

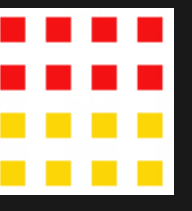
VALIDACIÓN DE UN AULA VIRTUAL PARA EVALUAR EL FUNCIONAMIENTO COGNITIVO: USO DE MÉTRICAS NEUROFISIOLÓGICAS DENTRO DE UN ESPACIO REAL Y VIRTUAL

VALIDATION OF A VIRTUAL CLASSROOM FOR ASSESSMENT OF COGNITIVE FUNCTIONING: USE OF NEUROPHYSIOLOGICAL METRICS WITHIN A REAL AND VIRTUAL SPACE

Juan Luis Higuera –Trujillo
ETSIE/Instituto I3B/ UPV

Carmen Llinares Millán
ETSIE/Instituto I3B/ UPV

Francisco Calabuig Valls
ETSIE/ UPV



INTRODUCCIÓN

Las simulaciones ambientales presentan un gran potencial en investigaciones que estudian la relación comportamiento-experiencia-ambiente ya que presentan la ventaja de simular el espacio en condiciones controladas y a un coste relativamente bajo. La utilidad de estas simulaciones se basa en el concepto de validez, de forma que para ser considerada válida una simulación ambiental debe evocar una respuesta del usuario similar a la que tendría el espacio que está simulando (Rohrmann y Bishop, 2002). La mayoría de trabajos analizan la validez a través de la respuesta subjetiva del sujeto, sin tener en cuenta su respuesta involuntaria. Dado que la mayor parte de la emoción y el aprendizaje se producen en el nivel inconsciente (Zaltman, 2003), los estudios de validez deben realizarse utilizando nuevas métricas y métodos para medir este componente (Gill et al., 2013).

OBJETIVO

El objetivo fue validar neurofisiológicamente las simulaciones ambientales -en formato realidad virtual y a través de dispositivos tipo casco (HMD)- a la hora de estudiar el efecto del espacio en la cognición.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un trabajo de campo de laboratorio. Los participantes visualizaban el aula física o virtual en la que se encontraban (Figura 1) durante 60 segundos, y después realizaban tareas de trabajo psicológico en el mismo aula. Mientras tanto se recogían distintas respuestas neurofisiológicas.

Participantes

La muestra total fue de 30 participantes. Con objeto de comparar las respuestas neurofisiológicas, la mitad realizó la prueba en un aula universitaria física, y la mitad en su réplica virtual. La muestra estuvo balanceada en género (15 mujeres y 15 hombres) y la edad media fue de 22.5 años. Todos eran voluntarios mayores de edad y estudiantes universitarios.

Aulas

Como base se tomó un aula física representativa. Concretamente de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE) de la Universitat Politècnica de València (Figura 2). De esta, se elaboró su réplica virtual (Figura 3) que fue implementada en "Unity" y mostrada a través del dispositivo de tipo casco "HTC Vive" (2160x1200 píxeles). El desempeño resultó fluido durante toda la experiencia.

