Este es un documento de trabajo que únicamente pretende fungir como editor de texto (para facilitar el trabajo en colectivo). Llegado el momento puedo pasarlo a Latex en la presentación requerida sin problema –Adriana.

**Evaluación Diagnóstica Cognitiva:**

**Un tutorial para la aplicación del modelo DINA en R.**

Estructura general  (El contenido comienza a desarrollarse en la siguiente página)

Introducción a DINA

            Descripción del modelo y sus parámetros

            Breve repaso histórico:

El modelo DINA como una instancia de los CDMs

                           Qué son los CDMs y por qué deberían usarse

                           Importancia del modelo DINA en el marco de los CDM

                           Derivados del Modelo DINA

                                           DINO

                                           HO-DINA

Para trabajar en R

            Descripción de paqueterías

                           CDM

                           JAGS

Modelo DINA Clásico

            Estimación de parámetros por Máxima Verosimilitud

            Código

DINA bayesiano

            Código

Referencias

Desarrollo

**Evaluación Diagnóstica Cognitiva:**

**Un tutorial para la aplicación del modelo DINA en R.**

*(autores)*

**1. Introducción**

            Descripción general del modelo

El modelo DINA (llamado así por sus siglas en inglés: Deterministic Inputs, Noisy And gate), es un modelo estadístico que permite estimar el grado de dominio que se tiene sobre cada una de las habilidades, conocimientos y destrezas que se asume son necesarias para responder acertadamente los distintos ítems que componen cierta prueba, tomando en consideración supuestos que describen el papel que se asume puede tener el azar en el número de aciertos y errores a observar.

El modelo DINA como una instancia de los CDMs

                           Qué son los CDMs y por qué deberían usarse

El modelo DINA forma parte de la familia de los modelos de diagnóstico cognitivo (referidos en lo posterior como CDMs por sus siglas en inglés), desarrollados con la intención de aportar información fina sobre el desempeño de los sustentantes, permitiendo identificar de manera puntual las fortalezas y debilidades que presentan al responder una determinada prueba. Los CDMs recurren a los modelos desarrollados en ciencias cognitivas para describir cuáles son los conocimientos, habilidades y destrezas que componen el constructo que interesa medir, identificar a partir de qué ítems o tareas se puede ver reflejado el ejercicio de cada una y así, devolver información detallada sobre el desempeño de cada uno de los participantes (¿qué conocimientos, habilidades y destrezas domina?, ¿cuáles no?) que sea fácilmente traducible en acciones de mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje.

A diferencia de los modelos psicométricos derivados de la Teoría de Respuesta al Ítem que asumen unidimensionalidad en el constructo a evaluar y cuyo objetivo principal es el de inferir el lugar que ocupa cada sustentante en la escala de dominio de dicho constructo (típicamente representado con el parámetro ), los CDMs asumen que existe un conjunto de habilidades, conocimientos y destrezas que componen al constructo evaluado. De esta forma, los CDMs buscan identificar la presencia o ausencia (referido en la literatura como “dominio” o “falta de dominio”) de las múltiples sub-habilidades que se requieren para la resolución de los ítems que conforman la prueba, permitiendo identificar de manera particular cuáles son las habilidades, conocimientos y destrezas que cada sustentante posee o necesita fortalecer, en función de su desempeño observado, (De la Torre, 2009).

El principal atractivo del uso de CDMs  es el nivel de detalle con que permite interpretar las respuestas registradas por cada sustentante y el gran potencial que tiene la información resultante para orientar la toma de decisiones de los diversos actores involucrados en el proceso educativo (desde el propio alumno, hasta las autoridades educativas). En contraste con otro tipo de modelos psicométricos (ya sea bajo el enfoque de la Teoría Clásica de los Test o de la Teoría de Respuesta al Ítem) que suelen estar orientados a estimar el nivel de desempeño general de cada sustentante, en función al número total de aciertos obtenidos en la prueba, los CDMs trazan en detalle el perfil de habilidades, conocimientos y destrezas dominadas (y en qué medida) por cada sustentante, de acuerdo con qué ítems específicos fueron acertados en la prueba y cuáles son los requisitos que se tienen identificados para dar respuesta a los mismos.

Los perfiles que se obtienen a partir de la aplicación de los CDMs permiten a los sustentantes evaluados y a cualquier otro agente interesado en conocer los resultados del diagnóstico, orientar su toma de decisiones a partir de las fortalezas y debilidades identificadas en los sustentantes. Por ejemplo, en el contexto educativo, si se aplica un examen que evalúa las habilidades matemáticas de los estudiantes de cierto grado escolar, la identificación puntual del grado de dominio que tiene cada estudiante sobre las diversas habilidades, conocimientos y destrezas requeridas para la resolución de la prueba, permite tanto a los estudiantes como a los docentes hacer conciencia sobre las áreas de oportunidad que requieren ser atendidas, guiando la modificación tanto de sus hábitos de estudio como de sus métodos de enseñanza, según sea el caso.

La realización de una evaluación diagnóstica no se limita a la aplicación de modelos estadísticos de la familia de los CDMs a un conjunto de datos obtenidos tras la aplicación de una prueba. Por el contrario, la elaboración de un diagnóstico cognitivo de este tipo debe concebirse como un proyecto que abarca también el propio diseño y desarrollo del instrumento, tomando siempre como referencia los modelos sustantivos desarrollados en ciencias cognitivas que describen los diversos componentes del constructo que se pretende medir (**referencias**), procurando cuidar así la validez de las inferencias que resulten tras la implementación de los CDMs.

