

OPTIMIZACIÓN DEL APOYO COGNITIVO DEL DISEÑO MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

OPTIMISING COGNITIVE SUPPORT FOR DESIGN USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Adrián Colomer Granero
 Instituto I3B / UPV

Juan Luis Higuera-Trujillo
 ETSIE / Instituto I3B / UPV

Valeriana Naranjo Ornedo
 Instituto I3B / UPV

Carmen Llinares Millán
 ETSIE/Iнститут I3B/ UPV

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, gracias al avance de la tecnología hardware se han creado sistemas revolucionarios de Inteligencia Artificial y Realidad Virtual (RV).

La Inteligencia Artificial ha sido aplicada en muchas áreas de la vida cotidiana. En el sector de la educación (AIED, por sus siglas en inglés) ha sido objeto de estudio durante décadas (Rus et al., 2013). Uno de sus objetivos principales ha sido proporcionar una comprensión más profunda sobre como el aprendizaje tiene lugar y la influencia de otros factores tales como el contexto físico.

RV también ha sido aplicada en educación. Esta función permite al usuario interactuar y tomar decisiones en situaciones que podrían ser reales, registrando diferentes comportamientos. Por ejemplo, "FearNot" presenta entornos relacionados con el acoso escolar. Este sistema busca ayudar a las personas que lo han sufrido dándoles consejos sobre cómo actuar (Vannini, 2011).

En este sentido, la AIED utilizada en las aulas ha evolucionado y actualmente persigue el objetivo de diseñar e implementar aulas inteligentes. Es posible combinar sistemas cognitivos con técnicas de minado de datos para hacer un seguimiento del comportamiento, atención y concentración de los estudiantes (Timmings, 2016). Sin embargo, a pesar de las numerosas aplicaciones, apenas existen estudios cuyo objetivo haya sido identificar elementos de diseño de un espacio para mejorar el rendimiento cognitivo.

OBJETIVO

Aplicar Inteligencia Artificial para identificar el diseño óptimo del aula (atendiendo a su forma, iluminación y color), capaz de potenciar la atención y atención y memoria de los estudiantes universitarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología se basó en un estudio en laboratorio, con las siguientes características.

Muestra. 50 estudiantes universitarios españoles (55% hombres-45% mujeres), con edad media de 20.06 años ($\sigma = 3.122$).

Estímulos. Como base se tomó una réplica virtual inmersiva de un aula física representativa. Sobre ésta se desarrollaron 34 configuraciones (visualizadas a través de unas HTC Vive):

- Forma. Tres medidas de altura del techo (3.8m, 3.2m, 2.6m) y tres de anchura (8.8m, 8.2m, 7.6m).
- Iluminación. Tres medidas de iluminancia (100lx, 300lx, 500lx) y tres de temperatura del color (3000K, 4000K, 6500K).
- Color. Ocho tonos (5BG, 5PB, 5P, 5GY, 5RP, 5R, 5YR, 5Y); y dos saturaciones (alta, baja).

Rendimiento. Se cuantificó el rendimiento en atención y memoria:

- Atención. Reaccionar lo antes posible ante estímulos auditivos con un clic de ratón (objetivo) y evitar hacerlo ante otros cuatro (distractores). Se cuantificó el tiempo de reacción, y los errores.
- Memoria. Memorización de 15 palabras suministradas auditivamente. Se cuantificó el número de palabras recordadas.

Metodología. Se siguió una adaptación de CRISP-DM (Shearer, 2000). Tras la exploración y limpieza de datos, se emplearon técnicas de extracción manual y métodos estadísticos de modelado.

RESULTADOS

Se identificó la combinación de elementos de diseño que consigue maximizar las funciones cognitivas de atención y memoria.

El mejor rendimiento se consigue con un diseño similar: aulas de menores dimensiones (altura de techo de 2.6 m, y anchura de 7.6 m), con colores fríos de saturaciones bajas, y con una temperatura del color de la iluminación de 6500K.

La única diferencia se detecta en la iluminancia, que requiere niveles más altos para potenciar la atención (500lx) y más bajos (100lx) para la memoria.

