

El diagnóstico de las capacidades espaciales en Dibujo Técnico y sus potencialidades mediante el uso de videojuegos y técnicas de realidad aumentada.

The study of spatial capacity in Technical Drawing and its potentialities through the application of video games and augmented reality techniques.

Elena Olvera García¹, Manuel Damián Marín Granados², Francisco José Ortíz Zamora³
oficial.adora@gmail.com¹, mdmarin@uma.es², fortiza@uma.es³

¹Departamento Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos
Universidad de Málaga
Málaga, España

^{2,3}Departamento Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos
Universidad de Málaga
Málaga, España

Resumen- La visión espacial no sólo es necesaria en el campo de la ingeniería, estas habilidades son necesarias también para geólogos e incluso médicos para enfrentarse a ciertos problemas y desafíos. Para el ingeniero, no solo es importante, sino que de ella dependerá en gran parte su éxito en un futuro profesional. En el ámbito de la educación superior española un gran número de matriculados en carreras técnicas comienzan sus estudios sin conocimientos previos de materias relacionadas íntimamente con estas. Asignaturas como Expresión Gráfica pretenden hacer al alumno mejorar su visión espacial. Sin embargo, en este empeño por facilitar conocimientos, habilidades y aptitudes, surgen diferentes dificultades como la de transición de dos a tres dimensiones que no permiten al alumno avanzar y lo desmotivan. Otros autores anteriormente ya demostraron la relación existente entre el uso de videojuegos y las habilidades espaciales. Queriendo mejorar la experiencia del alumno y evitar que este abandone sin siquiera intentarlo, se proponen una serie de actividades innovadoras que incluyen simuladores de realidad aumentada (RA) con el objetivo de ayudar al entendimiento de la materia para estudiantes sin bases sólidas y reforzar los conocimientos de los más avanzados.

Palabras clave: *Realidad aumentada, Videojuegos, Expresión Gráfica, Habilidades Espaciales, Android, Interactivo*

Abstract- Spatial abilities are not only necessary in the field of engineering, these skills are also necessary for geologists and even doctors to face certain problems and challenges. For engineers, it is not only important, but their success depends largely on it. In Spanish education, a large number of newly enrolled in technical careers begin their studies without prior knowledge of subjects closely related to these abilities. Courses such as Graphic Expression intend to make the student improve their spatial visualization. However, in this effort to provide knowledge, skills and aptitudes, different difficulties arise as the transition from two to three dimensions that do not allow the student to move forward and demotivate. Other authors have already demonstrated the relationship between the use of video games and space skills. In order to improve the student's experience and avoid his resignation without even trying, we propose a series of innovative activities that include augmented reality (AR) simulators with the aim of helping the understanding of the subject

for students without solid foundations and to reinforce the knowledge of the most advanced

Keywords: *Augmented Reality, Videogames, Graphic Expression, Spatial Abilities, Android, Interactive*

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de las habilidades espaciales no solo se limita a la comunicación de conceptos o ideas, sino que ayuda a crear relaciones entre lo real y lo abstracto para mejorar el entendimiento de ciertos problemas o cálculos.

Se ha demostrado que no solo el estudio aumenta nuestras habilidades espaciales. También otras actividades como los deportes (Cherney & London, 2006) han sido relacionadas con las habilidades del sujeto por suponer un análisis de la posición, espacio y objetos entre otros. Otros autores como Subrahmanyam (Subrahmanyam & Greenfield, 1994) y Feng (Feng, Spence, & Pratt, 2007) encontraron evidencias de la relación de la práctica con videojuegos con una mejora de las habilidades espaciales.

Existen varios estudios anteriores como el de Manuel Contero (Contero, Gomis, & Ferran, 2012) en el que se ha utilizado la realidad aumentada para ayudar a la visualización de los problemas de visión espacial. En el caso presentado en este texto, sin embargo, la realidad aumentada no solo es una forma de ayudar al alumno a ver el ejercicio. Los simuladores creados en la experiencia del documento presente, permiten entender cuáles son los pasos y mejorar la comprensión.