La gran mayoría de los CDMs funcionan a partir de la elaboración de una **matriz Q** (**referencias**), que permite identificar para cada ítem i de los I ítems que componen la prueba, cuáles son las habilidades h que se requieren para tener una mayor probabilidad de obtener un acierto. El proceso de elaboración de una matriz Q es complejo e involucra varias etapas, durante las cuales participan expertos en el ámbito sustantivo de aquello que se pretende medir, estadísticos y analistas de datos que corroboran que las respuestas recopiladas a lo largo de los ítems se agrupan de acuerdo a las clasificaciones sugeridas, actualizando la matriz resultante a la luz de la evidencia que se va acumulando.

                          Importancia del modelo DINA en el marco de los CDM

El modelo DINA constituye uno de los modelos más sencillos dentro de la familia de los CDMs, a partir del cual se han desarrollado distintas derivaciones (discutidas más adelante en este mismo artículo). El modelo DINA contempla sólamente dos parámetros por ítem, que describen la probabilidad de que los aciertos o errores registrados no estén relacionados con el grado de dominio que los sustentantes tienen en las habilidades requeridas: el parámetro de adivinación y el parámetro de desliz, que refieren respectivamente a la probabilidad de obtener un acierto aún sin dominar las habilidades necesarias, “por puro azar”, y la probabilidad de errar el ítem aún dominando las habilidades necesarias.

1.- Una variable binaria Ypi que señala si la persona p obtuvo un acierto (1) o un error (0) en el item i, y en consecuencia, un vector Ycompuesto por P filas e Icolumnas que contiene los aciertos obtenidos por cada persona p en cada uno de los ítems i (xpi).

2.- Una variable binaria **ph** que para cada persona p permite identificar si se domina (1) o no (0) la habilidad h requerida por la prueba, o bien, un vector **p** que por cada persona captura una cadena de valores binarios que señalan cuál de las habilidades requeridas por la prueba se dominan o no.

3.- Un vector nique

A partir de los elementos ya mencionados, el modelo DINA queda descrito en la siguiente ecuación:

P(Ypi=1|p) = gi+(1-si- gi)pi

                           Derivados del Modelo DINA

                                           DINO

                                           HO-DINA

**1.1 Para trabajar en R**

            Descripción de paqueterías

El presente tutorial tiene por objetivo demostrar el trabajo con el modelo DINA para la aplicación. A continuación se enlistan los paquetes con los que se trabajará, con una breve descripción de los mismos.

                           CDM (Robitzsch, Kiefer, George, Uenlue & Robitzsch, 2012)

                           JAGS

JAGS (llamado así por sus siglas en inglés “Just Another Gibbs Sampler”) constituye un software de gran utilidad y alcance para trabajar con modelos estadísticos bayesianos (Plummer, 2003; Plummer, 2004)

                           Base de datos (¿?)

**2. Aplicación del modelo DINA Clásico**

            Estimación de parámetros por Máxima Verosimilitud

            Código

**3. Aplicación bayesiana del modelo DINA**

            Código

**4. Referencias**

* Culpepper, S. A. (2015). Bayesian estimation of the DINA model with Gibbs sampling. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *40*(5), 454-476.
* DeCarlo, L. T. (2011). On the analysis of fraction subtraction data: The DINA model, classification, latent class sizes, and the Q-matrix. *Applied Psychological Measurement*, *35*(1), 8-26.
* DeCarlo, L. T. (2012). Recognizing uncertainty in the Q-matrix via a Bayesian extension of the DINA model. *Applied Psychological Measurement*, *36*(6), 447-468.
* De La Torre, J. (2008). An empirically based method of Q‐matrix validation for the DINA model: Development and applications. *Journal of educational measurement*, *45*(4), 343-362.
* De La Torre, J. (2009). A cognitive diagnosis model for cognitively based multiple-choice options. *Applied Psychological Measurement*, *33*(3), 163-183.
* De La Torre, J. (2009). DINA model and parameter estimation: A didactic. *Journal of educational and behavioral statistics*, *34*(1), 115-130.
* De La Torre, J. (2011). The generalized DINA model framework. *Psychometrika*, *76*(2), 179-199.
* Huang, H. Y., & Wang, W. C. (2014). The random‐effect DINA model. *Journal of Educational Measurement*, *51*(1), 75-97.
* Myung, I. J. (2003). Tutorial on maximum likelihood estimation. *Journal of mathematical Psychology*, *47*(1), 90-100.
* Plummer, M. (2003, March). JAGS: A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. In *Proceedings of the 3rd international workshop on distributed statistical computing* (Vol. 124, No. 125.10).
* Plummer, M. (2004). JAGS: Just another Gibbs sampler.
* Plummer, M. (2018). Package ‘rjags’.<https://cran.r-project.org/web/packages/rjags/rjags.pdf>
* Robitzsch, A., Kiefer, T., George, A., Uenlue, A., and Robitzsch, M. (2012). Package CDM.<http://cran.rproject.org/web/packages/CDM/index.html>.
* von Davier, M. (2014). The DINA model as a constrained general diagnostic model: Two variants of a model equivalency. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, *67*(1), 49-71.

Zhan, P. (2017). Using JAGS for Bayesian cognitive diagnosis models: A tutorial. arXiv preprint arXiv:1708.02632. URL [https://arxiv.org/abs/1708.02632](https://www.researchgate.net/deref/https%3A%2F%2Farxiv.org%2Fabs%2F1708.02632)