

# Juego en el Museo: Astronomía, Arte Rupestre y Gamificación

*Javier Cano Salcedo. Coordinadora: Josefa Rubio Cascales. IES Alcántara*

## RESUMEN

Se ha diseñado y desarrollado un videojuego con contenidos sobre las pinturas rupestres de la Cañica del Calar, Moratalla (Murcia) para aplicarlo en un entorno educativo formal (Escuela) y no formal (Museo). Se toma como muestra 345 estudiantes de dos Centros públicos que participaron en el taller del videojuego, además de relacionar los calcos de las pinturas con la parte correspondiente de la esfera celeste. Cada participante contestó una serie de preguntas antes y después de jugar al videojuego, para medir el aprendizaje.

En este estudio se muestra que la enseñanza mediante videojuegos es efectiva. En cuanto a la relación del Arte Rupestre con la Astronomía, hemos planteado un nuevo punto de vista que abre nuevas formulaciones.

### 1. PROBLEMA PLANTEADO

Los videojuegos nunca han sido bien recibidos en el mundo de la educación. Se cree que no aportan nada bueno para los jugadores. Sin embargo, creemos que es posible aprender con los videojuegos y que, además, serían una herramienta perfecta para ser usada como apoyo en los centros educativos. Ya existen estudios que corroboran las ventajas que proporcionan estos a los jugadores (Griffiths, 2002; Green y Bavelier, 2006; López Raventós, 2016).

De ahí que el objetivo que nos planteamos sea desarrollar un videojuego capaz de transmitir conocimientos exitosamente, de cara a ser jugado en ambientes de aprendizaje formales (Centros educativos) y no formales (Museos). Los contenidos didácticos elegidos para el aprendizaje versan sobre las pinturas rupestres de la Cañica del Calar (Moratalla) de las que, además, queremos analizar si el arte esquemático, en este caso particular, se puede relacionar, de alguna manera, con la Astronomía (Sweatman y Coombs, 2018).

El trabajo se centra en dos aspectos principales, uno sobre el aprendizaje, enfocado al posible potencial de los videojuegos en este ámbito, y otro sobre la posible relación entre algunas pinturas rupestres (principalmente las analizadas) con la Astronomía, más concretamente, el uso de estas para la previsión de eventos teniendo en cuenta las últimas investigaciones y líneas de actuación existentes en la actualidad en cuanto a la interpretación del arte esquemático.

El acercamiento directo al Arte Rupestre se ha llevado a cabo mediante la visita guiada a dos abrigos situados en la Cañica del Calar en Moratalla (Murcia). Con todo esto se planificó el contenido del videojuego con una doble intencionalidad: por un lado, plantear unos contenidos didácticos con los que poder analizar si se produce o no aprendizaje en el jugador y, por otro lado, recoger datos que nos

podrían dar luz sobre el nuevo enfoque planteado en la interpretación de las pinturas rupestres con las que hemos trabajado.

## **2. ANTECEDENTES**

Dentro de las grandes posibilidades didácticas que ofrecen las TIC, uno de los recursos sobre el que existen más controversias son los videojuegos, cuya utilización en el terreno educativo se encuentra tanto con detractores como con firmes defensores. Entre los defensores, se habla del potencial educativo de los videojuegos en torno a dos grandes líneas de trabajo: una relativa a la motivación para el aprendizaje y otra que va más allá y busca la utilización de los videojuegos con fines claramente didácticos.

En la sociedad actual, los niños y niñas crecen y se desarrollan rodeados de dispositivos digitales, es algo familiar para ellos. A través de estos medios se comunican, se expresan y comprenden el mundo que les rodea.

El Arte Rupestre es un gran desconocido en la mayoría de la población. A través de él podemos adentrarnos en la historia de primitivas civilizaciones de hace miles de años.