CONCLUSIONES

La iluminación, el color y las dimensiones del aula son variables de diseño fundamentales en las aulas. Aunque muchos trabajos han analizado la incidencia de estas variables de manera aislada, resulta fundamental analizar la incidencia de los elementos de diseño de manera combinada. La Inteligencia Artificial permite realizar este análisis.

AGRADECIMIENTOS

Ayuda BIA2017-86157-R financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por ERDF A way of making Europe; y ayuda PRE2018-084051 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por ESF Investing in your future.

REFERENCIAS / REFERENCES

Rus, V., D'Mello, S., Hu X., y Graesser, A. (2013). "Recent Advances in Conversational Intelligent Tutoring Systems", *AI Magazine*, 34, 3, 42.

Shearer, C. (2000). "El modelo CRISP-DM: el nuevo plan para la minería de datos, almacenamiento de los datos", *Journal of Data Warehousing*, 5, 4, 13-22.



Figura 1 / Figure 1. (Superior) Aula virtual y (inferior) participante durante la experiencia. / (Top) Virtual classroom and (bottom) participant during the experience.

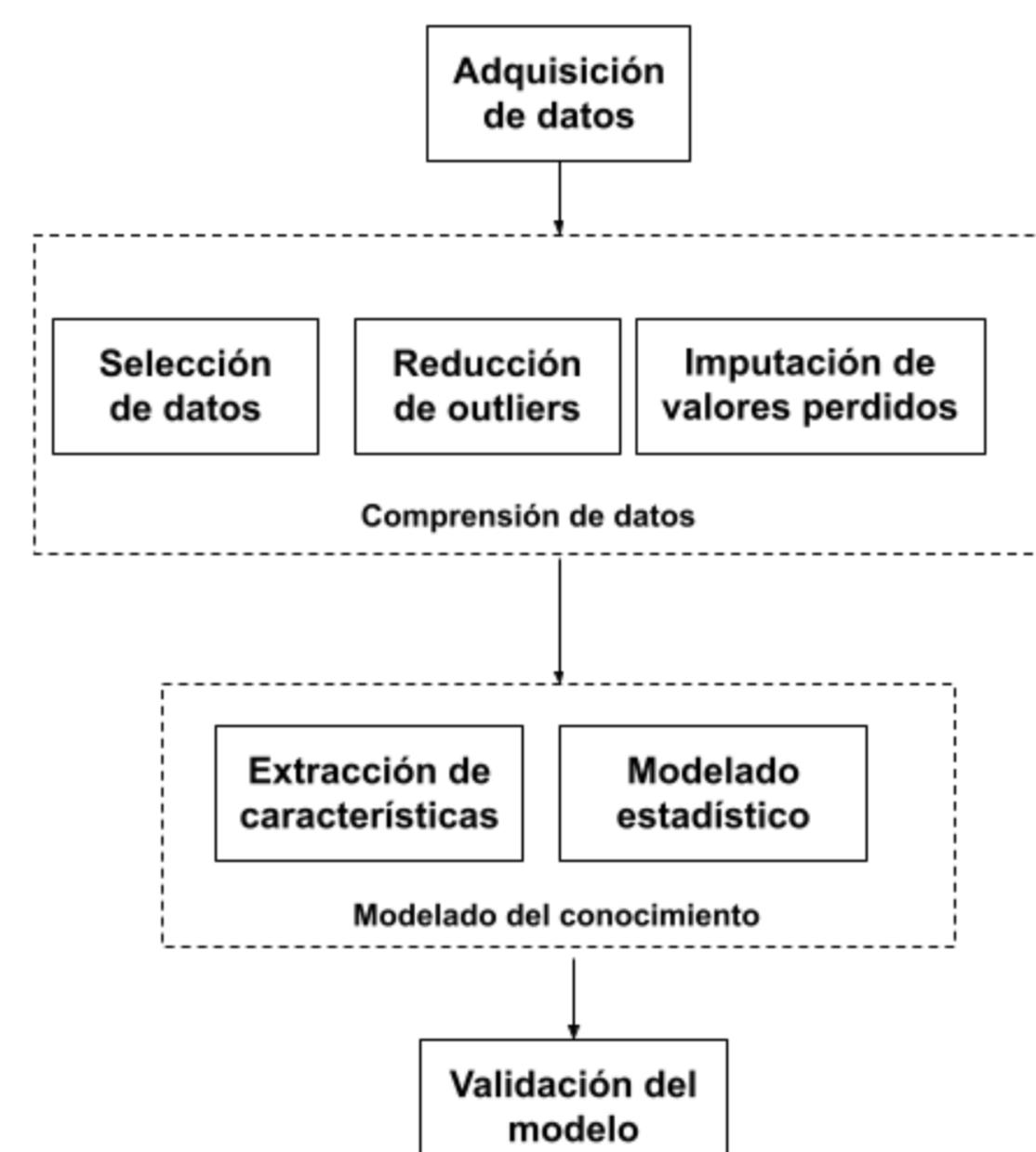


Figura 2 / Figure 2. Metodología CRISP-ML propuesta para mejorar el rendimiento del estudiante a partir del diseño del aula. / Proposed CRISP-ML methodology to improve the student performance based on the classroom design.

