

# uc3m

Universidad Carlos III de Madrid

Grado en Ingeniería Informática

Curso 2018-19

Trabajo de Fin de Grado

Desarrollo de una herramienta de enseñanza con Unity

Ignacio González Moya

Tutor

David Delgado Gómez

Leganés, 17 de junio de 2019



Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento - No comercial**  
– Sin obra derivada



## RESUMEN



La presente memoria detalla todo el proceso realizado en el desarrollo de un videojuego, cuyo objetivo es servir de herramienta educativa para apoyar el trabajo de los educadores y padres de niños en edades de entre siete y nueve años. La aplicación tiene un propósito muy específico que es el de ayudar a los niños a aprender las diez primeras tablas de multiplicar.

El problema que se plantea es la creciente oferta de tecnología emergente que no acaba de llegar a las aulas. A pesar de que se ha regularizado que muchos centros de primaria tengan pizarras digitales o se hayan prestado portátiles a los alumnos en determinados centros de educación, lo cierto es que la metodología de enseñanza no ha sufrido muchos cambios en los últimos veinte años. Lo más utilizado siguen siendo libros y ejercicios, que no siempre son eficaces, ya que los niños tienen inteligencias múltiples y cada uno tiene más potenciadas unas que otras (a un niño con inteligencia cinestésica le costará mucho aprender sentado). Esto produce que la motivación en los niños decaiga mucho llegando a no querer ir al colegio.

Por esta razón, el objetivo de este trabajo es crear una herramienta educativa con Kinect, un dispositivo que capta el movimiento de los usuarios. Así, los niños podrán complementar sus estudios normales con un videojuego educativo en el que aprender de manera cinestésica y potenciar su motivación por aprender.

**Palabras clave:** Educación, Videojuegos serios, Videojuegos activos, Kinect, Primaria, Tablas de multiplicar.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Primero agradecer a mi tutor David Delgado por confiar en mí y dejarme trabajar en este TFG.*

*A mis dos expertas en educación, Alba Ramos y María del Mar Cagigal por asesorarme en los temas de educación.*

*Gracias a mis compañeros de universidad por acompañarme en esta etapa, haciéndola mucho más fácil y a esos grandes profesores que disfrutan de su profesión.*

*A mis abuelos, cuyo orgullo por su nieto representa uno de los mayores compromisos.*

*Y por último, a mis padres, que siempre me han apoyado y han sido mi ejemplo. Gracias por todo lo que hacéis por mí.*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Teoría de las Inteligencias Múltiples .....	1
1.2. Objetivo .....	2
1.3. Antecedentes .....	2
1.4. Estructura del documento.....	2
2. ESTADO DEL ARTE .....	4
2.1. Historia .....	4
2.2. Herramientas utilizadas .....	7
2.2.1. Unity .....	7
2.2.2. Kinect.....	8
2.2.3. Vitruvius .....	8
2.3. Videojuegos, ventajas e inconvenientes.....	9
2.3.1. Inconvenientes de los videojuegos .....	9
2.3.2. Ventajas de los videojuegos.....	11
2.4. Gamificación.....	12
2.5. Elementos que hacen un videojuego atractivo.....	13
2.5.1. La inmersión .....	13
2.5.2. El logro.....	14
2.5.3. El componente social .....	14
2.6. Educación .....	14
2.7. Kinect en las aulas .....	15
3. ANÁLISIS DEL SISTEMA .....	17
3.1. Usuario final .....	17
3.2. Casos de uso.....	17
3.3. Requisitos .....	21
3.3.1. Requisitos funcionales.....	22
3.3.2. Requisitos no funcionales .....	26
4. DISEÑO Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	28
4.1. Controlador hardware.....	28
4.2. Controlador software .....	28
4.3. Teclas.....	29
4.3.1. Teclas numéricas .....	29

4.3.2. Tecla rehacer .....	30
4.3.3. Validar .....	31
4.3.4. Tecla menú/salir .....	32
4.3.5. Teclas play .....	32
4.4. Textos .....	34
4.5. Fondos de pantalla .....	34
4.6. Sonidos .....	37
4.6. Scripts .....	38
4.7. Barra de energía .....	38
4.8. Escenas .....	39
4.9. Extras .....	39
4.10. Otras soluciones posibles .....	40
4.11. Expertos y pruebas .....	41
4.12. Resultados de las escenas .....	41
5. MARCO REGULADOR .....	45
5.1. Información legal .....	45
5.2. Propiedad intelectual .....	46
5.3. Responsabilidad ética .....	46
6. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	47
6.1. Fase 1: Formación inicial .....	47
6.2. Fase 2: Formación específica y desarrollo .....	47
6.3. Fase 3: Pruebas finales y redacción de memoria .....	48
6.4. Resumen fases .....	49
7. ENTORNO SOCIOECONÓMICO .....	50
7.1. Coste de personal .....	50
7.2. Coste hardware .....	50
7.3. Coste software .....	51
7.4. Otros gastos .....	51
7.5. Gastos totales .....	51
7.6. Implicaciones sociales .....	52
8. CONCLUSIONES .....	53
8.1. Proyectos futuros .....	53
9. ABSTRACT .....	54
9.1. Introduction .....	54

9.1.1 Objectives.....	55
9.2. State of the Art.....	55
9.2.1. Unity.....	55
9.2.2. Kinect.....	56
9.2.3. Vitruvius.....	56
9.2.4. Gamification.....	57
9.2.4. Education.....	57
9.3. Design and justification of the system.....	58
9.3.1. Hardware controller.....	58
9.3.2 Software controller.....	58
9.3.3. Keys.....	59
9.3.4. Texts.....	59
9.3.4. Backgrounds.....	59
9.3.5. Sounds.....	60
9.3.6. Scripts.....	60
9.3.7. Energy bar.....	60
9.3.8. Scenes.....	60
9.3.9. Extras.....	61
9.3.10. Experts and tests.....	61
9.3.11 Final scenes.....	62
9.4. Conclusions.....	64
9.4.1. Future projects.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
GLOSARIO.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1: GALAXY GAME [2] .....	4
FIG. 2: MAGNAVOX ODYSSEY Y JUEGO PONG [3] .....	5
FIG. 3: NINTENDO NES POWER PAD [4] .....	5
FIG. 4: EYETOY [5] .....	6
FIG. 5: WII BALANCE BOARD [6] .....	6
FIG. 6: XBOX 360 Y KINECT [6] .....	7
FIG. 7:PLAYSTATION VR,PLAYSTATION CAMERA Y PLAYSTATION MOVE [7] .....	7
FIG. 8: PRECIOS DE UNITY [8] .....	8
FIG. 9: EXPERIMENTO DEL MUÑECO BOBO [17] .....	10
FIG. 10: SÍMBOLOS DE ADVERTENCIA EN VIDEOJUEGOS [19] .....	11
FIG. 11: TABLA CLASIFICATORIA [24] .....	13
FIG. 12: LOGROS [27] .....	14
FIG. 13: TABLAS DE MULTIPLICAR [29] .....	15
FIG. 14: ALUMNOS HACIENDO EDUCACIÓN FÍSICA CON <i>KINECT</i> [30] .....	16
FIG. 15: JUEGO JUMPIDO [31] .....	16
FIG. 16: ESQUEMA DE CASOS DE USO .....	17
FIG. 17: STICKMAN DE VITRUVIUS [32] .....	29
FIG. 18: TECLAS NUMÉRICAS VALORADAS .....	30
FIG. 19: TECLAS REHACER VALORADAS .....	31
FIG. 20: TECLA VALIDAR .....	31
FIG. 21: TECLAS MENÚ/SALIR VALORADAS .....	32
FIG. 22: TÍTULO DE NIVELES .....	33
FIG. 23: TECLAS DE PLAY .....	34
FIG. 24: CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ITAIPÚ [33] .....	35
FIG. 25: PANELES SOLARES [34] .....	35
FIG. 26: TURBINAS EÓLICAS[35] .....	36
FIG. 27: CENTRAL GEOTÉRMICA DE NESJAVELLIR[36] .....	36
FIG. 28: FONDO LAGO [37] .....	37
FIG. 29: SONIDOS UNITY .....	37
FIG. 30: SCRIPTS UNITY .....	38
FIG. 31: BARRA ENERGÍA UNITY .....	39
FIG. 32: ESCENAS UNITY .....	39
FIG. 33: SPRITES UNITY .....	40
FIG. 34: MENÚ .....	42
FIG. 35: NIVEL 1 AGUA .....	42
FIG. 36: NIVEL 2 SOL .....	43
FIG. 37: NIVEL 3 VIENTO .....	43
FIG. 38: NIVEL 4 TIERRA .....	44
FIG. 39: LICENCIA CREATIVE COMMONS[40] .....	46
FIG. 34: MENU .....	62
FIG. 35: LEVEL: WATER .....	63
FIG. 36: LEVEL 2: SUN .....	63
FIG. 37: LEVEL 3: WIND .....	64
FIG. 38: LEVEL 4: EARTH .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PLANTILLA CASOS DE USO.....	18
TABLA 2: CASO DE USO CU-01 .....	18
TABLA 3: CASO DE USO CU-02.....	18
TABLA 4: CASO DE USO CU-03.....	18
TABLA 5: CASO DE USO CU-04.....	19
TABLA 6: CASO DE USO CU-05.....	19
TABLA 7: CASO DE USO CU-06.....	19
TABLA 8: CASO DE USO CU-07 .....	19
TABLA 9: CASO DE USO CU-08.....	20
TABLA 10: CASO DE USO CU-09.....	20
TABLA 11: CASO DE USO CU-10.....	20
TABLA 12: CASO DE USO CU-11 .....	20
TABLA 13:PLANTILLA DE REQUISITOS .....	21
TABLA 14: REQUISITO FUNCIONAL RF-01 .....	22
TABLA 15: REQUISITO FUNCIONAL RF-02 .....	22
TABLA 16: REQUISITO FUNCIONAL RF-03 .....	22
TABLA 17: REQUISITO FUNCIONAL RF-04 .....	22
TABLA 18: REQUISITO FUNCIONAL RF-05 .....	23
TABLA 19: REQUISITO FUNCIONAL RF-06 .....	23
TABLA 20: REQUISITO FUNCIONAL RF-07 .....	23
TABLA 21: REQUISITO FUNCIONAL RF-08 .....	23
TABLA 22: REQUISITO FUNCIONAL RF-09 .....	24
TABLA 23: REQUISITO FUNCIONAL RF-10 .....	24
TABLA 24: REQUISITO FUNCIONAL RF-11 .....	24
TABLA 25: REQUISITO FUNCIONAL RF-12 .....	24
TABLA 26: REQUISITO FUNCIONAL RF-13 .....	24
TABLA 27: REQUISITO FUNCIONAL RF-14 .....	25
TABLA 28: REQUISITO FUNCIONAL RF-15 .....	25
TABLA 29: REQUISITO FUNCIONAL RF-16 .....	25
TABLA 30: REQUISITO FUNCIONAL RF-17 .....	25
TABLA 31: REQUISITO FUNCIONAL RF-18 .....	25
TABLA 32: REQUISITO FUNCIONAL RNF-01 .....	26
TABLA 33: REQUISITO FUNCIONAL RNF-02 .....	26
TABLA 34: REQUISITO FUNCIONAL RNF-03 .....	26
TABLA 35: REQUISITO FUNCIONAL RNF-04 .....	26
TABLA 36: REQUISITO FUNCIONAL RNF-05 .....	26
TABLA 37: REQUISITO FUNCIONAL RNF-06 .....	27
TABLA 38: PLANIFICACIÓN FASE 1 .....	47
TABLA 39: PLANIFICACIÓN FASE 2 .....	48
TABLA 40: PLANIFICACIÓN FASE 3 .....	49
TABLA 41: PLANIFICACIÓN TOTAL FASES .....	49
TABLA 43: COSTES PERSONA .....	50
TABLA 44: COSTES HARDWARE .....	50
TABLA 45: COSTES SOFTWARE.....	51
TABLA 46: COSTES OTROS .....	51
TABLA 47: COSTES TOTALES.....	51
TABLA 48: COSTES PRECIO FINAL.....	52



