

EFEKTOS DE LA INTELIGIBILIDAD Y LA ILUMINACIÓN DEL AULA EN LA MEMORIA DE TRABAJO DE LOS ESTUDIANTES

EFFECTS OF CLASSROOM INTELLIGIBILITY AND ILLUMINATION ON STUDENTS' WORKING MEMORY

Ana Pérez Fuster
 ETSIT / UPV

Jose María Bravo Plana-Sala
 ETSIT / CTF/ UPV

Carmen Llinares Millán
 ETSIE / Instituto I3B / UPV

Juan Luis Higuera-Trujillo
 ETSIE / Instituto I3B/ UPV

INTRODUCCIÓN

Existen antecedentes de estudios realizados acerca de cómo afectan el ruido o la iluminación a la capacidad cognitiva de las personas, así como a la concentración y al nivel de activación cerebral (Hygge & Knez, 2001; Barrett, et al., 2015). Estos estudios se centran en analizar estas variables de manera aislada, sin tener en cuenta la posible interrelación existente entre ellas. La escasez de estudios que analizan la combinación de ambas variables ambientales puede deberse a la dificultad del propio diseño de la experiencia, ya que resulta complejo controlar las variables objeto de estudio. En este sentido, la Realidad Virtual (RV) se presenta como una herramienta que permite simular entornos reales modificables (simulación de atmósfera visual y auditiva) en condiciones controladas.

OBJETIVO

Analizar, haciendo uso de simulación en RV, la relación entre las variables ambientales de ruido (inteligibilidad en función de la fuente e intensidad del ruido) e iluminación (iluminancia) en el desempeño de una prueba de memoria (Figura 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia consiste en un estudio en laboratorio en el que los participantes realizaban una tarea de memoria mientras visualizaban un aula virtual en la que se mostraban diferentes configuraciones de iluminación y ruido (Figura 2).

Muestra

La muestra total fue de 50 participantes (25 hombres y 25 mujeres). Todos ellos estudiantes y con una edad media de 20,75 años.

Estímulos

Los participantes de la prueba visualizaban una réplica virtual de un aula de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación (ETSIE) de la Universitat Politècnica de València.

- **Estímulos lumínicos:** se desarrollaron estímulos visuales con tres niveles de iluminancia (100lx, 300lx y 500lx) (Figura 3).
- **Estímulos sonoros:** se generaron tres niveles de inteligibilidad (excelente-buena-regular) a partir de dos tipos de fuentes sonoras distintas: ruido de tráfico y ruido interno del aula, y tres niveles de intensidad: baja a 45 dB, media a 55 dB y alta a 65 dB. Además, se creó una condición de silencio utilizando ruido rosa a 45 dB. La Tabla 1 recoge la composición de los estímulos sonoros.

Tarea de memoria

Se utilizó una tarea auditiva. El participante tenía que escuchar 3 listas de 15 palabras en cada uno de los escenarios y memorizarlas. Tras la escucha, disponía de 30 segundos para indicar las que recordaba (Alonso et al., 2004). Se medían los aciertos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que la iluminación tiene una mayor influencia sobre la memoria que el ruido (Figura 4).

Con una iluminancia de 100lx se obtienen valores elevados en el desempeño de la prueba de memoria, independientemente de la inteligibilidad del aula. Aun así, cuanto mejor es la inteligibilidad, mejores resultados. En el caso de los 300lx también mejoran los resultados a medida que mejora la inteligibilidad. Sin embargo, cuando se tiene una iluminancia de 500lx los resultados se mantienen prácticamente constantes independientemente de la inteligibilidad.

Por otra parte, si atendemos al grado de inteligibilidad observamos que cuando ésta es regular la iluminancia apenas puede mejorar el desempeño de la prueba de memoria (no hay diferencias significativas entre ellos). Cuando el grado de inteligibilidad es bueno o excelente, una iluminancia de 100lx mejora de manera significativa los resultados.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que existe relación entre ambas variables ambientales, de forma que es posible mejorar las condiciones de inteligibilidad mediante la iluminación. De esta forma es posible incrementar el rendimiento de los alumnos de forma sencilla y a un bajo coste.

