identidad de primer orden, como ocurre en física.

La debilidad de la psicología experimental no surge por la mera mezcla de métodos distintos, sino que se debe fundamentalmente, a que un método se desarrolla bajo el supuesto que la perspectiva es unitaria y que se la analiza desde diferentes perspectivas (ciencias naturales y psicología), mientras que el otro método, enfatiza el hecho que la experiencia interna es esencialmente diferente a la experiencia externa. Las uniformidades funcionales se definen como concordancias entre cosas (por ejemplo, inteligencia y discriminaciones sensoriales), pero lo que Spearman argumentará, es que éstas se ven más o menos frustradas por otros factores. Si se logran entender las uniformidades funcionales después de “corregirlas” por esos factores que la frustran, se podría entonces, relacionar lo que ocurre en el laboratorio, con lo que ocurre en la vida real³. En efecto, la comprensión de las uniformidades funcionales estará dada por la identificación de un factor común subyacente lo que permitiría buscar identidades de primer orden; este factor es el que ocupará el puesto de identidad de segundo orden (ver figura 1).

² También comprendidas como leyes naturales en Spearman (1904).

³ Esta afirmación tiene sentido porque las discriminaciones sensoriales en niños son medidas en laboratorio, mientras que sus niveles de inteligencia son establecidos por sus profesores de acuerdo a las circunstancias de la vida escolar diaria.

Experiencia única		
Identidades de la ciencia	Experiencia externa (Física/Ciencias Naturales)	Experiencia interna (Psicología)
	Mismas consecuencias en mismas circunstancias	Uniformidades funcionales (ej. Coincidencia entre inteligencia y discriminaciones sensoriales)
	Persistencia de la sustancia: invarianza que permite identidad de primer orden.	Sentido interno al cual se accede por introspección (rompe con el paralelo)

Figura 1.

Identidades de la ciencia

4. Crítica metodológica

La determinación de las tendencias a las que se hizo alusión anteriormente, constituye el objetivo de la psicología correlacional. Para Spearman, ésta se centra en grupos, dado que el foco es encontrar “leyes y uniformidades”. En términos prácticos, él se centró en determinar las tendencias que conectan test mentales con discriminaciones sensoriales. La revisión histórica que realiza en su artículo, que está relacionada con dicho tópico, le permitió constatar que hay muy pocas conclusiones positivas de correlación entre test mentales y discriminaciones sensoriales, que cuando el laboratorio y la vida son comparados en relación a las uniformidades funcionales, parecen no presentar correspondencia; y si estas uniformidades fallan, cualquier conexión entre el laboratorio y la vida real, es arbitraria.

En lugar de aceptar o rechazar estas conclusiones, Spearman propone someterse a lo que denomina “la crítica más crítica de la que somos capaces”. Con esto, hace referencia a centrar la crítica en los métodos que se utilizan para establecer asociaciones entre dos eventos o atributos. Propone que, para fortalecer la psicología experimental, hay que realizar una crítica metodológica.

A partir de esto, sus críticas hacen alusión a que no se establecían expresiones estadísticas precisas para estimar las correspondencias entre series de eventos; las correlaciones altas que se lograban reportar, podrían estar infladas por factores irrelevantes; no se calculaba el error muestral, pues las correlaciones reportadas estaban basadas en muestras específicas; e incluso, no se explicitaba bien el problema que se esperaba resolver. Ante esta crítica metodológica, los resultados

experimentales son de poco valor. Por lo tanto, lo inconcluso de la relación entre laboratorio y vida real, no es tal.

5. El Axioma de Independencia Local, la estructura básica de los MVL

En términos generales, lo que Spearman enfatiza es que una correlación entre dos eventos o atributos, se debe a que *ambos comparten algo en común*. Pero esto, únicamente cuando ese *algo común* no añade una correlación espuria. El factor común, es tal que cuando se controla por él, no queda nada adicional que explique la correlación entre los dos atributos. En la literatura psicométrica contemporánea, esto es lo que se conoce como el Axioma de Independencia Local.

Lo que Spearman descubre es que la inteligencia general es la que explica, en el sentido mencionado anteriormente, las correlaciones entre las diferentes mediciones de discriminaciones sensoriales. Esta inteligencia general, corresponde a la identidad de segundo orden que permite investigar identidades de primer orden.

Alcance científico de los MVL

La motivación de conocer la propuesta de Spearman fue entender en qué medida se le puede considerar como el originador de la tradición de MVL. Según lo que se ha desarrollado, lo que Spearman realizó fue una crítica metodológica que se sustentó en los supuestos de Wundt, los que a su vez, manifiestan una total concordancia entre las ciencias naturales y la psicología. Como consecuencia de la crítica metodológica, Spearman logra establecer el hecho que eventos correlacionados pueden explicarse por medio de un determinado factor, lo que puede establecerse de forma empírica.