# 1. INTRODUCCIÓN

Los videojuegos, al igual que los juegos convencionales, tienen intrínsecamente un componente recreativo o lúdico. Este aspecto y el avance de las tecnologías destinadas al entretenimiento, como son las consolas y sus periféricos, hacen que cada vez más personas de todas las edades destinen parte de su tiempo a videojuegos como forma de ocio.

El hecho de que los videojuegos sean un medio interactivo da lugar a la aparición de dos subconjuntos que se tratarán en el proyecto:

**Videojuegos serios:** juegos cuyo propósito principal no es el entretenimiento. Estos juegos están destinados a industrias como: defensa, exploración científica, sanidad, emergencias y la que nos interesa, educación.

**Videojuegos activos:** juegos que permiten la interacción de los jugadores y sus movimientos con el contenido digital que aparece en pantalla.

En este proyecto se desarrolla un videojuego serio porque está diseñado para un propósito educativo y es activo, dado que utiliza como periférico un dispositivo *Kinect* que capta los movimientos del jugador y los sincroniza con el avatar que aparece en pantalla (unas manos).

A diferencia de otros medios como videos y libros educativos, los videojuegos requieren de acciones del jugador para avanzar, lo que focaliza la atención de los mismos y favorece la capacidad retentiva.

## 1.1. Teoría de las Inteligencias Múltiples

En muchos casos, la motivación de los niños por aprender es alarmantemente baja, esto se puede explicar con *La Teoría de las Inteligencias Múltiples* que fue ideada por el psicólogo estadounidense Howard Gardner [1] como contrapeso al paradigma de una inteligencia única.

Según esta teoría, existen ocho tipos de inteligencia: lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal y cinestésica, intrapersonal, interpersonal y, por último, la naturalista. Gardner afirma que todas las personas poseen estas ocho inteligencias, aunque en cada individuo destacan más unas que las otras.

La educación que se enseña en las aulas se enfoca en evaluar los dos primeros tipos de inteligencia: lingüística y lógico-matemática. Por este motivo, las personas que destacan menos en estos tipos de inteligencia están en desventaja en un sistema educativo que no les ayuda, pudiendo ver frustrados sus intentos de aprender.

La mayoría de los educadores no cuentan con muchas herramientas a su alcance para paliar este problema y tienen en su contra el uso de videojuegos por parte de los alumnos a edades cada vez más tempranas, lo que hace que los medios convencionales

de enseñanza tengan que competir con otras actividades mucho más atractivas para los niños.

## **1.2. Objetivo**

El objetivo del trabajo, es por tanto, la creación de una herramienta de enseñanza que ayude a los educadores a enseñar a los niños las tablas de multiplicar, controlada mediante movimientos del jugador.

Adicionalmente, como objetivo secundario, se promoverán las energías limpias, dando fondo al juego con paisajes de centrales energéticas renovables (hidráulica, solar, eólica y geotérmica).

Esta idea, además de motivar a todos los alumnos en general por su carácter lúdico, dará ventaja en el estudio a los niños que tengan más desarrolladas las inteligencias cinestésicas, visual-espacial y en menor medida, la natural. Consecuentemente, no solo premiará la lógico-matemática.

## **1.3. Antecedentes**

Actualmente, ya existen videojuegos educativos que abarcan muchas áreas de conocimiento para diferentes plataformas, orientadas a un público de diversa edad, pero los más destacados son de carácter comercial.

El uso de videojuegos educativos activos es más reducido. El mejor videojuego de este tipo encontrado hasta la fecha ha sido *Jumpido*, un juego desarrollado por una empresa búlgara con 60 juegos para niños de entre 6 y 12 años.

Otros estudiantes han hecho videojuegos para niños en la propia UC3M como trabajo de fin de grado, pero si hay uno que ha servido como inspiración y punto de partida por ser un videojuego serio, activo, con Unity, *Kinect* y librerías de Vitruvius, ha sido el de José Ignacio de Torres Brox, que ha tenido el mismo tutor y tenía como objetivo, no diseñar un videojuego final, sino una base en la que apoyarse para ello.

Este trabajo se podría considerar una ampliación del mencionado proyecto, añadiendo una interfaz más elaborada, varios niveles, mayor complejidad y la incorporación de detección de gestos.

## **1.4. Estructura del documento**

Para terminar este primer capítulo introductorio, se detalla la estructura del resto de la memoria. El segundo capítulo trata del estado del arte en el que se expone inicialmente la historia de los videojuegos enfocándose en el hardware. Tras esto, se especifican las herramientas más utilizadas, las ventajas y desventajas de los videojuegos, así como un tema muy actual que es la gamificación y los elementos que hacen a un videojuego inmersivo. Para terminar, se habla de la parte de educación en la que se enmarca el proyecto y algunos ejemplos en los que ya se ha demostrado la inserción de la tecnología utilizada en colegios reales.

En el tercer capítulo, que aborda el análisis del sistema, se describen los usuarios finales, los casos de uso y los requisitos que definen el comportamiento del sistema.

En el cuarto capítulo explica el diseño y justificación de la solución detallando las decisiones tomadas durante el diseño y las pruebas realizadas.

En el quinto capítulo, marco regulador, se analizan las leyes aplicables, así como la propiedad intelectual y la responsabilidad ética.

En el sexto capítulo, planificación del proyecto, se explican las fases del proyecto y su planificación.

En el séptimo capítulo recoge los costes del proyecto y su impacto social estimado.

En el octavo capítulo, se exponen las conclusiones a las que se llega tras terminar el proyecto y se plantean posibles trabajos futuros.

En el noveno capítulo, se presenta el resumen del proyecto en inglés.

Por último, se incluyen la bibliografía sobre la que se apoya el trabajo y un glosario con términos y abreviaturas.

## 2. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se revisarán y comentarán los estados, de los dos temas involucrados en el proyecto, los videojuegos y la educación.

Inicialmente, se comentará la historia de los videojuegos, así como la evolución de sus controladores. Una vez presentada la historia se detallará el hardware y software utilizado en dichos casos, así como los que actualmente se encuentran involucrados en el desarrollo de ambos.

Seguidamente, se realizará un breve repaso por la historia de la educación, sus características principales y su relación con la tecnología en la actualidad.

De este modo, se pretende dar una visión inicial, generalista, tanto de la historia de ambos factores, como de la situación actual de los videojuegos y de la tecnología aplicadas a la educación.

### 2.1. Historia

Para hablar de los videojuegos y controladores actuales conviene hacer un repaso de la historia de éstos. Para ello, presentaremos los videojuegos más reseñables y que han ido marcando ciertos hitos a lo largo del desarrollo de software destinados a videojuegos.

El primer videojuego comercial nació en 1971, y se manejaba con unos joysticks en una máquina recreativa (se controlaba una nave espacial que disparaba a naves enemigas). Inicialmente, solo se fabricó una única unidad, aunque más adelante, el juego fue incluido en varias consolas permitiendo las partidas de un jugador contra otro. La unidad fue restaurada en 1997 y expuesta en el museo histórico de los ordenadores. Las máquinas recreativas tuvieron mucha popularidad entre los 70s y principios de los 80s.  
[2]



Fig. 1: Galaxy game [2]

En 1972 llegó a América la primera consola a los hogares con la *Magnavox Odyssey* y su juego más famoso llamado *Pong*. Se puede considerar como el pistoletazo de salida para el diseño y desarrollo de las máquinas recreativas, puesto que gracias al gran éxito de *Pong*, todos los fabricantes se lanzaron a fabricar sus propias máquinas.



Fig. 2: Magnavox Odyssey y juego Pong [3]

La primera generación de consolas incluía las máquinas anteriores, las cuales se manejaban mediante botones, *joystick* o mandos. Sin embargo, hasta la segunda generación no llegaron los videojuegos activos, aquellos en los que se capta el movimiento y gestos del jugador y se interpretan por la máquina.

El primero de estos juegos se vendió para la *Atari 2600* en 1987 con una plataforma de presión como periférico y en ese mismo año *Nintendo* hizo lo mismo para su *NES*. El periférico, llamado *PowerPad*, lo lanzó originalmente la compañía de videojuegos *Bandai* y su funcionamiento, era muy simple, el accesorio se encontraba colocado frente a la pantalla, conectado al segundo puerto del *NES* con botones grandes para poder ser pisados por los usuarios.