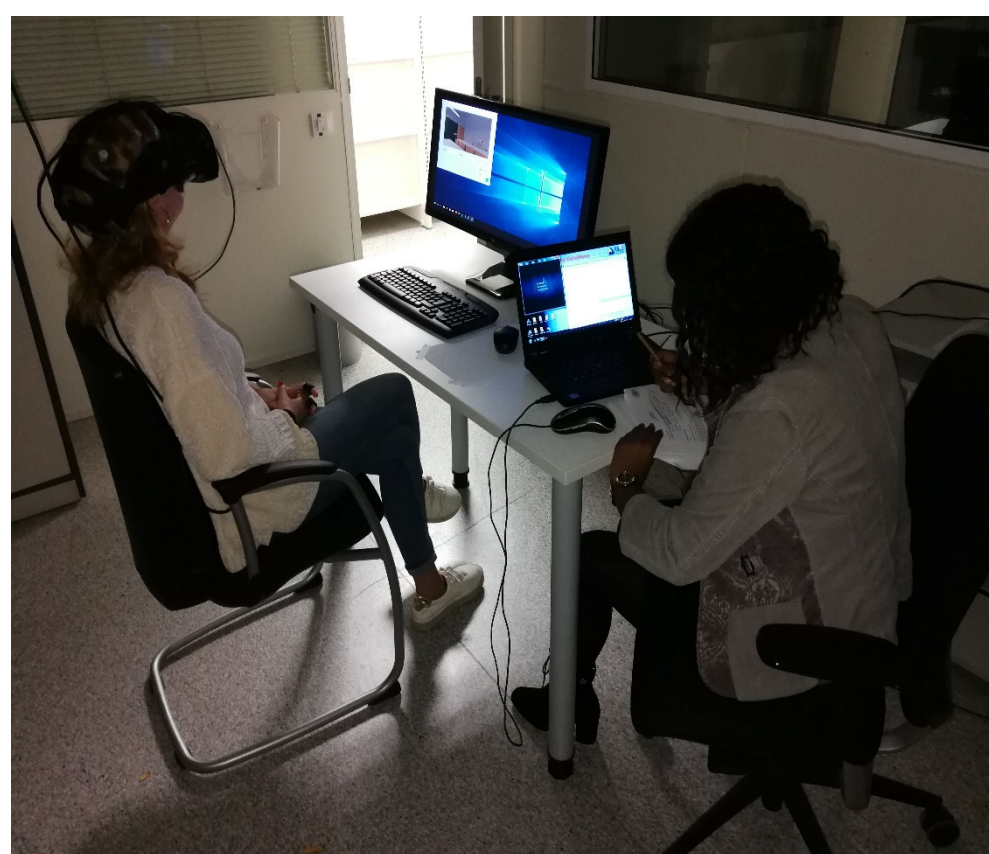


Figura 1: Participantes durante la experiencia virtual
Figure 1: Participants during the virtual experience



Figura 2: Planta del aula
Figure 2: Floor plan



Figura 3: Simulación del aula
Figure 3: Classroom simulation

INTRODUCTION

Environmental simulations have great potential in research that studies the relationship between behavior-experience-environment (Bell et al., 2001) since they have the advantage of simulating space under controlled conditions and at a relatively low cost. The usefulness of these simulations is based on the concept of validity, so that in order to be considered valid an environmental simulation must evoke a user response similar to the one that the space it is simulating would have (Rohrmann and Bishop, 2002). Most works analyze validity through the subjective response of the subject, without taking into account his involuntary response. Since most emotion and learning occur at the unconscious level (Zaltman, 2003), validity studies should be conducted using new metrics and methods to measure this component (Gill et al., 2013).

OBJECTIVE

The objective was to neurophysiologically validate the environmental simulations -in virtual reality format and through head-mounted devices (HMD)- for the studying the effect of space on cognition.

MATERIALS AND METHODS

A laboratory fieldwork was developed. Participants visualized the physical or virtual classroom in which they were (Figure 1) for 60 seconds, and then performed psychological work tasks in the same classroom. Meanwhile, different neurophysiological responses were being collected.

Participants

The total sample was 30 participants. In order to compare the neurophysiological responses, half of them conducted the test in a physical university classroom, and half of them in a virtual replica. The sample was gender-balanced (15 women and 15 men) and the average age was 22.5 years old. All were older volunteers and university students.

Classrooms

A representative physical classroom was used as a base. Specifically, on from the Higher Technical School of Building Engineering (ETSIE) of the Universitat Politècnica de València (Figure 2). Its virtual replica was made (Figure 3), being implemented in "Unity" and shown through the head-mounted device "HTC Vive" (2160x1200 pixels). Performance during the entire experience was fluid.

Registros psicológicos y neurofisiológicos

Se utilizaron registros neurofisiológicos de diversa naturaleza: actividad electrodérmica (EDA), variabilidad del ritmo cardíaco (HRV), y electroencefalograma (EEG). La primera señal se recogió con el dispositivo Shimmer 3GSR+ y las dos últimas con el dispositivo B-Alert X10. Todas las señales fueron analizadas, para obtener las siguientes métricas: EDA-fásica (relacionada con el arousal); HRV-nLF (relacionada con el arousal); HRV-nHF (relacionada con el descenso de arousal); y EEG-Highbeta (relacionada con XXX) de los electrodos C3, C4, P3, F4, y Fz. Esto permitió recopilar una visión neurofisiológica de cierta exhaustividad.