En una gran cantidad de experiencias anteriores se utiliza la realidad aumentada simplemente para mostrar modelos en el espacio sin ningún tipo de programación en ellos y sin presentar cambios durante la experiencia. (Ayala Alvarez, Blazquez Parra, & Montes Tubio, 2017)

Los simuladores presentados, sin embargo, permiten una interacción continua del alumno con el ejercicio y con los elementos del mismo.

Son entretenidos y llaman la atención porque el alumno sin ninguna ayuda puede navegar dentro de ellos y tomarse el tiempo necesario para cada una de las partes.



Figura 1: Simulador RA creado

2. CONTEXTO

A. Contexto académico

Este estudio empírico se basa en la experimentación después de la identificación de un problema concreto.

La experiencia se centra en alumnos de Expresión Gráfica de primer curso, de los que se recogen datos para después analizar ciertas hipótesis iniciales. Estas se centrarán en el perfil de individuo, sus habilidades y qué influye en ellas entre otros. Estas hipótesis y análisis forman parte de un Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad de Málaga.

En la Tabla 1 se muestra la participación desde distintas asignaturas del centro.

Tabla 1
Asignaturas en las que se aplica la experiencia

Asignatura	Curso	Participación en test iniciales	Participación en Realidad Aumentada	Participación en recolección de datos final	Promedio alumnos
Expresión Gráfica en la Ingeniería GITI	1º	46.56%	0	0	262
Expresión Gráfica en la Ingeniería GIM	1º	25.99%	7.05%	10.57%	227

Nota: GITI= Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, GIM= Grado en Ingeniería Mecánica

B. Perfil de alumno

En Expresión Gráfica en la Ingeniería GIM, en la que se centra el estudio, el porcentaje de alumnos sin experiencia preuniversitaria es del 34%, una cifra bastante alta teniendo en cuenta que existen ciertos prerrequisitos de conocimientos anteriores a esta.

No llega a ser la mitad de la población de los alumnos encuestados, pero sigue resultando un número alto.

En esta misma asignatura también se observa que un 42% de los alumnos que forman parte de la muestra inicial son repetidores de esta misma asignatura. Probablemente están desmotivados por el mismo tipo de ejercicios y sin la confianza suficiente.

Vemos por lo tanto que los alumnos necesitan de motivación y de soporte que a veces es difícil dar por la gran cantidad de alumnos y por la escasez de horas disponibles.

3. DESCRIPCIÓN

Se demuestra con los datos de los test iniciales que el uso de videojuegos en nuestra muestra tiene un impacto en las habilidades espaciales de los alumnos estudiados

Para utilizar a estos como una herramienta que potencie estas habilidades y el aprendizaje se crean una serie de siete simuladores para Android.

Para introducir los simuladores de realidad aumentada propuestos en la docencia se utilizará un método de simultaneidad de recursos. Se crean ejercicios que se complementan los unos a los otros y que sirven de apoyo a los ejercicios obligatorios de la asignatura para crear cierta satisfacción en el alumno y facilitar su aprendizaje.

Para la enseñanza de la materia, por tanto, se hará uso de clases teóricas, clases prácticas con los ejercicios propuestos, citas para interactuar con los problemas de realidad aumentada y recursos interactivos online y bibliográficos.

La experiencia comienza con la realización de los test DAT:SR v01 (Bennett, Seashore, & Wesman, 2000), MRT (Vandenberg & Kuse, 1978) y un cuestionario para determinar su perfil. Finalizará con el test DAT:SR v02 (Bennett, Seashore, & Wesman, 2000) y el test PSVT (Guay, 1976).