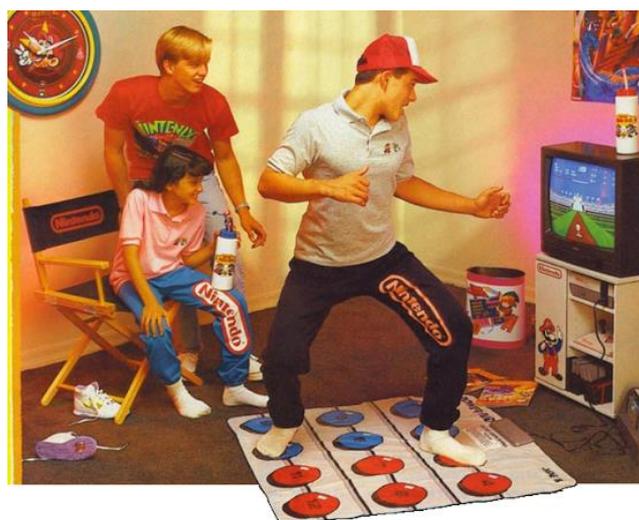


Fig. 3: Nintendo NES power pad [4]

Los juegos activos han estado en un segundo plano pero continuando su desarrollo. En la sexta generación de consolas salió para la *PlayStation 2* en 2003 el *EyeToy*, una cámara digital a color que reconocía gestos.



Fig. 4: EyeToy [5]

En 2006 con la séptima generación de consolas, Nintendo lanzó la consola *Wii* junto con con *Wiimote*, un mando inalámbrico cuyas características más destacables son la capacidad de detección de movimiento en el espacio y la habilidad de apuntar hacia objetos en la pantalla. En 2008 también apareció para esta misma consola la *Wii Balance Board*, una tabla capaz de calcular la presión ejercida sobre ella.



Fig. 5: Wii balance board [6]

También, en la séptima generación de consolas, *Microsoft* comercializó la consola *Xbox 360* y el dispositivo que se detallará más adelante, el sistema *Kinect*.



Fig. 6: Xbox 360 y Kinect [6]

La octava generación ha aportado mejoras sobre los anteriores sistemas, pero no aparecieron grandes novedades. Windows desarrollo el *kinect 2.0*, *Nintendo* avanzó añadiendo un dispositivo más preciso, el *wimotionplus* y *Sony* comercializó la *PlayStation camera* y la *PlayStation VR*, unas gafas de realidad virtual y un nuevo mando para la realidad virtual, el *PlayStation move*.



Fig. 7: PlayStation VR, PlayStation camera y PlayStation move [7]

## 2.2. Herramientas utilizadas

Tras este breve repaso a la historia de las consolas y controladores se detallarán las herramientas que se utilizan en el desarrollo del proyecto, tanto software (*Unity* y *Vitruvius*) como hardware (*Kinect*).

### 2.2.1. Unity

*Unity* es un motor de videojuego multiplataforma para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos, creado por *Unity Technologies* y diseñado inicialmente para equipos Mac en 2005.

Con el motor *Unity* se pueden crear juegos para múltiples plataformas a partir de un único desarrollo, incluyendo (PlayStation, Xbox y Wii), escritorio (Linux, PC y Mac), navegador, móviles y tablets (*iOS*, *Android*, *Windows Phone* y *BlackBerry*).

Una de las ventajas de *Unity* es que puede usarse de manera gratuita si no alcanza un umbral de beneficios que para el paquete personal es de 100.000\$ anuales.

The image displays three pricing tiers for Unity, each in a separate vertical panel. The 'Plus' tier is for enthusiasts, priced at approximately \$25 per month (or \$35 with a 1-year prepayment). The 'Pro' tier is for teams and freelancers, priced at \$125 per month, and is marked as 'El mejor precio'. The 'Personal' tier is for beginners, available for free if annual revenue or self-funding does not exceed \$100,000. Each tier includes a 'Suscribirse' button and a 'Prueba Personal' button for the Personal tier.

Tier	Target Audience	Price	Key Features
Plus	PARA AFICIONADOS	~25 \$ por mes con 1 año prepagado 0 35 \$ con pago mensual	Para aficionados que quieran acelerar su aprendizaje y desarrollo
Pro	PARA EQUIPOS Y FREELANCERS	125 \$ por mes	Incluye acceso prioritario a especialistas de Unity, Success Advisor y servicio al cliente
Personal	PARA PRINCIPIANTES	Disponible para usar si tus ingresos o fondos (recaudados o autofinanciados) no superan los \$100 000 por año.	Prueba Personal

Fig. 8: Precios de Unity [8]

*Unity* tiene compatibilidad con multitud de programas como: *Blender*, *3ds Max*, *Maya*, *Softimage*, *Modo*, *ZBrush*, *Cinema 4D*, *Cheetah3D*, *Adobe Photoshop*, *Adobe Fireworks* y *Allegorithmic Substance*. Uno de los beneficios de este motor es que cuando se importan objetos (*assets*) a *Unity* y se hacen cambios en ellos, se actualizan automáticamente en todas las instancias del proyecto sin necesidad de reimportar manualmente.

Un *asset* es una representación de cualquier objeto que puede ser usado en el proyecto. Los *assets* podrían crearse con otros programas como los mencionados anteriormente, por ejemplo, un modelo 3D, un archivo de audio, una imagen, o cualquiera de los otros tipos de archivos que *Unity* soporta. Existen otros tipos de *assets* que pueden ser creados con *Unity* como controladores de animación, mezcladores de audio o renderizadores de textura [9].

### 2.2.2. Kinect

Para el proyecto se utiliza un dispositivo *Kinect v2.0* que cuenta con una cámara RGB, un sensor de profundidad, un micrófono *multi-array* y un procesador personalizado que ejecuta el *software* patentado. Además, proporciona captura de movimiento de todo el cuerpo en 3D, reconocimiento facial y capacidades de reconocimiento de voz [10].

A principios del 2011, *Microsoft* permitió el uso de *Kinect* en ordenadores, junto con el SDK o Kit de Desarrollo de *Software*, y bajo el sistema operativo *Windows*.

### 2.2.3. Vitruvius

*Vitruvius* es un conjunto de herramientas, utilidades, controles y extensiones que simplifica el desarrollo de *Kinect*[11].

Contiene dos librerías *lightbuzz.vitruvius.dll*, *windows.kinect.dll* y varias escenas de ejemplo.

### **2.3. Videojuegos, ventajas e inconvenientes**

El debate sobre la utilidad de los videojuegos está presente en nuestra sociedad. Por un lado, hay quien lo considera una pérdida de tiempo o incluso, un peligro. Muchas veces se les ha culpado de influir agresivamente en sus jugadores. Por otro lado, los juegos están presentes en la vida cotidiana y resultan útiles a nivel ficticio, contando historias con gráficos, narraciones y música. Asimismo, la mayoría de los juegos son ventajosos a nivel educativo, incluidos los que no tienen un objetivo didáctico como premisa. [12]

#### **2.3.1. Inconvenientes de los videojuegos**

##### **Adicción**

Los videojuegos son una manera muy accesible y satisfactoria para evadirse, esto hace que uno de los principales problemas sea la adicción.

La mejor manera de solucionar este problema es controlar los tiempos. El tiempo de uso que se recomienda para los niños es de 1 hora entre semana, pudiendo ser 2 horas los fines de semana. En el caso de menores de 10 años, siempre media hora como mucho. En cualquiera de los casos, siempre debe ser como premio y después de haber acabado las tareas. Este tiempo de videojuegos no debe tener como alternativas la televisión o series que también deben estar racionadas. El resto del tiempo los niños deben aprender a entretenerse con juegos no electrónicos.[13]

##### **Déficit de atención**

Los expertos consideran que el entrenamiento de los jóvenes con los videojuegos permite elevar la capacidad de ejecutar varias tareas simultáneamente, aunque la consecuencia paralela sea un progresivo déficit de atención.

Según estudios publicados por el Ministerio de Sanidad, son más de un millón los jóvenes españoles entre 10 y 24 años que padecen trastornos por su adicción a los productos de la tecnología[14] [15].

##### **Conductas agresivas**

La mayoría de los estudios sobre conductas agresivas se basan en la teoría del aprendizaje social (Bandura, 1969) y la teoría cognitiva social (Bandura, 1986).

Bandura fue un psicólogo canadiense, profesor de la universidad de Stanford, que se centró en estudios de tendencia conductual-cognitiva. [16]Uno de sus experimentos destacados fue el del muñeco Bobo, en el que unos adultos pegaban a un muñeco y eran recompensados o reprendidos y se estudiaban las interacciones de los niños con el muñeco tras ver esto.[17]



Fig. 9: Experimento del muñeco bobo [17]

Desde estos estudios, se argumenta, entre otras cosas, que la exposición frecuente a juegos electrónicos puede ejercer una sutil influencia negativa a largo plazo, disminuyendo la empatía, desinhibiendo las respuestas agresivas y fortaleciendo la percepción general de que el mundo es un lugar peligroso.

Estos 3 puntos son los principales factores negativos. No obstante, también hay derivados de éstos como un peor rendimiento escolar o un mayor aislamiento social al dedicar mucho tiempo a los videojuegos.

Estos problemas pueden ser fácilmente tratados si los adultos toman medidas como racionar el tiempo de juego, ofrecer alternativas de entretenimiento sin medios electrónicos y controlar los tipos de juegos a los que tienen acceso los menores.

Vigilar el acceso a videojuegos es fácil, ya que existen varias categorías de videojuegos y símbolos que indican el contenido [18]:

- PEGI 3: Estos son los videojuegos recomendados para niños de 3 años, los cuales no pueden incluir escenas de violencia, sexo y ningún contenido que haga referencia a drogas, discriminación, etc.
- PEGI 7: Recomendados a partir de 7 años, los juegos pueden incluir escenas moderadas de violencia y otras, que pueden generar miedo. Sin embargo, siempre deben advertir de ello mediante los símbolos pertinentes: un puño, en el caso de escenas de violencia y una araña, en el caso de escenas de miedo.
- PEGI 12: Los niños mayores de 12 años podrán encontrar escenas violentas más cercanas a la realidad y lenguaje más soez, aunque nunca debe llegar a la palabrota. También pueden aparecer semidesnudos.
- PEGI 16: La penúltima etiqueta es para jóvenes mayores de 16 años. Estos videojuegos pueden incluir violencia explícita, escenas de sexo, discriminación y referencia a temas como la droga.

- PEGI 18: Estos juegos tienen un contenido para adultos. Los juegos incluyen cualquier tipo de escenas, por ejemplo, algunas muy violentas o con representaciones que pueden ser consideradas repugnantes u obscenas para parte de los espectadores.



Fig. 10: Símbolos de advertencia en videojuegos [19]

### 2.3.2. Ventajas de los videojuegos

Además de ser una herramienta de entretenimiento y ocio, los videojuegos tienen varias características beneficiosas y usos médicos.