### **2.1. Los videojuegos como recurso didáctico para el aprendizaje**

Los videojuegos son conocidos, en general, como algo que distrae a los niños de sus obligaciones, que los maleduca, y un largo etcétera de sinsentidos, pero realmente, si hablamos de videojuegos fuera de abusos y adicciones, es decir, usados correctamente, estos no son para nada malos, todo lo contrario, tienen efectos positivos en los jugadores, como pueden ser una mejora de la atención, en la visualización tridimensional, control de movimientos, reflejos, lógica, memoria, entre otros. Además, tienen capacidad de enseñar cualquier materia que se quiera. La ventaja de este aprendizaje es que, en comparación con la educación formal, es mucho más sutil, pero igual, o más efectiva.

Durante la última década se ha introducido la gamificación como una metodología activa dentro del aula. Hay multitud de estudios realizados sobre lo que aporta la gamificación en el aprendizaje de los estudiantes. Nuestra meta es extrapolar este método a un ámbito no formal como pueden ser los Museos ya que, en Murcia, en general, atraen a poco público.

Por todo ello, consideramos que la propuesta de este trabajo puede ser muy importante en varios sentidos: por un lado, comprobar si con el videojuego se produce aprendizaje y, por otro lado, aplicar nuevas teorías sobre el significado de algunas pinturas rupestres, planteadas en los últimos años, a nivel mundial, a nuestra Región. Además, el videojuego como forma de promocionar y motivar la visita a los Museos puede ser el inicio de una serie de cambios que dé pie a una nueva era de los Museos.

### **2.2. Las pinturas rupestres esquemáticas de la Región de Murcia**

Los contenidos del videojuego plantean los últimos estudios sobre las pinturas rupestres y su posible relación con el cosmos, por lo que se debe investigar con rigurosidad este tema para crear un buen trasfondo. Para empezar, debemos tener claro qué entendemos por Arte Rupestre, y cómo está clasificado, en rasgos generales, sin entrar en mucho detalle ya que no somos ni nos consideramos personas expertas en este tema. Tan solo realizaremos una aproximación a una posible interpretación, teniendo en cuenta, como se dijo anteriormente, los últimos avances y planteamientos en las actuales investigaciones.

En la Cañaica del Calar se encuentran dos abrigos abiertos a la visita pública en la que se puede notar claramente la diferencia entre una pintura naturalista (abrigo II) y una pintura esquemática (abrigo III). El videojuego simulará una visita a estos abrigos, por lo que estas pinturas en concreto serán el foco de la investigación.

El trabajo de los investigadores J. A. Bernal y M. Á. Mateo, publicado en 1996, recopiló todos los calcos descubiertos hasta la fecha, describiendo y clasificando las pinturas, descubriendo algunos rasgos que tienen en común. Dejaron claro todo lo que se sabía sobre pinturas rupestres en Murcia, para su cómodo estudio. Su trabajo arrojó luz en el origen de las pinturas, su estilo y su contexto cronológico. Sin embargo, aún no se sabía nada sobre su verdadero significado, aunque a nivel mundial, ya hay investigaciones que plantean un nuevo punto de vista, en el que los dibujos del arte esquemático, en realidad podrían representar constelaciones que les servirían a las personas prehistóricas como calendario o inmortalización de eventos cósmicos ocurridos en aquella época (lluvia de estrellas, caída de meteoritos, entre otros). Por ese motivo, en este trabajo planteamos investigar este punto de vista con las pinturas de la Cañaica del Calar.

Los estudios de Arqueoastronomía tienen una larga trayectoria en algunos países europeos y, en menor medida, en España. Mayoritariamente se llevan a cabo desde el campo de los astrónomos y todavía no han alcanzado un definitivo reconocimiento en el ámbito arqueológico (Cerdeño y otros, 2006).

En la literatura, existen algunas investigaciones, en España, que relacionan las constelaciones con algunas pinturas rupestres, como es el caso de la cueva de Altamira pero, a nivel regional, en Murcia, no ha habido publicación alguna, o de haberla, no la hemos encontrado.

### **3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Las hipótesis que se plantean para llevar a cabo esta investigación son:

1. La Astronomía se relaciona con el Arte Rupestre esquemático en algunas pinturas rupestres de Murcia.
2. Un estudiante de Bachillerato puede desarrollar un videojuego.