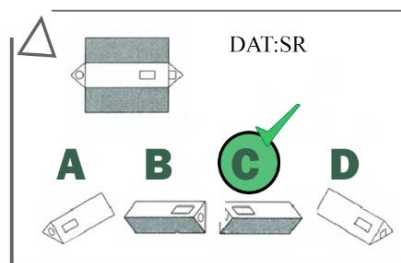


Figura 2: Ejercicio test DAT:SR

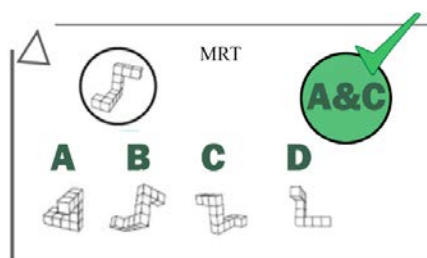


Figura 3: Ejercicio test MRT

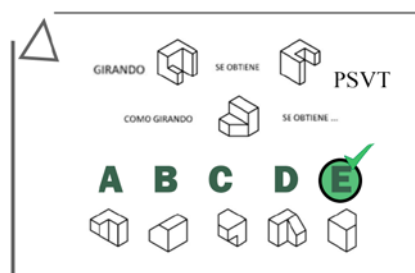


Figura 4: Ejercicio test PSVT

Gracias a los datos de visión espacial (DAT:SR 01) y los datos de habilidades de relaciones espaciales (MRT) se realiza una división de grupos en la que quedarán el grupo A1, grupo de control, con unas habilidades superiores y el grupo A2, grupo experimental. Si bien esta subdivisión presenta un sesgo en cuanto al nivel de habilidades de cada subgrupo A1 y A2, se ha optado por esta diferenciación para poder tener subgrupos homogéneos al inicio de la experiencia. En el Proyecto de Innovación Educativa reseñado, se discuten más hipótesis de las aquí presentadas, en las que esta diferenciación es idónea. No obstante, tal y como se indica en los resultados, este sesgo no ha sido impedimento para probar una de las hipótesis (ritmo de mejora entre subgrupos) en el apartado resultados.

A partir del momento de la división, los distintos grupos acuden a las clases prácticas por separado, en las que el grupo de control A1 seguirá el procedimiento clásico en cada una de ellas.

En el caso del grupo experimental A2, durante las cinco sesiones de clases (una por semana), en cuatro de ellas seguirán el mismo procedimiento que los demás.

En la primera de las clases prácticas se lleva a cabo una explicación por parte del profesor al grupo experimental A2 de cuál será el desarrollo de la experiencia en la que cada semana los alumnos tendrán la oportunidad de acudir a citas establecidas por ellos mismos en la plataforma de campus virtual para utilizar los simuladores preparados para las prácticas.

En esta primera clase de prácticas, como ejercicios innovadores, también se incluye el uso de Cubos Soma, un puzle en tres dimensiones diseñado en 1936 por Piet Hein. En este caso el puzle impreso con anterioridad en 3D se utilizará para crear figuras que surjan de la propia imaginación del alumno, para que después este mismo practique la creación de vistas.

Las clases siguientes de prácticas serán idénticas a las del grupo de control con la peculiaridad de que el alumno no solo habrá preparado cada semana el ejercicio correspondiente a papel, sino que lo habrá experimentado gracias a simuladores.

Cada una de esas semanas los alumnos participan en parejas en estas sesiones de realidad aumentada de diez minutos de duración. En estas son necesarias una Tablet o cualquier dispositivo Android al que el alumno solo tendrá acceso en este periodo de diez minutos, un "ImageTarget" que será el activador del juego y un trípode o similar para hacer más fácil el manejo e interacción.



Figura 5: Citas RA con alumnos

Los simuladores RA creados presentan en general al principio el enunciado del ejercicio o los pasos para conseguir el mismo.

Gracias a los botones de avance y retroceso se pueden explorar los distintos pasos o requisitos que pide el ejercicio en un orden lógico hasta obtener el resultado del ejercicio o parte de este.

Todos estos simuladores buscan ayudar a entender la situación de los objetos y en algún caso, de los resultados en el espacio, pero nunca ofrecen el resultado final que se busca en el papel.

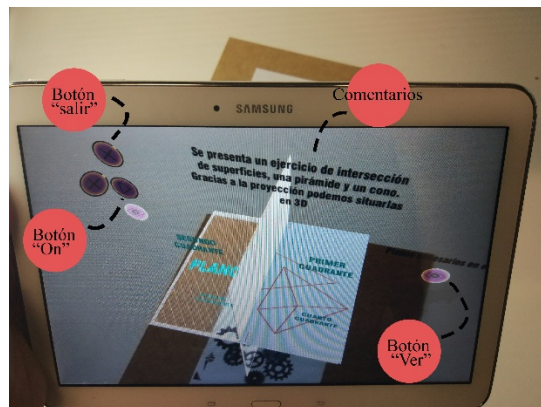


Figura 6: Simulador

Los ejercicios que se han utilizado para el trabajo presentado tratan las distancias, los ángulos e intersecciones en diédrico. También se utilizarán ejercicios que ayuden a un mejor entendimiento de las perspectivas axonométrica y caballera con vistas principales.