#### Mejoran la atención visual

Según un estudio llevado a cabo por científicos del *Basque Center on Cognition, Brain and Language* (BCBL) y la Universidad de Grenoble Alpes (Francia), determinados juegos de acción mejoran la capacidad de focalizar la atención lo que ayudaría a mejorar la capacidad lectora. [20]

Estudios previos también sugieren que los videojuegos podrían ayudar a combatir la dislexia. [20]

Científicos de la Universidad de California en Berkeley han comprobado que los videojuegos ayudan a los adultos jóvenes con ojo vago a aumentar su agudeza visual un 30% de media.[21]

#### Aplicaciones médicas

Varios estudios apoyan la idea de que los videojuegos reducen el dolor. Al focalizarse en ellos, se deja de prestar atención a la sensación de dolor y ésta se reduce.

Este efecto se ha probado con éxito en niños sometidos a quimioterapia, que como resultado de jugar a videojuegos han sufrido menos náuseas y han necesitado menos analgésicos. [21]

También, son útiles para apoyar a los fisioterapeutas, ya que los videojuegos usados apropiadamente pueden ayudar a recuperar la movilidad tras una fractura, a mejorar la coordinación, los reflejos y el equilibrio. [21]

Incluso, son útiles para reducir el síndrome postraumático. En un experimento con personas que habían sufrido un accidente de tráfico, los que jugaron a un videojuego de colocar bloques durante 20 minutos tuvieron un 62% menos de *flashbacks* traumáticos del momento del accidente que los que leyeron, hicieron crucigramas o enviaron mensajes de texto. [21]

### **Mejora de habilidades**

Los jugadores de videojuegos de acción toman decisiones precisas con mayor rapidez, en concreto hasta un 25% más rápido. En general, mejoran la memoria, la concentración y la capacidad de hacer varias tareas a la vez.[20]

Algunos juegos obligan al usuario a hacer actividad física, por lo que son como un entrenamiento deportivo [21]. Asimismo, estimulan el desarrollo de la creatividad y según un estudio alemán, jugar 30 minutos al día aumenta la materia gris del hipocampo derecho y el cerebelo, áreas encargadas de estimular la memoria y planificación.[21]

En contraposición a esta afirmación, otros autores sostienen que los videojuegos lejos de aumentar la materia gris, pueden disminuirla, dependiendo del tipo de estrategia seguida por el jugador.[22]

Los juegos de disparos en primera persona reducen la materia gris dentro del hipocampo en los participantes que utilizan estrategias de memoria no espacial. Por el contrario, los jugadores que emplean estrategias espaciales dependientes del hipocampo mostraron un aumento de la materia gris en éste después del entrenamiento.

Un grupo de control que se entrenó en juegos de plataforma 3D mostró un crecimiento en el hipocampo o en la corteza entorrinal (que controla un gran número de funciones cognitivas) funcionalmente conectada.[22]

### **2.4. Gamificación**

La gamificación consiste en el uso de técnicas o mecanismos aplicados en un juego con el objetivo de potenciar la motivación, activar a los usuarios en el aprendizaje, evaluar a los usuarios, conseguir metas y hacer el videojuego más atractivo.[23]

Algunas de las técnicas más utilizadas de gamificación son:

**Logros:** obtener logros como medallas por realizar tareas.

**Misiones:** las misiones pueden ser únicas, diarias o semanales y establecen un objetivo. Si son diarias, se recomienda que sean pocas y si son semanales, las misiones pueden aumentar en número para dejar al jugador decidir cuándo hacerlas. [23]

**Recompensas:** ya sea por completar misiones, por conectarse diariamente o por usar algún tipo de objeto en el videojuego, las recompensas son un gran incentivo para los jugadores.

**Ranking y clasificaciones:** tener una o varias tablas clasificatorias para diferentes desafíos motiva a los jugadores, en especial a los más competitivos.

**Desbloqueo de niveles:** los niveles o escenarios que se desbloquean progresivamente aumentan el interés por completar los niveles anteriores.



Clasificación del torneo			
1.	Omar Nova I Yuca	38	Gold Medal
2.	Hazard™ Paçieñciã	38	Gold Medal
3.	Uchiha Bakker The akatsuki	37	Silver Medal
4.	thegod_rf	37	Silver Medal
5.	DiegoB Paçieñciã	36	Gold Medal
	Venom	25	Gold Medal

Fig. 11:Tabla clasificatoria [24]

Algunos videojuegos tienen, al empezar o al acabar, la opción de elegir la dificultad. Para que sea interesante volver a jugar un juego, los desarrolladores suelen aumentar el daño y vida de los enemigos, bajar los tiempos mínimos en las fases contrarreloj o cambiar de ubicación los objetivos que haya que encontrar.[25]

## 2.5. Elementos que hacen un videojuego atractivo

Los componentes que hacen a un videojuego atractivo están relacionados con la gamificación y son los tres siguientes:[26]

### 2.5.1. La inmersión

La inmersión se define como *“un proceso psicológico que se produce cuando la persona deja de percibir de forma clara su medio natural al concentrar toda su atención en un objeto, narración, imagen o idea que le sumerge en un medio artificial”* (Turkle, 1997).

La inmersión tiene tres factores:

La voluntad de creer que es real lo que se está jugando.

La empatía de sentirse identificado con el avatar.

La familiaridad con el medio, saber usar las consolas, ordenadores, móviles, etc.

### 2.5.2. El logro

Como se menciona en el apartado de gamificación, la mayoría de los juegos tienen logros que liberan una pequeña dosis de dopamina que provoca un estado de euforia momentánea. [26]

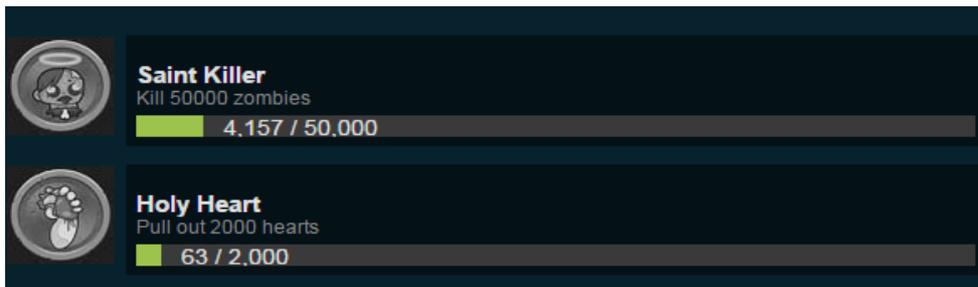


Fig. 12: Logros [27]

### 2.5.3. El componente social

Otro factor que apoya la inmersión es poder jugar con otras personas, entablar amistad o competir con personas a las que no se conoce. Estas relaciones sustituyen a las reales y según un estudio, provoca que los niños de entre 10 y 15 años que han jugado más de tres horas al día sientan posteriormente, menos satisfacción con su vida, tengan menos empatía, más problemas para gestionar sus emociones y más problemas para relacionarse en la vida real.

## 2.6. Educación

Este proyecto consiste en el desarrollo de una herramienta educativa, más específicamente de matemáticas para niños de primaria.

Según el BOCM [28]:

*“Las matemáticas tienen carácter instrumental. Es decir, son la base fundamental para la adquisición de nuevos conocimientos en otras disciplinas y, especialmente, en el proceso científico y tecnológico. En la resolución de un problema se requieren y se utilizan muchas de las capacidades básicas: leer, reflexionar, planificar el proceso de resolución, establecer estrategias y procedimientos y revisarlos, modificar el plan si es necesario, comprobar si es correcta la solución hallada y comunicar los resultados. La práctica de las matemáticas desarrolla en el niño el gusto por la investigación, el razonamiento, el rigor y la precisión; desarrolla su imaginación y capacidad de abstracción; le enseña a razonar y a aplicar el razonamiento matemático a la resolución de problemas cotidianos.”*

En el BOCM se indican los contenidos por materias que los niños deben alcanzar en cada curso en la Comunidad de Madrid. En el caso de la asignatura de matemáticas, en especial de las multiplicaciones, que es en lo que se centrará el juego, se empieza en el primer curso de primaria memorizando las 5 primeras tablas de multiplicar. En segundo curso, las 10 primeras tablas y en tercero y cuarto ya se aprende a multiplicar con otros números. Por este motivo, este juego está recomendado como herramienta complementaria a la enseñanza de multiplicaciones en segundo y tercero de Educación Primaria. [28]

Para enseñar las tablas de multiplicar a los niños, los profesores suelen proporcionar a los alumnos unas hojas con las diferentes tablas y les piden que las aprendan en casa. Además, algunos profesores hacen dinámicas, por ejemplo: se hacen grupos variables en niños dependiendo de la tabla que quieran aprender. De este modo, si se desea aprender la tabla del tres, se harán grupos de tres alumnos y se les pedirá que saquen un dedo, dos dedos y así sucesivamente, de manera que contando el número total de dedos de los compañeros, van aprendiendo la tabla de multiplicar.

$1 \times 1 = 1$ $1 \times 2 = 2$ $1 \times 3 = 3$ $1 \times 4 = 4$ $1 \times 5 = 5$ $1 \times 6 = 6$ $1 \times 7 = 7$ $1 \times 8 = 8$ $1 \times 9 = 9$ $1 \times 10 = 10$	$2 \times 1 = 2$ $2 \times 2 = 4$ $2 \times 3 = 6$ $2 \times 4 = 8$ $2 \times 5 = 10$ $2 \times 6 = 12$ $2 \times 7 = 14$ $2 \times 8 = 16$ $2 \times 9 = 18$ $2 \times 10 = 20$	$3 \times 1 = 3$ $3 \times 2 = 6$ $3 \times 3 = 9$ $3 \times 4 = 12$ $3 \times 5 = 15$ $3 \times 6 = 18$ $3 \times 7 = 21$ $3 \times 8 = 24$ $3 \times 9 = 27$ $3 \times 10 = 30$	$4 \times 1 = 4$ $4 \times 2 = 8$ $4 \times 3 = 12$ $4 \times 4 = 16$ $4 \times 5 = 20$ $4 \times 6 = 24$ $4 \times 7 = 28$ $4 \times 8 = 32$ $4 \times 9 = 36$ $4 \times 10 = 40$	$5 \times 1 = 5$ $5 \times 2 = 10$ $5 \times 3 = 15$ $5 \times 4 = 20$ $5 \times 5 = 25$ $5 \times 6 = 30$ $5 \times 7 = 35$ $5 \times 8 = 40$ $5 \times 9 = 45$ $5 \times 10 = 50$
$6 \times 1 = 6$ $6 \times 2 = 12$ $6 \times 3 = 18$ $6 \times 4 = 24$ $6 \times 5 = 30$ $6 \times 6 = 36$ $6 \times 7 = 42$ $6 \times 8 = 48$ $6 \times 9 = 54$ $6 \times 10 = 60$	$7 \times 1 = 7$ $7 \times 2 = 14$ $7 \times 3 = 21$ $7 \times 4 = 28$ $7 \times 5 = 35$ $7 \times 6 = 42$ $7 \times 7 = 49$ $7 \times 8 = 56$ $7 \times 9 = 63$ $7 \times 10 = 70$	$8 \times 1 = 8$ $8 \times 2 = 16$ $8 \times 3 = 24$ $8 \times 4 = 32$ $8 \times 5 = 40$ $8 \times 6 = 48$ $8 \times 7 = 56$ $8 \times 8 = 64$ $8 \times 9 = 72$ $8 \times 10 = 80$	$9 \times 1 = 9$ $9 \times 2 = 18$ $9 \times 3 = 27$ $9 \times 4 = 36$ $9 \times 5 = 45$ $9 \times 6 = 54$ $9 \times 7 = 63$ $9 \times 8 = 72$ $9 \times 9 = 81$ $9 \times 10 = 90$	$10 \times 1 = 10$ $10 \times 2 = 20$ $10 \times 3 = 30$ $10 \times 4 = 40$ $10 \times 5 = 50$ $10 \times 6 = 60$ $10 \times 7 = 70$ $10 \times 8 = 80$ $10 \times 9 = 90$ $10 \times 10 = 100$