BIBIOGRAFÍA/ BIBLIOGRAPHY

Barrett, P., et al., (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, pp. 118-133.

Hygge, S. & Knez, I., (2001). Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect. *Journal of Environmental Psychology*, 21, pp. 291-299.

Alonso, et al., (2004). Índices de producción de falso recuerdo y falso reconocimiento para 55 listas de palabras en castellano. *Psicothema*, 16(3), 357-362



Figura 1. Planteamiento general del trabajo.
 Figure 1. General approach.



Figura 2. Participante durante el desarrollo experimental.
 Figure 2. Participant during the experimental development.



Figura 3. Aula virtual con los tres niveles de iluminancia (de izquierda a derecha: 100lx, 300lx, 500lx).
 Figure 3. Virtual classroom with the three illuminance levels (from left to right: 100lx, 300lx, 500lx).

Fuente de ruido Noise source	Nivel de intensidad Intensity level	Inteligibilidad Intelligibility
Ruido de tráfico	Baja	Excelente
	Media	Buena
	Alta	Regular
Ruido interno	Baja	Excelente
	Media	Buena
	Alta	Regular
Ruido rosa	Baja	Excelente

Tabla 1. Estímulos sonoros.
 Table 1. Sound stimuli.

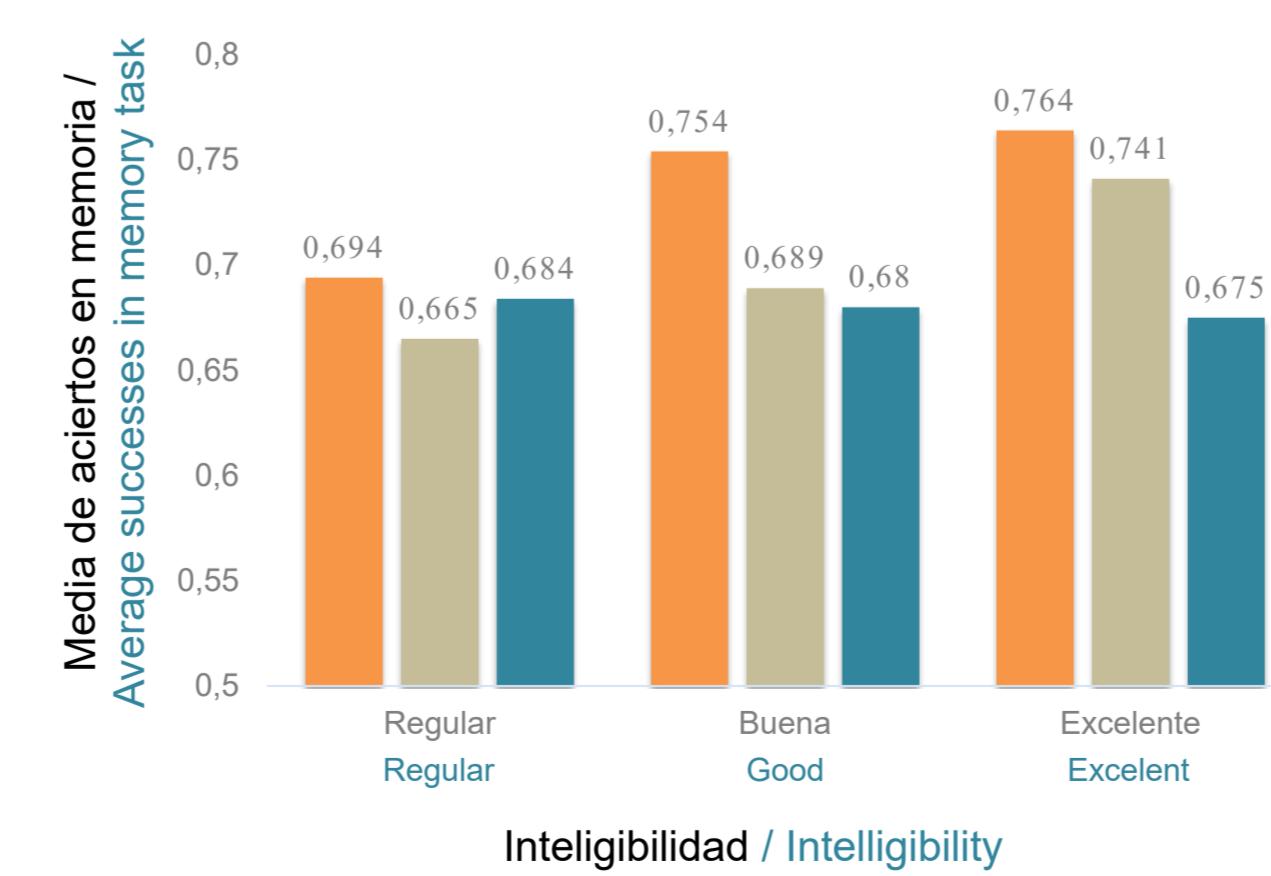


Figura 4. Aciertos en la prueba de memoria en función de la iluminancia y la inteligibilidad.
 Figure 4. Memory task successes as a function of illuminance and intelligibility.

INTRODUCTION

There is a history of studies conducted on how noise or lighting affect people's cognitive ability, as well as concentration and brain activation level (Hygge & Knez, 2001; Barrett, et al., 2015). These studies focus on analyzing these variables in isolation, without taking into account the possible interrelationship between them. The scarcity of studies that analyze the combination of both environmental variables may be due to the difficulty of the design of the experience itself, since it is complex to control the variables under study. In this sense, Virtual Reality (VR) is presented as a tool that allows modifiable real environments to be simulated (simulation of visual and auditory atmosphere) under controlled conditions.

OBJECTIVE

To analyze, using VR simulation, the relationship between the environmental variables of noise (intelligibility as a function of noise source and intensity) and illumination (illuminance) on the performance of a memory test (Figure 1).

MATERIAL AND METHODS

The experience consists of a laboratory study in which participants performed a memory task while viewing a virtual classroom in which different lighting and sound configurations (Figure 2).