3. Se puede aprender mediante videojuegos.
4. El videojuego puede aportar divulgación e interés a un Museo.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Herramientas utilizadas

- Unity, un motor de videojuegos
- Visual Studio Code, interfaz de programación
- MediBang Paint Pro, herramientas de dibujo
- Audacity, edición de audio
- Herramienta Recortes de Windows
- Cámara 360°
- Aplicaciones digitales: Mapa estelar, Stellarium y sunearthtools.
- Buscador de estrellas manual
- Calcos publicados de las pinturas rupestres de la Cañaica del Calar (Moratalla)
- IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics 24.

### 4.2. Visita a los abrigos de la Cañaica del Calar, digitalización en 360° y análisis de los calcos y los astros.

En primer lugar, se visitaron los abrigos II y III de la Cañaica del Calar (Moratalla) (figura 1) y se fotografiaron en 360° para su futura implementación en el videojuego (figura 2). Se trabajó una amplia bibliografía sobre el arte rupestre tanto a nivel general como local (Región de Murcia) seleccionando unos contenidos para tratarlos en el videojuego. Además, se recogió el calco de la pintura esquemática publicado por Miguel A. Mateo Saura en 2001 (figura 3).



Figura 1. Visita al abrigo II



Figura 2. Grabación en 360°



Figura 3. Calco abrigo III (M. A. Saura)

Nos planteamos utilizar el buscador de estrellas manual y el programa Stellarium para plantear una posible relación entre las figuras de las pinturas rupestres con alguna constelación. El programa Stellarium nos permite colocar las posiciones geográficas de la ubicación de las pinturas rupestres, así como la fecha. Nos muestra el cielo tal y como se vería en ese lugar. El objetivo es recrear las

condiciones del cielo en la antigüedad para colocar sus datos en el ambiente histórico, usando las herramientas descritas anteriormente.

La aplicación sunearthtools nos permite calcular la posición del Sol en el cielo para cada lugar de la Tierra en cualquier momento del día y obtener los gráficos correspondientes del movimiento solar.

### 4.3. Creación del videojuego mediante Unity

Se ha usado el 2D Game Kit de Unity para crear el videojuego. En él, se encarna a un explorador que investigará, con la ayuda de unos picos de escalada, una versión bidimensional de la Cañica del Calar y sus pinturas, las cuales podremos contemplar en 360° (figuras 4 y 5).

Los jugadores aprenderán, mediante preguntas y vídeos explicativos, datos sobre ellas. El explorador hará comentarios, que están doblados en su totalidad, para mantener la atención de los jugadores, sobre todo de cara a los más pequeños. Además, serán capaces de recoger los materiales para construir un telescopio con el que ver las estrellas, y para fabricar sus propios pigmentos para pintar.



Figura 4. Capturas del videojuego



Figura 5. Esquema de la representación digitalizada

Al completar la misión principal del juego, que es construir el telescopio, se les pedirá a los jugadores que hagan una representación del cielo nocturno, mostrado en pantalla, para representar un conjunto de estrellas.

Para crear The Explorer, se ha necesitado animar al personaje jugable, que ha sido diseñado y dibujado por la artista amateur Valeria García Nicolas, además de programar el script que permita controlarlo correctamente; elaborar el guion de los comentarios que dice el explorador a medida que avanzamos y su correspondiente doblaje, realizado por un compañero de clase, Jordi Germán Calle León; programar los espacios en 360° que permitan una visualización inmersiva de las imágenes de los abrigos; dibujar y programar el resto de objetos interactivables; crear un menú con unas notas opciones que completan ordenan los datos a medida que se van encontrando; crear la pantalla de visualización de las estrellas y la de dibujar nuestro propio abrigo en la piedra; y, finalmente, diseñar una pantalla de créditos que muestre la puntuación obtenida al jugador.