© Grupo Gesfomedia S.L. 

Fig. 13: Tablas de multiplicar [29]

## 2.7. Kinect en las aulas

El uso de *Kinect* en las aulas ya se ha probado con resultados satisfactorios. El profesor valenciano, Vicent Gadea, desarrolló el proyecto “*Kinect & Physical Education*” que perseguía el objetivo de alejar la idea de que los videojuegos son algo sedentario y en el que la persona solo tiene que mover las manos. [30]

El profesor usó la competición como herramienta educativa. Desde el departamento de educación física, hicieron un campeonato por parejas en cada trimestre en el que se emplearon tres juegos con *Kinect* de la consola Xbox aprovechando las pizarras digitales de las aulas.



Fig. 14: Alumnos haciendo educación física con *Kinect*[30]

Relacionado con las matemáticas, ya se usa en más de 300 colegios el juego *Jumpido* que combina juegos, matemáticas y *Kinect* en juegos individuales, cooperativos o competitivos para que los niños se lo pasen bien aprendiendo.[31]



Fig. 15: Juego Jumpido [31]

### 3. ANÁLISIS DEL SISTEMA

En este apartado, tomando como referencia el estado de arte, se detalla el sistema propuesto. Igualmente, se analizan los usuarios finales así como los casos de uso y se exponen los requisitos. Por último, se exponen otras soluciones posibles.

#### 3.1. Usuario final

El usuario final de este sistema será principalmente un perfil de educador (profesores o padres) y otro perfil de alumno. Adicionalmente, podrá usar el sistema cualquier persona que sea capaz de interactuar con un videojuego activo y conozca los números arábigos modernos.

#### 3.2. Casos de uso

Los casos de uso son las posibles acciones o actividades que pueden darse entre un actor/usuario y un sistema. En este caso, el actor es un solo jugador.

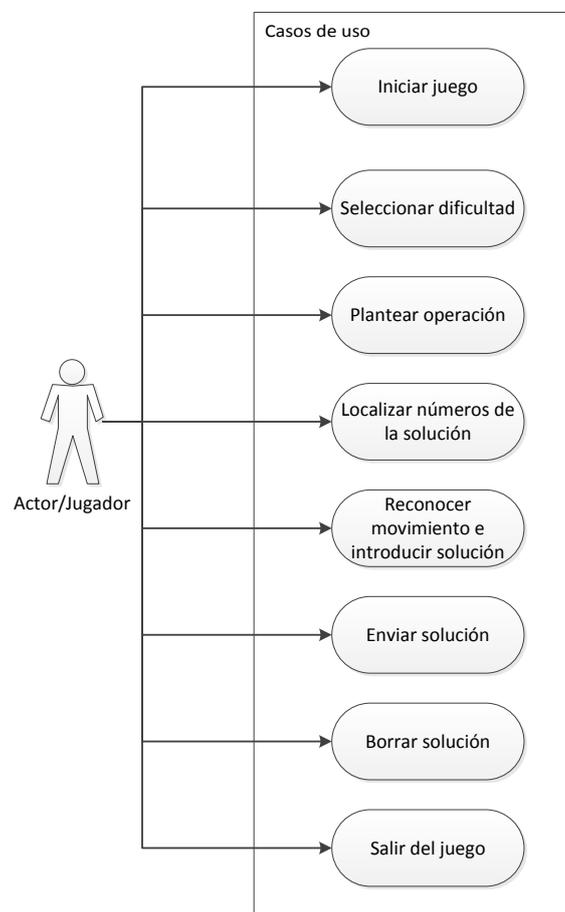


Fig. 16: Esquema de casos de uso

Al comenzar el juego hay un menú con 4 opciones con dificultad progresiva en las tres primeras y en la cuarta, un método de juego diferente. En todos los casos, el objetivo es resolver multiplicaciones de las 10 primeras tablas de multiplicar y el juego acaba al responder un número predefinido de operaciones correctamente.

La dificultad de los diferentes niveles reside en la posición de las teclas para introducir los resultados, siendo en el nivel básico estáticas y en los 2 siguientes niveles, dinámicas. En el caso del nivel 4, las teclas numéricas las mueve el jugador a voluntad, arrastrándolas con las manos haciendo el gesto de cerrar el puño. A continuación, se muestra la plantilla para identificar los casos de uso:

TABLA 1: PLANTILLA CASOS DE USO

CU-XX	
<b>Título</b>	Identifica el caso de uso de manera más clara que el identificador.
<b>Descripción</b>	Descripción del caso de uso.
<b>Precondiciones</b>	Condiciones anteriores a la acción.
<b>Postcondición</b>	Condiciones posteriores a la acción.

Casos de uso para los 3 primeros niveles:

TABLA 2: CASO DE USO CU-01

CU-01	
<b>Título</b>	Selección de dificultad.
<b>Descripción</b>	Elección entre las dificultades/ niveles disponibles.
<b>Precondiciones</b>	Iniciar el programa o salir durante la partida.
<b>Postcondición</b>	Entrar en escena/nivel seleccionado.

TABLA 3: CASO DE USO CU-02

CU-02	
<b>Título</b>	Interfaz de juego.
<b>Descripción</b>	Se muestra una operación, una barra de progreso, teclas del 0 al 9 y de control.
<b>Precondición</b>	Seleccionar dificultad.
<b>Postcondición</b>	Interactuar con el juego.

TABLA 4: CASO DE USO CU-03

CU-03	
<b>Título</b>	Tecla numérica.
<b>Descripción</b>	Se pulsan teclas de números mediante movimiento hasta guardar 2 dígitos como mucho.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	Botón de borrar, validar o salir.

TABLA 5: CASO DE USO CU-04

CU-04	
<b>Título</b>	Tecla borrar.
<b>Descripción</b>	Se pulsa la tecla de borrar.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	El número guardado como solución propuesta se borra.

TABLA 6: CASO DE USO CU-05

CU-05	
<b>Título</b>	Tecla validar.
<b>Descripción</b>	Se pulsa la tecla de validar.
<b>Precondición</b>	Escrito un número como solución propuesta.
<b>Postcondición</b>	Si el número es correcto, aumenta la barra de progreso y se genera una nueva operación, si no lo es, borra el número propuesto y continúa con la misma operación. Si es el último acierto, se acaba la partida.

TABLA 7: CASO DE USO CU-06

CU-06	
<b>Título</b>	Tecla salir.
<b>Descripción</b>	Se pulsa la tecla de salir.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	Se vuelve al menú de selección de dificultad.

TABLA 8: CASO DE USO CU-07

CU-07	
<b>Título</b>	Pulsar tecla con movimiento.
<b>Descripción</b>	Se pulsa una tecla moviendo las manos.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	La tecla realiza la acción descrita para su caso y emite un sonido.

Casos de uso para el nivel 4:

TABLA 9: CASO DE USO CU-08

CU-08	
<b>Título</b>	Tecla numérica.
<b>Descripción</b>	Las teclas numéricas se mueven cerrando la mano sobre ellas y manteniéndola cerrada para arrastrarlas.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	Tecla cambiada de posición y solución propuesta en caso de posicionar la tecla en el área de solución.

TABLA 10: CASO DE USO CU-09

CU-09	
<b>Título</b>	Tecla borrar/rehacer.
<b>Descripción</b>	Se mantiene la mano sobre la tecla borrar.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	Los números se colocan dónde estaban inicialmente, lo que provoca que se borre la solución propuesta si la había y produce un sonido.

TABLA 11: CASO DE USO CU-10

CU-10	
<b>Título</b>	Tecla validar.
<b>Descripción</b>	Se mantiene la mano sobre la tecla validar.
<b>Precondición</b>	Escrito un número como solución propuesta.
<b>Postcondición</b>	Si el número es correcto, aumenta la barra de progreso y se genera una nueva operación y si no lo es, borra el número propuesto y continúa con la misma operación. Si es el último acierto, se acaba la partida.

TABLA 12: CASO DE USO CU-11

CU-11	
<b>Título</b>	Tecla salir.
<b>Descripción</b>	Se mantiene la mano sobre la tecla salir.
<b>Precondición</b>	Interfaz de juego.
<b>Postcondición</b>	Se vuelve al menú de selección de dificultad.

### 3.3. Requisitos

Los requisitos representan las necesidades documentadas del sistema y se dividen en funcionales y no funcionales.

Los funcionales identifican los servicios que ofrecerá el sistema, a veces pueden definir lo que no hará explícitamente.

Los no funcionales no representan directamente las funciones específicas, si no que se refieren a las capacidades del sistema.

Muchas veces los requisitos son la herramienta más fiable con la que un desarrollador cuenta para realizar un sistema, por lo que su claridad es muy importante para no dar lugar a diferencias con lo que el cliente desea.

Los requisitos pueden sufrir modificaciones a lo largo del proyecto por las partes implicadas.

En el caso que nos ocupa, las partes implicadas son el tutor que hace un papel parecido al del cliente y es la máxima jerarquía de especificación y el alumno, que también tiene parte del rol de cliente por la libertad de creación del sistema.