Sample

The total sample consisted of 50 participants (25 men and 25 women). All of them students and with an average age of 20.75 years.

Stimuli

The participants visualized a virtual replica of a classroom of the School of Building Engineering (ETSIE) of the Universitat Politècnica de València.

- **Light stimuli:** visual stimuli were developed with three levels of illuminance (100lx, 300lx and 500lx) (Figure 3).
- **Sound stimuli:** three levels of intelligibility (excellent-good-regular) were generated from two different types of sound sources: traffic noise and internal classroom noise, and three levels of intensity: low at 45 dB, medium at 55 dB and high at 65 dB. In addition, a quiet condition was created using pink noise at 45 dB. Table 1 shows the composition of the sound stimuli.

Task memory

An auditory task was used. The participant had to listen to 3 lists of 15 words in each of the scenarios and memorize them. After listening, the participant had 30 seconds to indicate the ones he/she remembered (Alonso et al., 2004). The correct answers were measured.

RESULTS

The results obtained show that illuminance has a greater influence on memory than noise (Figure 4).

With an illuminance of 100lx, high values are obtained in the memory test performance, regardless of the intelligibility of the classroom. Still, the better the intelligibility, the better the results. In the case of 300lx the results also improve as the intelligibility improves. However, at 500lx illuminance the results remain almost constant regardless of intelligibility.

On the other hand, if we attend to the degree of intelligibility we observe that when this is regular the illuminance can hardly improve the performance of the memory test (there are no significant differences between them). When the degree of intelligibility is good or excellent, an illuminance of 100lx significantly improves the results.

CONCLUSIONS

The results show that there is a relationship between both environmental variables, so that it is possible to improve intelligibility conditions through lighting. In this way it is possible to increase the performance of the students in a simple and low-cost way.

AGRADECIMIENTOS/ ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo fue financiado por la Academia de Neurociencia para la Arquitectura (ANFA): "John Paul Eberhard Fellowship" (fellow: Juan Luis Higuera-Trujillo).

This work was supported by the Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA): "John Paul Eberhard Fellowship" (fellow: Juan Luis Higuera-Trujillo).