### 4.4. Redacción del formulario

Una vez el juego está terminado y listo para ser jugado, se ha redactado un formulario para medir si se ha producido aprendizaje con él, preguntando a los jugadores sobre el Arte Rupestre tanto antes como después de jugar. Se han escogido estratégicamente 8 preguntas de manera que 6 de ellas se correspondan con contenidos que aparecen en el videojuego explícitamente (marcadas con ▲), algunas de ellas, además, están reforzadas con un vídeo explicativo (marcadas con ♦) y otras 2 que, en cambio, no fueron mencionadas en ningún momento del videojuego (marcadas con ■). Consideramos que así se puede contrastar los resultados entre ellas. Las preguntas en cuestión fueron:

1. ▲ ¿Cómo transmitían la información los primeros seres humanos, en la prehistoria?
2. ■ ¿Qué es el arte rupestre?
3. ▲ ¿Hay pinturas rupestres en España?
4. ▲ ¿Hay pinturas rupestres en Murcia?
5. ♦ ¿Sabes la composición de la pintura rupestre?
6. ♦ ¿Con qué instrumentos pintaban las personas prehistóricas?
7. ▲ ¿Qué imágenes o representaciones pintaban las personas en la prehistoria?
8. ■ ¿Sabemos qué significan todas las representaciones descubiertas en pinturas rupestres?

Estas preguntas se responderán antes de comenzar el juego y después.

Para finalizar, se plantean tres preguntas a los participantes, para recoger la percepción que tienen ellos sobre la utilidad del videojuego.

#### **4.5. Implementación del videojuego en centros educativos**

Para realizar el taller del juego a los estudiantes y pasarles el formulario se necesita una autorización por parte de sus padres, además de los profesores, y por supuesto, de los directivos de los Centros Educativos. Gracias a la colaboración del profesorado pudimos implementar el videojuego en dos Centros educativos públicos: CEIP Jacinto Benavente e IES Alcántara.

En cuanto a la implementación del videojuego en el Museo de Arte rupestre de Moratalla y el Museo Arqueológico de Murcia es algo que queda pendiente y que no se ha podido realizar aún.

### **5. RESULTADOS**

#### **5.1. Referidos a la relación de las pinturas rupestres con la Astronomía**

Los resultados referidos a la posible interpretación de las pinturas del abrigo III han sido obtenidos analizando el calco de las mismas, publicado por el investigador M. A. Mateo Saura, y comparándolo con las imágenes obtenidas en Stellarium a lo largo de diferentes fechas llegando a una fecha concreta, 24 de septiembre del año 0. Esta fecha corresponde al equinoccio de otoño, que es la

época de la berrea de los ciervos y, por tanto, la época de caza de los mismos; y año 0 porque es el año mínimo que permite Stellarium.

Se observa una correlación muy aproximada entre las figuras del abrigo III y las constelaciones. Difieren muy poco con las que hicieron los griegos y que es la base de las constelaciones que conocemos hoy en la cultura occidental europea. Todas las figuras se corresponden con la mayoría de las estrellas que forman las constelaciones de Pegaso, Acuario, Casiopea, Perseo, Cisne, Delfín, Capricornio, Hércules y Ofiuco (figura 6).



Figura 6. Relación de las figuras del calco de M.A. Saura con el conjunto de estrellas del 24 de septiembre del año 0. Puede parecer fácil buscar las figuras deseadas, y podría serlo para una figura aislada, pero conseguir encajar el conjunto completo es una hazaña que no creemos que sea fruto de la casualidad.

En cuanto a los puntos alineados que vemos en el calco, creemos que representan la trayectoria del Sol a lo largo del año. Utilizando la herramienta sunearthtools se analiza el movimiento del Sol en la zona de estudio. Los resultados se alinean con la eclíptica en el equinoccio de otoño y el ángulo que tienen es de  $38^\circ$  (aproximadamente la latitud del lugar).

### 5.2. Referidos a las pinturas dibujadas por los estudiantes

Se obtuvieron 217 dibujos en las sesiones del videojuego con los participantes. La mayoría de ellos eran figuras sin relleno (61%) y figuras con puntos (27%). Se observa que, con el mismo conjunto de estrellas como referencia, cada jugador dibuja una figura diferente, pero siempre de algo familiar para él.