La estructura de los requisitos será la siguiente:

**Identificador:** RF-XX (Requisito funcional y número) /RNF-XX (Requisito no funcional y número)

**Nombre:** título o breve descripción del requisito.

**Fuente:** parte implicada que propone el requisito, puede ser el tutor o el alumno.

**Necesidad:** alude al grado de necesidad del requisito, puede ser imprescindible u opcional.

**Descripción:** explicación detallada del requisito.

A continuación, se muestra la plantilla de ambos tipos de requisitos.

TABLA 13:PLANTILLA DE REQUISITOS

RF-XX / RNF-XX	
<b>Nombre</b>	Identifica el caso de uso de manera más clara que el identificador.
<b>Fuente</b>	Alumno/profesor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible/opcional.
<b>Descripción</b>	Descripción del requisito.

### 3.3.1. Requisitos funcionales

TABLA 14: REQUISITO FUNCIONAL RF-01

RF-01	
<b>Nombre</b>	Menú de inicio.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego tendrá un menú de inicio con tres opciones que redirijan a 3 escenas diferentes.

TABLA 15: REQUISITO FUNCIONAL RF-02

RF-02	
<b>Nombre</b>	Teclas números 0-9.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego tendrá 9 teclas seleccionables moviendo las manos y emitirán un sonido cuando se toquen.

TABLA 16: REQUISITO FUNCIONAL RF-03

RF-03	
<b>Nombre</b>	Teclas salir.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego tendrá una tecla salir que permitirá volver al menú inicial.

TABLA 17: REQUISITO FUNCIONAL RF-04

RF-04	
<b>Nombre</b>	Operación.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego tendrá una operación de multiplicar con uno de los operandos, siendo uno del 0-10 y el otro 0-9 para no permitir soluciones de 3 cifras.

TABLA 18: REQUISITO FUNCIONAL RF-05

RF-05	
<b>Nombre</b>	Resultado propuesto.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego aceptará como resultado propuesto las dos primeras teclas seleccionadas, siendo la primera, las decenas y la segunda, las unidades. En caso de una sola cifra indicará las unidades.

TABLA 19: REQUISITO FUNCIONAL RF-06

RF-06	
<b>Nombre</b>	Tecla borrar.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Existe una tecla que borra la solución propuesta completamente y permite volver a escribir.

TABLA 20: REQUISITO FUNCIONAL RF-07

RF-07	
<b>Nombre</b>	Tecla validar.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Existe una tecla validar que comprueba si la solución propuesta coincide con la esperada. Si el usuario falla, se borra la solución propuesta y se mantiene la operación permitiendo volver a intentarlo las veces necesarias. Si el usuario acierta, se cuenta como punto, se rellena la barra de progreso y cuenta para finalizar el juego. Si el usuario acierta todas las preguntas del nivel, se produce una animación de victoria y se vuelve al menú de inicio.

TABLA 21: REQUISITO FUNCIONAL RF-08

RF-08	
<b>Nombre</b>	Animación final.
<b>Fuente</b>	Tutor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Cuando el alumno completa todas las operaciones correctamente, se destruyen los objetos de la escena y aparece una animación de victoria.

TABLA 22: REQUISITO FUNCIONAL RF-09

RF-09	
<b>Nombre</b>	Barra de progreso.
<b>Fuente</b>	Tutor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Cuando el usuario acierta una operación, la barra de progreso se rellena un porcentaje igual al número de operaciones totales necesarias.

TABLA 23: REQUISITO FUNCIONAL RF-10

RF-10	
<b>Nombre</b>	Teclas en movimiento.
<b>Fuente</b>	Tutor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego debe incluir teclas en movimiento.

TABLA 24: REQUISITO FUNCIONAL RF-11

RF-11	
<b>Nombre</b>	Sonidos.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Las teclas producirán sonidos al ser tocadas.

TABLA 25: REQUISITO FUNCIONAL RF-12

RF-12	
<b>Nombre</b>	Sonidos
<b>Fuente</b>	Alumno
<b>Necesidad</b>	Opcional
<b>Descripción</b>	Las teclas producirán sonidos diferentes al ser tocadas.

TABLA 26: REQUISITO FUNCIONAL RF-13

RF-13	
<b>Nombre</b>	Colores.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Opcional.
<b>Descripción</b>	La tecla de validar es verde; la de borrar, azul y la de salir, marrón.

TABLA 27: REQUISITO FUNCIONAL RF-14

RF-14	
<b>Nombre</b>	Fondo de juego.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Opcional.
<b>Descripción</b>	Los niveles y el menú tendrán fondos diferentes.

TABLA 28: REQUISITO FUNCIONAL RF-15

RF-15	
<b>Nombre</b>	Iconos de teclas.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Opcional.
<b>Descripción</b>	Las teclas de salir, borrar y validar tendrán símbolos representativos de la acción.

TABLA 29: REQUISITO FUNCIONAL RF-16

RF-16	
<b>Nombre</b>	Teclas arrastrables.
<b>Fuente</b>	Profesor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego contendrá teclas que se puedan arrastrar y producirán valor al colocarse en una zona.

TABLA 30: REQUISITO FUNCIONAL RF-17

RF-17	
<b>Nombre</b>	Gesto cerrar mano.
<b>Fuente</b>	Profesor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego reconocerá el gesto de cerrar la mano para agarrar y arrastrar teclas.

TABLA 31: REQUISITO FUNCIONAL RF-18

RF-18	
<b>Nombre</b>	Sostener tecla.
<b>Fuente</b>	Profesor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	La tecla de salir, rehacer y validar se pulsará manteniendo la mano durante 1 segundo sobre la tecla en el nivel 4.

### 3.3.2. Requisitos no funcionales

TABLA 32: REQUISITO FUNCIONAL RNF-01

RNF-01	
<b>Nombre</b>	Desarrollo con Unity.
<b>Fuente</b>	Tutor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego será desarrollado con Unity y se ejecutará en ordenadores con sistema operativo Windows 7 o superior.

TABLA 33: REQUISITO FUNCIONAL RNF-02

RNF-02	
<b>Nombre</b>	Kinect como controlador.
<b>Fuente</b>	Tutor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El juego debe ser un videojuego activo por lo que se usará un dispositivo Kinect como manejador por movimiento.

TABLA 34: REQUISITO FUNCIONAL RNF-03

RNF-03	
<b>Nombre</b>	Librería Vitruvius.
<b>Fuente</b>	Tutor.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Se usará la librería Vitruvius para desarrollar la parte con Kinect.

TABLA 35: REQUISITO FUNCIONAL RNF-04

RNF-04	
<b>Nombre</b>	Videojuego educativo.
<b>Fuente</b>	Tutor y alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	El videojuego debe tener un carácter educativo.

TABLA 36: REQUISITO FUNCIONAL RNF-05

RNF-05	
<b>Nombre</b>	Tablas de multiplicar.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Los problemas del juego estarán basados en las diez primeras tablas de multiplicar.

TABLA 37: REQUISITO FUNCIONAL RNF-06

RNF-06	
<b>Nombre</b>	Velocidad reconocimiento teclas.
<b>Fuente</b>	Alumno.
<b>Necesidad</b>	Imprescindible.
<b>Descripción</b>	Las teclas responderán en menos de 30ms tras ser pulsadas, esto incluye interacción de sonidos, validaciones, cambios de escenas, borrados y escrituras de números.

## **4. DISEÑO Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

En este capítulo, se describe el diseño del videojuego justificando las decisiones tomadas acorde al análisis y definición de requisitos del apartado anterior.

Para el diseño final se ha tenido en cuenta el estado del arte, sirviendo como inspiración soluciones que ya han sido demostradas como satisfactorias y aplicando el conocimiento adquirido.

### **4.1. Controlador hardware**

Para controlar el videojuego, se ha decidido que solo se use el cuerpo con el dispositivo *Kinect*. por lo tanto, no tendrá que estar pendiente de un ratón, teclado o mando.

Se estima que un jugador que juegue en una pantalla de 24 pulgadas (un monitor medio) va a estar a una distancia de 1,80 metros mínimo.

Para otras pantallas más grandes como pueden ser televisores o pantallas proyectadas, la distancia sería aún mayor.

En cualquier caso, se pretende que el jugador juegue de pie, a una distancia considerable de la pantalla, por lo que un dispositivo físico para controlar las acciones no sería cómodo.

### **4.2. Controlador software**

Para que el sistema reconozca los movimientos del jugador se utiliza *Vitruvius*. Este sistema permite crear un esqueleto (*Stickman*) capaz de interactuar con la interfaz de la pantalla.

Para el juego desarrollado se ha decidido que se muestre el cuerpo del jugador solo en el menú de inicio, para permitir una correcta colocación en la pantalla.

Para los demás niveles, solo se muestran las palmas de las manos mediante un icono con el objetivo de centrar la atención en los problemas que se plantean.



Fig. 17: Stickman de Vitruvius [32]

### 4.3. Teclas

Las teclas o botones son la parte de la interfaz con la que el jugador envía información al sistema. Para este desarrollo, a cada tecla se le ha asignado un valor que se envía al pulsar y actúa en consecuencia. Como hay varios tipos de teclas se van a justificar por partes:

#### 4.3.1. Teclas numéricas

Los números son la tecla más repetida, hay 10 teclas con números del 0 al 9 y su valor es el del número que representa.

Se han valorado varios colores y formas, optando finalmente por un cuadrado con bordes suavizados de color naranja, degradado diagonalmente y con números en color marrón para resaltar.

El color es llamativo y se visualiza bien con los fondos de pantalla elegidos.

La forma elegida resultaba más amigable que un cuadrado con bordes rectos y se reserva el círculo para teclas de control.



Fig. 18: Teclas numéricas valoradas

### 4.3.2. Tecla rehacer

Si bien los números son teclas que no dan lugar a error, ésta y las siguientes teclas se representan mediante un símbolo por lo que debe ser reconocible.

La tecla rehacer se encarga de borrar los números que se han escrito.

La forma por ser una tecla de control es un círculo.

Para el color se valoraba el rojo, ya que este color se suele usar para negar, (semáforos, prohibido, salir, peligro) pero era demasiado agresivo. La tecla de rehacer se utiliza para corregir y esta función no puede ser algo con connotaciones negativas, por lo que se utiliza un color azul que se asocia más con la tranquilidad y la confianza.