Después de cada una de las sesiones de simuladores el alumno contestará a la pregunta de cuál fue su comprensión inicial del ejercicio antes de haberlo trabajado en el videojuego y cuál es su comprensión después de este.

Al finalizar las prácticas obligatorias de la asignatura que se tratan con realidad aumentada, se vuelven a realizar test de habilidades.

En este caso para medir estas habilidades al finalizar la experiencia se utilizará el test DAT:SR v02 para la visión espacial y el test PSVT para las habilidades de relaciones espaciales.

El alumno también tendrá que realizar el test CIS (Keller, 2010) adecuado a la experiencia. Gracias a este se medirá la motivación del estudiante con respecto a esta asignatura en concreto.

4. RESULTADOS

Se mide el impacto no solo de la experiencia en la visión espacial del sujeto, sino también el impacto de ciertos factores ajenos a la realidad aumentada preparada que influyen en la visión espacial.

A. Hábito semanal de uso de videojuegos

Se observan al comienzo de la experiencia los datos del uso de videojuegos entre el grupo que se estudia.

Un 51% de los alumnos usa entre dos y cinco horas a la semana videojuegos que recrean escenarios y ambientes tridimensionales como Simcity, Minecraft, Call of Duty o similar. En la Figura 7 se muestran los hábitos de los encuestados.



Figura 7: Uso de videojuegos en alumnos

B. Influencia de la experiencia con videojuegos en las habilidades espaciales del alumno

Después de recopilar los datos de las habilidades espaciales iniciales no se encuentran diferencias significativas en las habilidades de visión espacial del grupo que utiliza a menudo videojuegos en casa.

Sin embargo, sí que existen estas diferencias en el test MRT que mide la habilidad de relaciones espaciales aplicado en 165 sujetos. Se demuestra por la prueba estadística de U de Mann-Whitney con un p valor de 0.001, que sí que hay diferencias estadísticamente significativas entre los alumnos que experimentan con videojuegos y los que no, teniendo mejor habilidad de relación espacial el grupo que utiliza videojuegos a menudo. Se utiliza esta prueba por ser una muestra pequeña y variables cuantitativas continuas.

En el grupo de alumnos sin experiencia con videojuegos de simulación la media es de 3.64, la mediana 3.5, la varianza 4.033 y la desviación estándar 2. En el caso de los alumnos con experiencia en videojuegos la media se sitúa en 4.84, la mediana en 4.5, varianza de 5.1 y la desviación estándar de 2.25.

Por lo tanto, las habilidades de relaciones espaciales son superiores en alumnos que utilizan a menudo este tipo de videojuegos.

C. Compresión de los ejercicios prácticos de la asignatura con la ayuda de los simuladores de realidad aumentada

En cuanto al estudio entorno a los simuladores específicos creados para mejorar la comprensión espacial del alumno se recogen los datos de la comprensión del ejercicio antes y después de la realidad aumentada en la Figura 8. En esta, C0 será la comprensión inicial de cada una de las citas y CF la comprensión final.

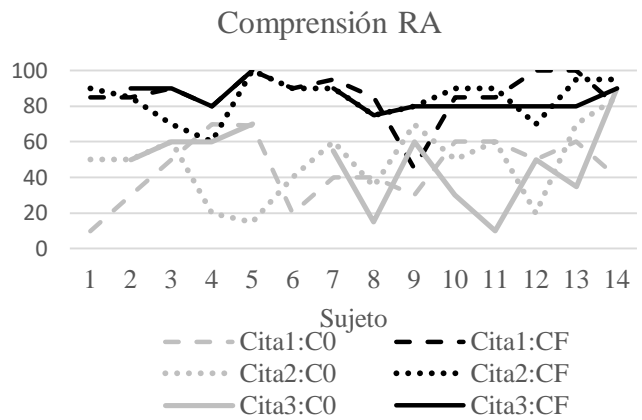


Figura 8: Compresión en citas simuladores RA

Se observa un aumento importante de la comprensión del alumno demostrando una mejora importante en su confianza a la hora de realizar el ejercicio.