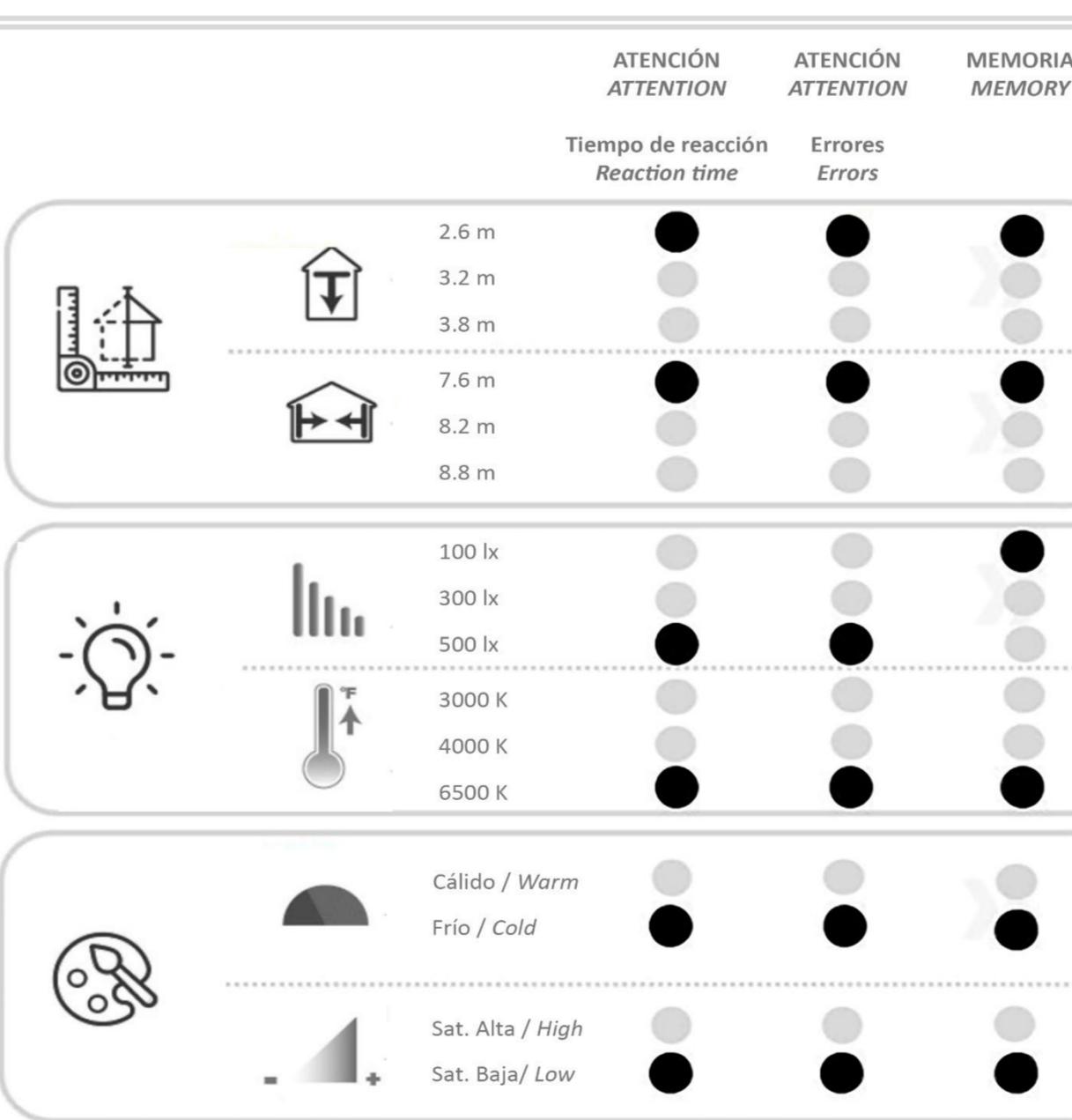


Figura 3 / Figure 3. Incidencia de la forma, color e iluminación en la atención y memoria de los estudiantes. / Impact of shape, colour and illumination in the attention and memorization of students.

INTRODUCTION

In the last decades, thanks to the advancement of hardware technology, revolutionary Artificial Intelligence and Virtual Reality (VR) systems have been created.

Artificial Intelligence has been applied in many areas of everyday life. In the education sector (AIED) it has been the subject of study for decades (Rus et al., 2013). One of its main objectives has been to provide a deeper understanding of how learning takes place and the influence of other factors such as the physical context.

VR has also been applied in education. This function allows the user to interact and make decisions in situations that could be real, registering different behaviours. For example, "FearNot" presents environments related to bullying. This system aims to help people who have been bullied by giving them advice on what behaviours to adopt (Vannini, 2011).

In this sense, AIED used in classrooms has evolved and now aims to design and implement smart classrooms. It is possible to combine cognitive systems with data-mining techniques to track students' behaviour and their attention and concentration levels (Timmings, 2016). However, despite the numerous applications, there are hardly any studies that have aimed to identify design elements of a space for improving student performance.

OBJECTIVE

Apply Artificial Intelligence to identify the optimal classroom design (based on geometry, lighting and colour), capable of enhancing the attention, focus and memory of university students.

MATERIALS AND METHODS

The methodology was based on a laboratory study, with the following characteristics.

Sample. 50 Spanish university students (55% male-45% female), with a mean age of 20.06 years ($\sigma = 3.122$).