Para el símbolo, se consideró usar la papelera, el signo de reciclaje y el de recargar. La papelera se descartó porque no se pretendía asociar “el equivocarse” con “tirar a la basura”. El símbolo de reciclar podría haber sido adecuado porque el juego tiene una temática ecológica, pero no suele ser un icono que asociemos a borrar. Por último se consideró y decidió usar el símbolo que usa Google para recargar las páginas, un símbolo al que estamos más acostumbrados sin connotaciones negativas.



Fig. 19: Teclas rehacer valoradas

### 4.3.3. Validar

La tecla de validar envía la solución propuesta.

En esta ocasión, el diseño estaba claro, tenía que ser un icono verde con el símbolo del *tick*/verificación.

La forma es un círculo por ser tecla de control.

El color verde indica positividad y corrección por lo que ha sido el elegido. El azul podría ser su mayor competidor en cuanto a colores, pero ya se había usado para rehacer.

El icono de *tick* implica lo mismo que el color verde, por lo que era una opción adecuada. En vez de un *tick* recto se ha elegido uno con una forma infantil.



Fig. 20: Tecla validar

#### 4.3.4. Tecla menú/salir

La tecla menú redirige a la escena inicial, donde se seleccionan los niveles. Por ser una tecla de control se utiliza la forma de círculo.

Para el color se valoraba el rojo o el marrón por ser diferentes a los otros colores ya elegidos. Finalmente, se eligió el marrón que es menos llamativo y no es tan agresivo como el rojo.

Para el icono se valoraba una flecha apuntando a la izquierda (símbolo de atrás) y el símbolo de las 3 líneas horizontales paralelas que simbolizan “menú”. Como rehacer ya usa una flecha, para no dar lugar a error se terminó utilizando el icono de menú.



Fig. 21:Teclas menú/salir valoradas

#### 4.3.5. Teclas play

El menú debía ser lo más atractivo posible por lo que se diseñaron unos rectángulos con colores azules que variaban en su tono de más claro a más oscuro, a la par que su número de nivel y dificultad.

La fuente del texto tiene un carácter infantil y color blanco.

Después de varias pruebas, el diseño elegido fue el siguiente:



Fig. 22: Título de niveles

El resultado del diseño era atractivo y cumplía con lo que se buscaba, pero en las pruebas, el juego presentaba un problema, el botón era demasiado grande y se pulsaba sin querer.

Para solucionar esto se dejó este diseño en el menú pero sin ser un botón y se convirtió en un elemento no seleccionable. En su lugar, se diseñaron 4 teclas más pequeñas con los mismos colores, forma cuadrada y el icono del *play*, que se colocaron a la derecha de los anteriores, pero esta vez con la funcionalidad de botón sin el inconveniente del tamaño.

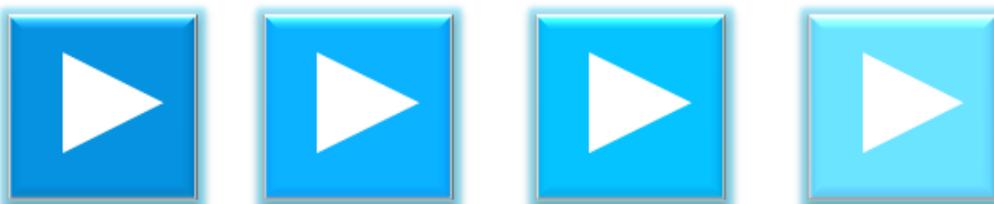


Fig. 23: Teclas de play

#### 4.4. Textos

Para los números se ha utilizado una fuente de texto gratuita llamada *starker marker* que está disponible en la tienda de Unity.[23]

Para los textos de los niveles del apartado 4.2.5 se ha utilizado la fuente *MV Boli* disponible tanto en PowerPoint (desde donde se han hecho las imágenes) como en otras herramientas de Microsoft.

En ambos casos, las fuentes se han elegido por ser amigables para los niños.

#### 4.5. Fondos de pantalla

Los cuatro niveles de juego tienen nombres de elementos de los que se puede obtener energía.

Para dar un toque ecológico al juego, se promueven las energías renovables. Cada nivel tiene asociado un fondo de la siguiente manera:

**Nivel 1: Agua**, tiene como fondo de pantalla una central hidroeléctrica.

**Nivel 2: Sol**, tiene como fondo de pantalla un campo con paneles solares.

**Nivel 3: Viento**, tiene como fondo de pantalla unas montañas con molinos eólicos.

**Nivel 4: Tierra**, tiene como fondo de pantalla una planta geotérmica.

El menú tiene un fondo de un lago que no representa ninguna fuente de energía.



Fig. 24: Central hidroeléctrica de Itaipú [33]



Fig. 25: Paneles solares [34]



Fig. 26: Turbinas eólicas[35]



Fig. 27: Central geotérmica de Nesjavellir[36]



Fig. 28: Fondo lago [37]

#### 4.6. Sonidos

Las teclas tienen efectos de sonido que proporcionan *feedback* adicional al jugador cuando ha pulsado las teclas.

Las teclas de números comparten sonido, la de “rehacer” tiene el suyo propio al igual que la de “salir/menú” y por último, “validar” tiene tres sonidos para los casos de respuesta correcta, incorrecta y final de juego, por ser la última operación acertada.

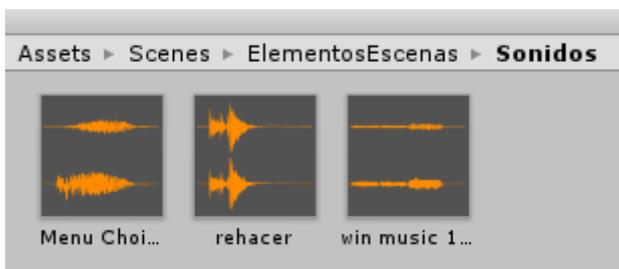


Fig. 29: Sonidos Unity

## 4.6. Scripts

Los *scripts* controlan lo que sucede en el juego, por lo que son una de las partes más importantes.

Todos los *scripts* están escritos con *c#* usando librerías de Vitruvius y Unity.

Algunas de las tareas de las que se encargan son:

- Activar la cámara *Kinect*, reconocer el cuerpo y los gestos.
- Comprobar cuándo se pulsa una tecla y actuar en consecuencia de su tipo.
- Generar las operaciones y comprobar la validez de las soluciones.
- Generar los movimientos entre dos puntos de las teclas numéricas o sus movimientos circulares.
- Comprobar cuándo un elemento es arrastrable.
- Comprobar cuándo un elemento arrastrable entra en el área que lo activa.
- Aumentar la barra de energía y terminar el juego cuando se llena.
- Activar los sonidos asignados a las teclas.
- Cambiar entre escenas.
- Destruir los objetos cuando se acaba la partida y mostrar el mensaje de victoria.

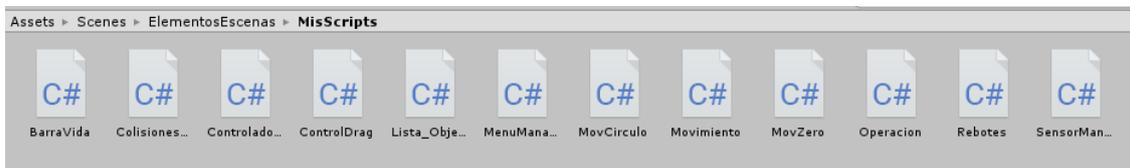


Fig. 30: Scripts Unity

## 4.7. Barra de energía

Para que el jugador tenga información del progreso de la partida se cuenta con una barra de energía que se va rellenando proporcionalmente a las respuestas acertadas hasta llegar a las soluciones esperadas.

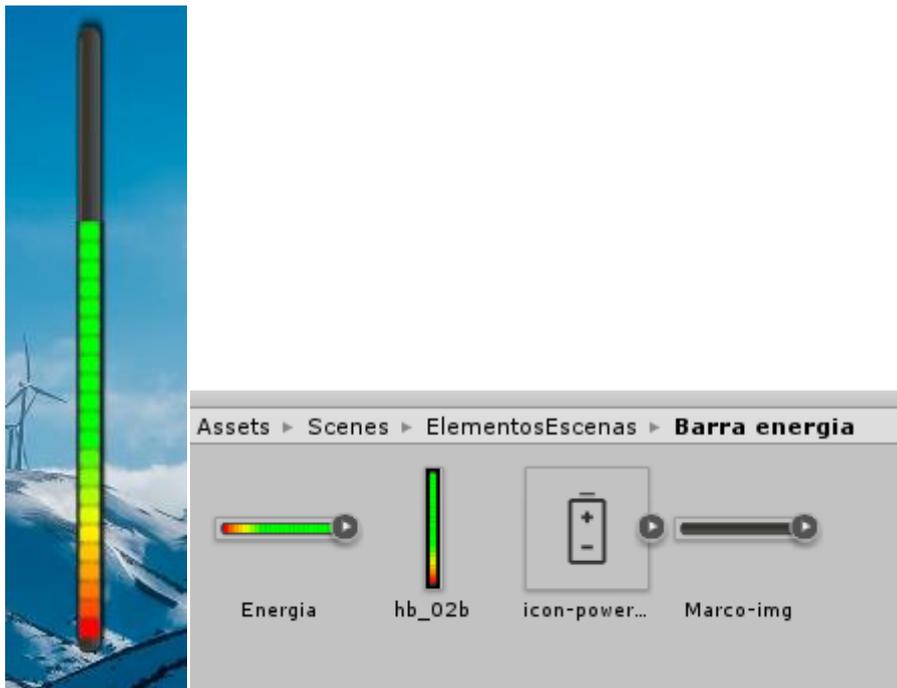


Fig. 31: Barra energía Unity

#### 4.8. Escenas

Los niveles y el menú son cinco escenas diferentes con sus propios objetos cada uno, aunque comparten *scripts*, por lo que algunos cambios se puede aplicar directamente a varias escenas modificando un solo *script*.

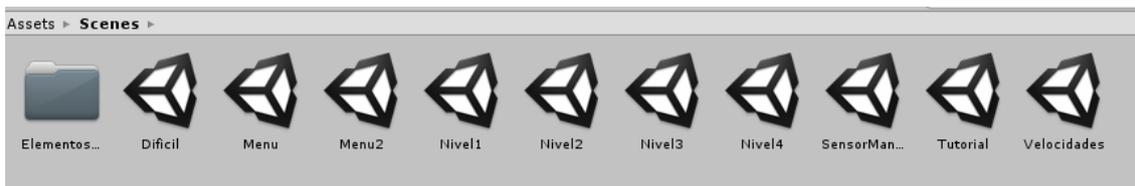


Fig. 32: Escenas Unity

#### 4.9. Extras

Como elementos secundarios, se han añadido *sprites* (objetos gráficos bidimensionales) con forma rectangular y semitransparente tanto en las operaciones como en el menú para facilitar su visualización y dar un resultado más agradable.