Es importante destacar que ante la paradoja que vivía la psicología experimental de su época, Spearman presenta los instrumentos estadísticos no como meras herramientas de cálculo, sino que como la forma de abrir una puerta para salir de esta paradoja. Esto permite atisbar otro modo de entender el rol de la estadística en las ciencias sociales, un rol que no se centra únicamente en cálculos técnicos (que es lo que más se enfatiza en la formación en la investigación psicológica actual), sino más bien con un conjunto de herramientas que permiten proporcionar un determinado lenguaje para entender dónde están las fuentes de las paradojas. El rol de la estadística que se busca enfatizar con esta afirmación es el que se relaciona con el modelamiento: no se trata de cálculos, sino de entender el alcance sustantivo de lo que está en juego cuando se formalizan procesos psíquicos en términos estadísticos. Spearman fue el que originó esto, pero sus “seguidores” parecen enfatizar más en cálculos por sobre el significado sustantivo de los modelos.

El factor común que Spearman identifica, corresponde a lo que llama inteligencia general, que no fue medida en laboratorio, y es por ello que puede relacionar lo que ocurre en el laboratorio (mediciones de las discriminaciones

sensoriales) con lo que ocurre en la vida real. Siguiendo con el modo de pensar de Spearman, lo que hizo fue identificar una uniformidad de segundo orden. Por lo tanto, visto desde una perspectiva más amplia, lo que se puede concluir es que Spearman no busca establecer la existencia de factores para solo explicar correlaciones, sino que lo que está buscando es lo que hoy se podría denominar como *invariante*: lo que es invariante es lo que permite explicar las correlaciones, eliminando todo lo que pueda provenir del azar.

Esto es relevante, pues Spearman estaba desarrollando una metodología para realizar un objetivo científico que también se desarrolla en las ciencias naturales. Si se mira el uso actual que tienen los MVL, no es fácil identificar una discusión metateórica que la relacione con el establecimiento de invariantes. Lo que sí se puede afirmar, es que la pregunta que ha motivado esta discusión, no es por la existencia de las variables latentes, sino que es por el establecimiento de metodologías que permitan identificar invariantes. Es importante recordar que los invariantes se relacionan con la construcción de conceptos por medio del método llamado *definiciones por abstracción*: se trata de clasificar unidades que son distintas, pero que “se parecen” en un atributo; cuando se realiza esto, se define un concepto (Lorenzen 1987; Kim, 2011).

Esto último lleva a proponer la siguiente reflexión que va más allá de lo realizado por Spearman. Cuando se consideran los MVL, el problema en cuestión es el siguiente: se observan realizaciones individuales de una determinada variable dependiente y se pregunta por la probabilidad que ese individuo que manifestó ese patrón de variable dependiente, tenga un determinado nivel en la variable latente. Lo que este procedimiento significa es que se busca *clasificar* a los individuos que tienen los mismos patrones. Luego, los MVL se utilizan para clasificar individuos en determinados grupos definidos por su nivel en la variable latente, y cuando se clasifican, lo que se hace es dar un primer paso de una definición por abstracción. Por lo tanto, el uso de estos modelos no termina cuando se estima el nivel de la variable latente que le corresponde a cada individuo, sino que debería integrar una observación de esos grupos que han sido definidos, para que así, se identifique algún aspecto común que permitirá definir empíricamente un concepto que va más allá de la definición sustantiva inicial de la variable latente.

De esta manera, se traslada el problema de la existencia de las variables latentes al problema de definir conceptos empíricamente, a partir de la herramienta de los MVL. El ir a observar en la práctica los aspectos comunes que tienen los grupos de individuos que han sido definidos por el mecanismo anterior, tiene evidentemente un correlato ético. Se trata de una acción que el observador va a realizar con los observados, observados no únicamente porque observamos en ellos la variable dependiente, sino principalmente porque se irán a observar los grupos que han sido definidos subsecuentemente. Hasta donde se ha revisado, este tipo de especulaciones no se encuentran en la literatura psicométrica.

Cuando se entiende que los MVL se utilizan para clasificar, entonces se comprende el rol del investigador como una acción ética. Cuando se clasifica, se está iniciando el proceso de construir conceptos; lo que se requiere por medio de la observación, identificar, el o los atributos comunes al interior de cada grupo, de forma de poder precisar el concepto inicial con el cual se caracterizó la variable latente.

Referencias

- Borsboom, D., Mellenbergh, G. J., & Van Heerden, J. (2003). The theoretical status of latent variables. *Psychological Review*, 110(2), 203–219. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.110.2.203>.
- Kim, K. (2011). A Strengthening of the Caesar Problem. *Erkenntnis* 74, 123-136.
- Koopmans, T. C., & Reiersol, O. (1950). The identification of structural characteristics. *The Annals of Mathematical Statistics*, 21(2), 165-181.
- Lorenzen, P. (1987). *Constructive Philosophy*, Amherst: The University of Massachusetts Press.
- Spearman, C. (1904). "General Intelligence," Objectively Determined and Measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201–292.