### 5.3. Referidos al aprendizaje medido con The Explorer

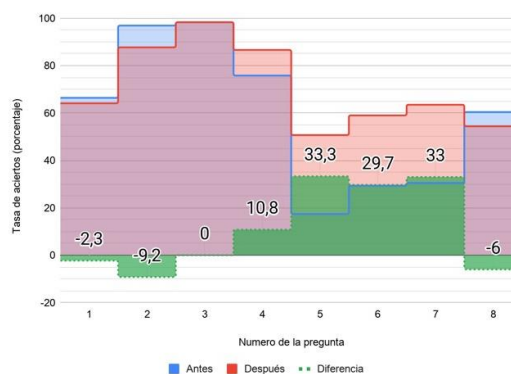
Analizando los resultados de la encuesta, la muestra ha sido de 351 personas abarcando un rango de tramos de estudios amplio (Primaria, Secundaria, Bachillerato y Ciclo Formativo) con una distribución homogénea. La muestra también se distribuye homogéneamente en género. En cuanto a la frecuencia de juego, un 64,7% juegan a videojuegos frecuentemente. Sin embargo, de estos, sólo un 29,1% son chicas.

El gráfico 1 representa las tasas de acierto, tanto antes como después de jugar, y la tasa de aprendizaje que se han producido en cada una de las preguntas especificadas en la metodología. Se puede observar que las preguntas que aparecen explícitamente en el juego (1, 3, 4, 5, 6 y 7) son las que muestran las

tasas de aprendizaje más altas, destacando las que contaban con el vídeo explicativo (5 y 6). Aquellas que no se mencionaron en el videojuego, muestran un descenso (2 y 8).

Se ha analizado cada uno de los resultados por tramo de estudios y por género, con la prueba del t-student, para comprobar si existen o no diferencias significativas. No existen diferencias significativas en cuanto a género, a excepción de la pregunta 6. Sin embargo, sí hay diferencias significativas según el nivel de estudios, existiendo un mayor aprendizaje en Primaria respecto al resto de niveles.

Tasa de aciertos en las preguntas antes y después de jugar



#### 5.4. Referido a la percepción de los participantes sobre la utilidad del videojuego

Sobre la percepción que tuvieron los participantes, casi el 90% de los encuestados ha mostrado un interés positivo por la actividad, más del 60% piensa que ha aprendido con The Explorer y el 95% cree que el aprendizaje mediante videojuegos sería efectivo. No existen diferencias según nivel de estudios ni en género.

### 6. CONCLUSIONES

Sobre la primera hipótesis planteada: “La astronomía se relaciona con el Arte Rupestre esquemático en algunas pinturas de Murcia”, se ha conseguido plantear un nuevo punto de vista que está en desacuerdo con la visión convencional del arte rupestre esquemático. Sabemos que no somos expertos en la materia, pero sí tenemos a nuestro favor la intención de resolver este asunto con cierto rigor científico. El análisis de los resultados obtenidos nos lleva a plantear que las pinturas rupestres esquemáticas del abrigo III de la Cañica del Calar se podrían corresponder con constelaciones del cielo estelar durante el equinoccio de otoño pudiendo servir como calendario para anticiparse al cambio de estación otoñal en la que se produce la berrea de los cérvidos, cuestión importante para la caza de estos animales. Evidentemente, no todas las pinturas rupestres de arte esquemático serán relacionadas con constelaciones, pero sí que habría que realizar nuevos estudios de cada caso particular. Se ha podido comprobar que cada persona realiza agrupaciones de estrellas diferentes. Este estudio abre nuevas posibilidades para una revisión de aquellas pinturas rupestres sobre las que aún no hay un significado claro establecido.

En cuanto a la segunda hipótesis planteada, definitivamente sí ha sido posible desarrollar un videojuego en Bachillerato de manera autodidacta.



Respecto a la tercera hipótesis, como se ha visto en los resultados, ha habido aumento en las tasas de aprendizaje en los contenidos que aparecen explícitamente en el juego, y una pequeña disminución en aquellos que no, por lo que concluimos que, efectivamente, es posible la enseñanza mediante videojuegos de una manera eficaz. Se ha comprobado que los contenidos deben ser planteados de forma explícita y que, si hay visión o actuación, el aprendizaje es más efectivo. La percepción que tiene los participantes está en consonancia con los resultados obtenidos.

