

OBJETIVOS

Objetivo general

- Desarrollar un sistema que aplique la Teoría de Respuesta al Ítem al Aprendizaje Adaptativo de las Matemáticas.

Objetivos específicos

- Identificar los desafíos y prácticas recomendadas para la implementación de la TRI en la educación adaptativa.
- Construir un banco de ítems calibrados según la TRI para el sistema adaptativo de retroalimentación.
- Proporcionar una solución web que integre la generación de ítems, pruebas adaptativas y análisis de respuestas basados en modelos psicométricos.

INTRODUCCIÓN

Comenzar la universidad es un desafío para los graduados de la escuela secundaria debido a diversos factores; el rigor académico es más intenso requiriendo mayor pensamiento crítico y autodisciplina. Esto es notorio en el área de las Matemáticas, donde la transición de problemas del nivel que se imparte en la educación secundaria al nivel universitario, necesariamente son más avanzados y abstractos.

La Teoría de la Respuesta al Ítem (TRI) es un marco teórico y metodológico utilizado dentro de la Psicopedagogía, y a diferencia de los enfoques de evaluación clásicos, la TRI analiza las respuestas a los ítems de una prueba considerando tanto las características de los ítems como las habilidades de los examinados. Esto permite una medición que tiene en cuenta la probabilidad de que un estudiante responda correctamente un ítem en función de su nivel de habilidad. Además, la TRI posibilita la creación de evaluaciones adaptativas, donde los ítems presentados se ajustan dinámicamente al desempeño del estudiante.

El aprendizaje adaptativo es un enfoque que utiliza tecnología y datos para ajustar el contenido, el ritmo y las estrategias de enseñanza a las características y necesidades individuales de cada estudiante. A través de sistemas de evaluación adaptativos basados en la TRI, es posible identificar el nivel de competencia de los estudiantes y ofrecer retroalimentación y recursos adecuados para su progreso.

En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de evaluación adaptativa basado en la Teoría de la Respuesta al Ítem, con el fin de mejorar el proceso de evaluación de los estudiantes de un curso de Matemáticas.

DESARROLLO

Todo el proyecto está codificado en *Python*, implementando el framework *Flask*. La Función de Probabilidad del Modelo de Rasch constituye la base de esta aplicación a través de una ecuación logística fundamental: $P(\text{correcta}) = 1 / (1 + e^{-(\theta - b)})$. Esta ecuación expresa la probabilidad de una respuesta correcta en función de la capacidad del alumno (θ) y la dificultad del ítem (b). Al estar analizando un examen tomado anteriormente, el parámetro de dificultad se fija en 0, considerando entonces a este examen como diagnóstico. Cuando la capacidad de un alumno es igual a la dificultad del ítem ($\theta = b$), tiene un 50% de probabilidades de responder correctamente. Los niveles de habilidad más altos en relación con la dificultad aumentan esta probabilidad, mientras que los niveles de habilidad más bajos la disminuyen. Esto crea una representación matemática de la relación entre la capacidad del alumno y la dificultad del ítem.

```
> rasch_model.py > analyze_responses
import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.optimize import minimize

def rasch_probability(theta, b=0):
    return 1 / (1 + np.exp(-(theta - b)))
```

Para el análisis de habilidades mediante el modelo de Rasch, el archivo CSV debe contener respuestas binarias (0s y 1s) organizadas en columnas, donde cada fila representa a un estudiante y cada columna corresponde a un ítem. Una vez preparados los datos, los usuarios pueden seleccionar "**Análisis diagnóstico**" desde el menú principal para subir el archivo CSV. La aplicación procesará los datos utilizando el modelo de Rasch y mostrará los resultados del análisis de habilidad. Esta información es útil para identificar áreas de mejora y tomar decisiones pedagógicas basadas en datos.

Para un análisis más avanzado, los usuarios pueden optar por "**Análisis de habilidad**", donde pueden evaluar el rendimiento de los estudiantes en exámenes calibrados previamente. Seleccionando un archivo de resultados, la aplicación mostrará las habilidades estimadas de los estudiantes y estadísticas de la clase, como la media, la desviación estándar y la distribución de las habilidades. Esto es útil para evaluar el progreso de los estudiantes y ajustar las estrategias de enseñanza.

El "**Generador de Ejercicios**", que integra la librería SymPy a la plataforma, permite a los usuarios crear problemas de cálculo personalizados, especificando el tipo de operación (derivada o integral), el tipo de ejercicio (simple, trigonométrico, con raíces) y otros parámetros. Estos ejercicios pueden guardarse en la biblioteca para su uso futuro en pruebas o análisis.

CONCLUSIONES

Este proyecto abordó el desarrollo de un sistema de aprendizaje adaptativo basado en la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) para optimizar la evaluación en Matemáticas. A través de la metodología descrita, se diseñó una aplicación capaz de analizar el desempeño estudiantil y la calidad de los ítems, garantizando que las evaluaciones reflejen con mayor precisión las habilidades individuales.

Más allá de administrar pruebas adaptativas, el software integra herramientas de análisis de respuestas que generan información relevante para la toma de decisiones pedagógicas. La plataforma web desarrollada facilita tanto la creación como la evaluación de exámenes, proporcionando un entorno flexible para la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas. Con este enfoque, los docentes pueden detectar con mayor precisión las dificultades de los estudiantes y ajustar sus estrategias didácticas en función de los resultados obtenidos.

Los resultados técnicos demuestran que la plataforma opera correctamente en entornos controlados, generando ítems con parámetros TRI coherentes y estimando habilidades de manera consistente. Si bien las pruebas preliminares validan la viabilidad técnica de la solución, se reconoce que futuras implementaciones requerirán validación con usuarios reales a lo largo de un semestre o año lectivo, para evaluar su impacto pedagógico. Este trabajo sienta las bases para un sistema escalable de evaluación adaptativa, cuyo potencial podrá explorarse mediante la ampliación del banco de ítems y pruebas de campo en contextos educativos específicos.

REFERENCIAS

- Assess.com. (2023). *Computerized adaptive testing: Everything you need to know*. Assess.com. <https://assess.com/computerized-adaptive-testing/>
- Attorresi, H. F., Lozzia, G. S., Abal, F. J. P., Galibert, M. S., & Aguerri, M. E. (2009). Teoría de Respuesta al Ítem: Conceptos básicos y aplicaciones para la medición de constructos psicológicos.
- Chang, H., Wang, H., & Zhang, J. (2020). Statistical evaluation of test validity: Fairness and latent dimensionality. In *Annual Review of Statistics and Its Application* (pp. 441-460). <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-042720-104044>
- Chen, D. Y. (2018). *Pandas for Everyone: Python Data Analysis*. Addison-Wesley Professional.
- VanderPlas, J. (2016). *Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data*. O'Reilly Media.
- Hori, K., Fukuhara, H., & Yamada, T. (2020). Item response theory and its applications in educational measurement Part I: Item response theory and its implementation in R. *WIRES Computational Statistics*, e1531. <https://doi.org/10.1002/wics.1531>
- Natesan, P. (2009). Estimation of two-parameter multilevel item response models with predictor variables: simulation and substantiation for an urban school district.