Stimuli. An immersive virtual replica of a representative physical classroom was taken as a base. On this, 34 design configurations were developed (visualised through an HTC Vive):

- Geometry. Three measures of ceiling height (3.8m, 3.2m, 2.6m) and three measures of width (8.8m, 8.2m, 7.6m).
- Lighting. Three illuminance measurements (100lx, 300lx, 500lx) and three colour temperature measurements (3000K, 4000K, 6500K).
- Colour. Eight shades (5BG, 5PB, 5P, 5GY, 5RP, 5R, 5YR, 5Y); and two saturations (high, low).

Performance. Attention and memory performance were quantified:

- Attention. Reacting as quickly as possible to auditory stimuli with a mouse click (target) and avoiding four other stimuli (distractors). Reaction time and errors were quantified.
- Memory. Memorisation of a set of 15 words provided aurally. The number of words remembered was quantified.

Methodology. An adaptation of CRISP-ML (Shearer, 2000) was followed. After description, exploration, and data cleaning, manual extraction techniques and statistical modelling methods were used.

RESULTS

The combination of design elements that maximises cognitive functions of attention and memory was identified.

The best performance is achieved with a similar design: smaller classrooms (ceiling height of 2.6 m, width of 7.6 m), with cool colours of low saturations, and with a lighting colour temperature of 6500K.

The only difference is in the illuminance, which requires higher levels for attention (500lx) and lower levels (100lx) for memory.

CONCLUSIONS

Lighting, colour and classroom dimensions are key design variables in classrooms. Although many studies have analysed the impact of these variables in isolation, it is essential to analyse the impact of the design elements in combination. Artificial Intelligence makes this analysis possible.

ACKNOWLEDGMENTS

Grant BIA2017-86157-R funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by ERDF A way of making Europe; Grant PRE2018-084051 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by ESF Investing in your future.