Por último, la cuarta hipótesis no se ha podido resolver. Por falta de tiempo, no se ha podido implementar el videojuego en un Museo, pero, extrapolando los resultados obtenidos con los alumnos de los Centros educativos, como posibles visitantes, podríamos intuir que el videojuego aportaría interés al Museo.

Al haber analizado sólo un conjunto de pinturas rupestres, desarrollado un solo videojuego y realizado los talleres con unos pocos estudiantes de Alcantarilla, estos resultados no son universales, pero creemos que son significativos y deberían ampliarse para plantearlos en otros conjuntos de pinturas y asentar su rigor con videojuegos de otros temas en más centros educativos y museos.

Actualmente, estamos intentando presentar el proyecto al Museo Arqueológico de Murcia con un plan de implementación, en el que se ajustarían los contenidos del videojuego a las necesidades del museo.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

Brackeys. 2D Animation in Unity. YouTube <<https://www.youtube.com/watch?v=hkaysu1Z-N8>> [Consulta: 22 de diciembre de 2019].

Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 32(6), 1465.

Griffiths, M. D. (2002). The educational benefits of videogames. *Education and health*, 20(3), 47-51.

Jordán Montes, J.F. (2000). Escenas y figuras de carácter chamánico en el Arte Rupestre de la Península Ibérica. Petroglifos y pinturas naturalistas y esquemáticas en el Sureste. *BARA 3*: 81-118.

Jordán Montés, J.F. y Martínez Franco, A. (2007). Arte rupestre en la Región de Murcia. Desde el Paleolítico hasta la Edad de los Metales. Unidad didáctica para Bachillerato.

López Raventós, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 8(1), 0-0.

Mateo Saura, M. A. (2007). La Cañaica del Calar II (Moratalla, Murcia). Dirección General de Cultura.

Mateo Saura, M. A. (2010). Arte rupestre y cultura material en la Región de Murcia. Serie Arqueológica 23, 197-225.

Mateo Saura, M. A. (2015). Estrategias para la difusión y puesta en valor del arte prehistórico. Actuaciones en Moratalla (2005-2015). Cuadernos de Arte Prehistórico, 1 38-63.

Mateo Saura, M. A. (2016). El arte esquemático en la Región de Murcia (España). Rev. Cuad. De Art. Preh. Num. 2. Julio – Diciembre 2016, ISSN 0719-7012, pp. 127-152.

Sweatman, M. B. y Coombs, A. (2018). Decoding European Paleolithic Art: Extremely Ancient knowledge of Precession of the Equinoxes. Athens Journal of History - Volume 5, Issue 1 – Pages 1-30. Nueva York: Cornell University.

Unity Learn. 2D Game Kit. <<https://learn.unity.com/project/2d-game-kit-2>> [Consulta: 22 de diciembre de 2019].

## **8. AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi amiga Valeria García Nicolás, que me ha ayudado con el diseño y la animación del personaje y a mi compañero Jordi Germán Calle León, que se ha ofrecido a ser el actor de doblaje.

A Mark Konov Sendyk por dedicar parte de su tiempo en analizar y valorar mi juego.

Al equipo directivo del C.E.I.P. Jacinto Benavente, al profesorado del Ciclo Formativo de Grado Superior del IES Alcántara por colaborar desinteresadamente para implementar mi videojuego y poner a mi alcance todos los medios técnicos para que pudiera recoger los datos de mi investigación.

A Ginés Ruiz Bueno por prestarme la cámara de 360º y a Juan Francisco Jordán por facilitarme información sobre el arte post-paleolítico y neolítico y supervisar la realización del proyecto escrito

A Josefa Rubio Cascales por ayudarme tanto con la elección del tema y con el análisis de los resultados y por organizar tanto el viaje a Moratalla como el correcto funcionamiento de las sesiones en los centros.

A mis padres y a mi familia, que me han apoyado sin descanso durante todo este proyecto.

Finalmente, a todas aquellas personas que han contribuido en este proyecto con su opinión y apoyo.