Durante las clases prácticas, esa confianza es notable a la hora de participar en la clase.

D. Efectos del entrenamiento con simulación RA en las evaluaciones continuas

Durante el curso se realizan diferentes evaluaciones continuas similares a los ejercicios realizados de las diferentes partes de la asignatura.

Estos ejercicios son idénticos en ambos grupos y corregidos por el mismo profesor con los mismos criterios.

Como se comenta anteriormente, partimos de dos grupos en los que el A1 resulta de un nivel superior en visión espacial que el A2.

En la evaluación continua de perspectiva axonométrica sin embargo se obtienen los siguientes resultados: El grupo que no utiliza RA y que demostró mejores habilidades espaciales al principio del curso (A1) muestra una media de 0.54 sobre uno, mediana de 0.54, varianza de 0.059 y desviación estándar de 0.24. El grupo que sí utiliza RA (A2) tiene media de 0.53 sobre uno, mediana de 0.6, varianza de 0.073 y desviación estándar de 0.27.

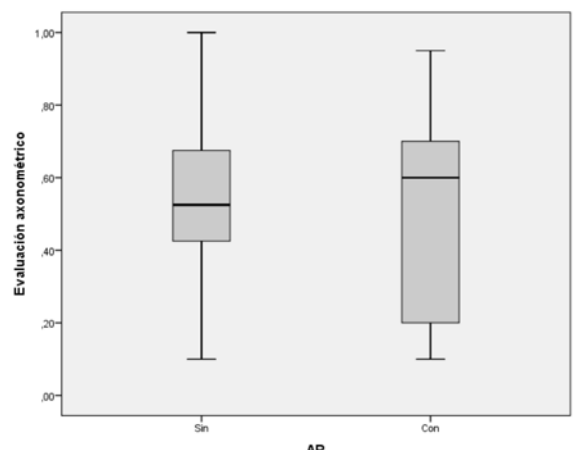


Figura 9: Resultados evaluación p. axonométrica de grupos con y sin RA

Se demuestra por el test no paramétrico U de Mann-Whitney con un p-valor de 0,01 que no existen diferencias entre estos dos grupos, por lo que se podría decir que se han igualado. Se utiliza esta prueba por ser una muestra pequeña y variables cuantitativas continuas. Los resultados se muestran en la Figura 9.

Vemos, por lo tanto, como dos grupos que comienzan con habilidades de visión espacial muy distintas tienen unos resultados después de las clases y de la experiencia muy igualados.

E. Efectos del entrenamiento con RA en las habilidades espaciales

Como es de suponer y debido a que los grupos se dividen dependiendo de sus calificaciones en los primeros test, hay una diferencia significativa entre los grupos con y sin RA en el test DAT:SR 01. La media en el grupo de alumnos que no participa en RA es de 9.18 con una mediana de 9.4, varianza de 0.178, asimetría de -1.126, curtosis de 1.63 y mínimo y máximo de 8.20 y 9.8 respectivamente. En el grupo de alumnos que sí participa en AR la media es de 6.96, la mediana de 7.4, varianza de 3.465, asimetría de -0.974, curtosis de -0.229 y mínimo y máximo de 3.4 y 8.8 respectivamente.