Psychological and neurophysiological records

Neurophysiological records of different nature were used: electrodermal activity (EDA), heart rate variability (HRV), and electroencephalogram (EEG). The first signal was collected with the Shimmer 3GSR+ device, and the last two with the B-Alert X10 device. All signals were analyzed to obtain the following metrics: EDA-phase (arousal-related); HRV-nLF (arousal-related); HRV-nHF (descent of arousal-related); and EEG-Highbeta (XXX-related) from the C3, C4, P3, F4, and Fz electrodes. This allowed a neurophysiological view of some completeness to be collected.

RESULTADOS

RESULTS

HRV- Variabilidad de la frecuencia cardíaca - Heart Rate Variability

Variable	Real	Mean	F	p
HRV nHF	Virtual	.412	2.841	.097
	Virtual	.596		
	Mean Rank		U	
HRV nLF	Real	31.70	486	.901
	Virtual	32.27		

Tabla 1: Análisis de diferencias en la frecuencia cardíaca (Real vs Virtual)
Table 1: Analysis of heart rate differences (Real vs Virtual)

EDA- Actividad electrodérmica - Electrodermal Activity

Variable	Real	Mean Rank	U	p
EDA física / Phasic EDA	Virtual	22.50	234	.442
	Virtual	25.70		

Tabla 2: Análisis de diferencias de la actividad electrodérmica (Real vs Virtual)
Table 2: Analysis of electrodermal activity differences (Real vs Virtual)

Se aplicó el test ANOVA (mean) y el Mann-Whitney (mean ranks) en función de si los datos se ajustaban a una distribución normal o no.

Los resultados muestran que la actividad fisiológica de los participantes al realizar la tarea era muy similar en los espacios real y virtual.

No existen diferencias significativas ($p > 0.05$ en todos los registros) entre ambos espacios ni en la frecuencia cardíaca, ni en la actividad electrodérmica ni en la actividad del electroencefalograma.

ANOVA (mean) and Mann-Whitney (mean ranks) were applied depending on whether the data fit a normal distribution or not. The results show that the physiological activity of the participants when performing the task was very similar in real and virtual spaces.

There are no significant differences ($p > 0.05$ in all registers) between the two spaces in heart rate, electrodermal activity or electroencephalogram activity.

EEG- Electroencefalograma - Electroencephalogram

Variable	Real	Mean	F	p
C3 Highbeta	Virtual	.252	.000	.993
	Virtual	.251		
	Mean		F	
C4 Highbeta	Real	.209	.000	.996
	Virtual	.209		
	Mean		F	
Fz Highbeta	Real	.312	.153	.696
	Virtual	.293		
	Mean		F	
P3 Highbeta	Real	.219	.034	.854
	Virtual	.225		
	Mean Rank		U	
F4 Highbeta	Real	34.73	585	.508
	Virtual	38.00		

Tabla 3: Análisis de diferencias del electroencefalograma (Real vs Virtual)
Table 3: Analysis of electroencephalogram differences (Real vs Virtual)

CONCLUSIONES

Se ha validado el uso del aula virtual para investigar sobre el comportamiento del sujeto en este espacio puesto que la actividad fisiológica es muy similar en Real vs Virtual. El interés de esta herramienta para los profesionales del sector es que permitirá testar pautas de diseño antes de que el proyecto se ejecute.

CONCLUSIONS

The use of the virtual classroom to investigate the behaviour of the subject in this space has been validated since the physiological activity is very similar in Real vs Virtual. The interest of this tool for the professionals of the sector is that it will allow to test design guidelines before the project is executed.

AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGMENT

Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España (Proyecto BIA2017-86157-R, y PRE2018-084051).
This work was supported by the Ministerio de Economía, Industria y Competitividad of Spain (Project BIA2017-86157-R, and PRE2018-084051).

REFERENCIAS / REFERENCES

Gill, L., Lange, E., Morgan, E., Romano, D., 2013. An analysis of usage of different types of visualisation media within a collaborative planning workshop environment. *Environ. Plan. B Plan. Des.* 40, 742–754.
Rohrmann, B., Bishop, I.D., 2002. Subjective responses to computer simulations of urban environments. *J. Environ. Psychol.* 22, 319–331.
Zaltman, G., 2003. *How customers think: essential insights into the mind of the market.* Harvard Business School Press, Boston, USA.