En el test DAT:SR 02 que resulta ser de un nivel superior al anterior, observamos que siguen existiendo diferencias entre los grupos experimental y de control. Sin embargo, se podría afirmar que el ritmo de mejora o evolución del grupo que experimenta con realidad aumentada es bastante superior. En el grupo que no ha experimentado las aplicaciones de RA presenta una media de 9.1667, mediana de 9.1, varianza de 0.253, asimetría de 0.061, curtosis de -1.518 y mínimo y máximo 9.8 y 8.4 respectivamente. En el caso de los que sí han experimentado con RA la media es de 7.18, mediana de 7.4, varianza de 3.088, asimetría de -0.864, curtosis de 0.413 y máximo y mínimo 9.2 y 3.6 respectivamente. Con el propósito de contrastar los resultados entre los distintos grupos con respecto a las variables continuas, se utilizó el test no paramétrico U de Mann-Whitney con un p-valor de 0,002 en el que se encuentran diferencias entre los grupos que usan realidad aumentada y el que no. Se utiliza esta prueba por ser una muestra pequeña y variables cuantitativas continuas.

A pesar de que siga existiendo una diferencia entre los dos grupos en el segundo test DAT:SR, se deja claro con la diferencia entre medias y las desviaciones que presentan las muestras, que la diferencia entre grupos ha disminuido a pesar de que el nivel ha aumentado. Mientras que el grupo sin AR ha mantenido su media, el grupo con RA la ha aumentado bastante.

5. CONCLUSIONES

Se demuestra que sí existen diferencias significativas en el test MRT inicial entre los que utilizan videojuegos a menudo y los que no, por lo que se puede afirmar que en este caso las habilidades de relaciones espaciales son superiores en alumnos que hacen uso de este tipo de videojuegos.

Partiendo de esta idea de relaciones entre habilidades espaciales y uso de videojuegos, se preparan y se utilizan una serie de ejercicios basados en RA a modo de simuladores que potencian los conocimientos y que demuestran una mejora en las habilidades del alumno superior que el sistema tradicional.

También se observa que la utilización de este tipo de simuladores RA en el aula mejora los resultados académicos en ciertas áreas de conocimiento de Expresión Gráfica.

Todos los ejercicios utilizados en esta experiencia son creados desde el propio Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos de la Universidad de Málaga con Unity y Vuforia como herramientas, gratuitas en el ámbito académico. Por ser estos juegos archivos utilizables en cualquier dispositivo Android, podrán ser utilizados curso tras curso para la enseñanza de perspectivas y diédrico. Además, con ciertos conocimientos y manejo de herramientas de modelado, se podrán crear otros entornos para ejercicios nuevos.

Se recomienda que el sujeto trabaje el ejercicio y la comprensión del mismo antes de que acuda a visualizar e interactuar con los simuladores RA. En el caso presentado, además de pedir al alumno que intentase entender el ejercicio antes de la cita RA, se le pide que realice un croquis en perspectiva con los datos del enunciado y los posibles resultados en el espacio.

Este trabajo puede ser utilizado en un gran número de asignaturas de carreras técnicas similares a la de Expresión Gráfica en las que se trabajen materias similares. Dentro de la Escuela de Ingenierías Industriales de Málaga estas nuevas técnicas podrían ser aplicadas en diez asignaturas con una población objetivo de 1172 alumnos. Esta metodología y ejercicios no solo se podrían utilizar en la enseñanza universitaria, sino también en asignaturas de dibujo técnico de bachiller que, aunque tienen un nivel más básico, presentan dificultades para el alumno en materias como diédrico.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere agradecer la contribución a todos los alumnos y compañeros de Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos que han posibilitado la realización de este estudio y experiencia.

REFERENCIAS

- Ayala Alvarez, F., Blazquez Parra, E., & Montes Tubio, F. (2017). Improving graphic expression training with. *Journal of Visualization*.
- Bennett, G., Seashore, H., & Wesman, A. (2000). DAT 5, Test de Aptitudes Diferenciales. TEA ediciones.
- Cherney, I., & London, K. (2006). Gender-linked Differences in the Toys, Television Shows, Computer Games, and Outdoor Activities of 5- to 13-year-old Children. *Sex Roles* 54 (9).
- Contero, M., Gomis, J., & Ferran, N. (2012). Development of an Augmented Reality Based Remedial Course to Improve the Spatial Ability of Engineering Students. *IEEE*.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological Science* 18.
- Guay, R. B. (1976). *Purdue Spatial Visualization Test*.
- Keller, M. (2010). *Course Interest Survey*.
- Mohler, J. (2006). Examining the spatial ability phenomenon from the student's perspective.