Fig. 33: Sprites Unity

#### 4.10. Otras soluciones posibles

Para desarrollar videojuegos utilizando un dispositivo *Kinect*, además de *Unity*, podría haberse utilizado otro motor de videojuegos, *Unreal Engine*, pero presenta varias desventajas con respecto a *Unity*:

- Aunque *Unreal Engine* soporta el uso de *Kinect*, es *Unity* el motor con mayor número de recursos online.
- El precio de *Unreal Engine* es gratuito, pero solo hasta los primeros 3.000\$ de beneficio frente a los 100.000\$ de *Unity*.
- *Unreal Engine* utiliza *C++* como lenguaje de programación a diferencia de *Unity* que utiliza *C#* (lenguaje desarrollado por Microsoft al igual que *Kinect*) o *JavaScript*.

Sobre la implementación del videojuego se plantearon otras opciones para marcar los números como teclas con forma de burbuja o globo, destruibles al pulsar sobre ellas, pero se descartó porque rehacer los objetos al equivocarse implicaba restar dinamismo.

La idea era que el jugador no tuviera que esperar si se confundía, solo pulsar “rehacer” y seguir intentando pulsar lo que debería. Esto hace que el propio jugador tenga que esquivar con su cuerpo lo que podrían ser enemigos o trampas en un juego convencional.

Están implementadas tres maneras para controlar las teclas. En los tres primeros niveles basta con tocarlas y en el cuarto nivel, se arrastran las teclas o mantienen pulsadas (opción que se toma en el juego *Jumpido* comentado en la introducción).

#### **4.11. Expertos y pruebas**

Durante la realización del trabajo se ha contado con el asesoramiento de dos profesoras de primaria e infantil para la parte más puramente educativa y del tutor para la parte más técnica del desarrollo, ya que cuenta con alta experiencia y conocimiento en el desarrollo de videojuegos.

Las pruebas de jugabilidad han sido realizadas por el alumno durante el desarrollo principalmente, con pruebas ocasionales de personas de diversas edades de su entorno.

Una vez finalizado un desarrollo consistente, y lo que podría ser el juego final, se ha probado con dos niños de ocho (objetivo del experimento) y doce años (edad cercana al objetivo). El niño de ocho años cursa tercero de Primaria y el de doce, primero de la ESO.

El objetivo del experimento era comprobar si el juego era lo suficientemente autoexplicativo, si daba lugar a confusiones, su nivel de dificultad para niños y el interés que despertaba en ellos.

Los resultados y conclusiones obtenidos de las pruebas son:

El niño de doce años mostraba frustración, haciendo ruidos de desagrado al equivocarse, completó los niveles satisfactoriamente e hizo una valoración positiva del juego. A pesar de ello, no se observó gran interés por el juego como era de esperar para un usuario de su edad.

El niño de ocho años igualmente mostraba frustración en sus errores, demostró interés en completar los niveles, incluso repitiendo algunos. Dio una opinión muy positiva sobre el juego, consideró que era más divertido aprender con el videojuego que en papel y que le gustaría hacerlo en clase.

Para confirmar la satisfacción del niño de ocho años con el videojuego, se le preguntó más tarde a su madre por privado sobre los comentarios del mismo. Efectivamente el niño de ocho años lo había disfrutado, en especial el *nivel 3: Viento*.

El *nivel 3: Viento* es el más difícil de todos, inicialmente al niño de ocho años le costaba acertar, debido al movimiento de las teclas, pero tras jugar un rato desarrolló una estrategia para pulsar solo las que quería manteniendo las manos en alto.

#### **4.12. Resultados de las escenas**

A continuación, se presentan las escenas acabadas, téngase en cuenta que el nivel 2 y 3 tiene teclas en movimiento que no se aprecia en las imágenes.



Fig. 34: Menú

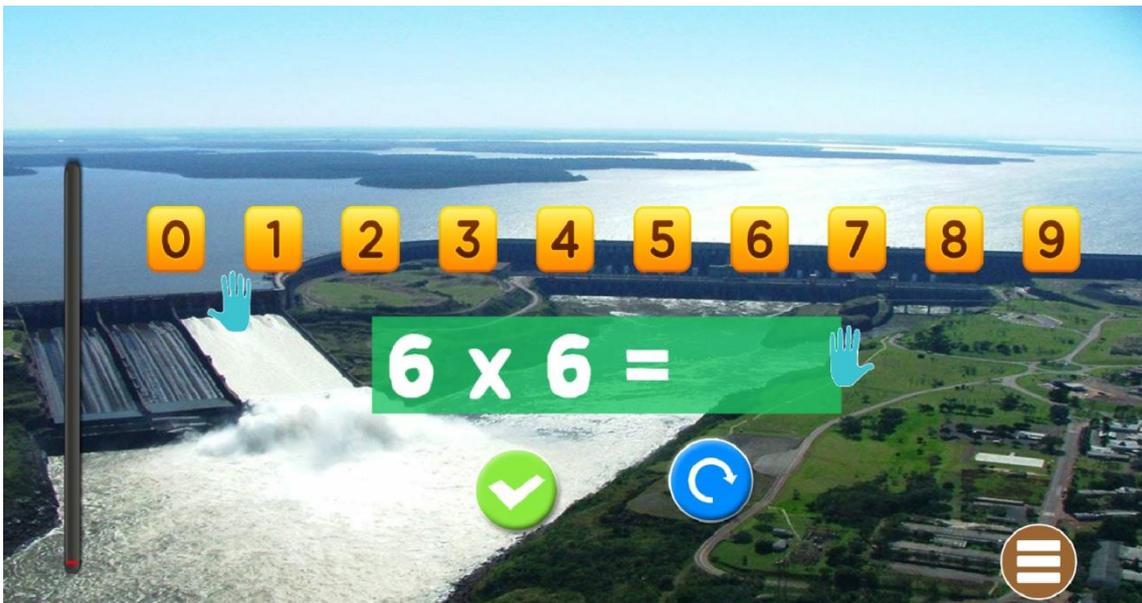


Fig. 35: Nivel 1 Agua



Fig. 36: Nivel 2 Sol



Fig. 37: Nivel 3 Viento



Fig. 38: Nivel 4 Tierra

## 5. MARCO REGULADOR

Este capítulo recoge la información legal, la propiedad intelectual y la responsabilidad ética del proyecto.

### 5.1. Información legal

Este juego no requiere de datos de usuarios, por lo que no se aplica la ley de protección de datos.

Según se ha visto en el estado del arte, el videojuego se enmarcaría en la categoría PEGI 3, ya que cumple con los requisitos para niños mayores de 3 años.

De Unity se ha utilizado la solución personal que es gratuita para ingresos o financiación menor a 100.000\$.

La versión de Vitruvius utilizada es la académica que cuesta 99\$.

FREE	ACADEMIC	PREMIUM MOST POPULAR	PLATINUM
\$ 0 -	\$ 99 \$199	\$ 199 \$399	\$ 999 \$1099
Kinect 2 support	Kinect 2 support	Kinect 2 support	Kinect 2 support
Bitmap Generators	Orbbec Astra support	Orbbec Astra support	Orbbec Astra support
Background Removal	Intel RealSense D435/415 support	Intel RealSense D435/415 support	Intel RealSense D435/415 support
Angle Calculations & Maths	Bitmap Generators	Bitmap Generators	Bitmap Generators
Body Extensions	Background Removal	Background Removal	Background Removal
Face Extensions	Angle Calculations & Maths	Angle Calculations & Maths	Angle Calculations & Maths
XAML	Body Extensions	Body Extensions	Body Extensions
	Face Extensions	Face Extensions	Face Extensions
	Unity3D	Unity3D	Unity3D
	Avateering	Avateering	Avateering
	Video Recording & Playback	Video Recording & Playback	Video Recording & Playback
	Fitting Room	Fitting Room	Fitting Room
	Rigged 3D models	Rigged 3D models	Rigged 3D models
		FREE UPDATES	FREE UPDATES
			PHONE SUPPORT
			24-HOUR RESPONSE TIME
			1-HOUR FREE CONSULTING

## 5.2. Propiedad intelectual

La mayoría de las imágenes usadas como fondos en las escenas son compartidas libremente por la comunidad en *pixabay*.

Algunos iconos y sonidos han sido descargados de OpenGamerArt.org [38] que tiene contenido libre.

Parte de los sonidos y la fuente utilizada en números se han descargado de *Unity Asset Store* [39] que es la tienda oficial de *Unity* y tiene contenido gratuito.

Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons, en este caso implica el reconocimiento del autor, la no comercialización y la no modificación.



Fig. 39: licencia Creative Commons[40]

## 5.3. Responsabilidad ética

El trabajo es de creación propia sin perjuicio de terceros. El proyecto apoya la educación y el uso de energía renovables sin ánimo de lucro.

Los profesores de primaria serían el colectivo más influenciado, ya que, si se llegará a implantar un modelo de educación apoyado en los videojuegos, su metodología de enseñanza tendría un nuevo componente.

De cualquier manera, el papel del profesor no se vería desplazado por los videojuegos, ya que los maestros son necesarios para crear un clima emocional positivo dentro del aula. Son capaces de escuchar a los niños y empatizar con ellos. El profesor además puede ser un factor protector del estrés infantil acorde a su actuación.

Por lo tanto, las máquinas aún están lejos de poder sustituir a los profesores, sobre todo en edades tempranas.

## 6. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se expone la planificación del proyecto realizado, así como sus distintas fases.

El Trabajo de Fin de Grado empieza el 23 de octubre de 2018 con la adjudicación verbal del TFG por parte del tutor.

### 6.1. Fase 1: Formación inicial

El alumno no había trabajado nunca con Unity, la herramienta principal del proyecto, por lo que la primera fase, que abarca desde el comienzo del TFG hasta finales de enero, se centró en aprender a usar la herramienta, a conocer su alcance, ver otros proyectos y a plantear las primeras ideas de lo que podría ser el diseño final.

Para la formación en Unity, se utilizó como referencia el libro utilizado fue *Unity 5.x by example : an example-based practical guide to get you up and running with Unity 5.x* [41]

Este libro cuenta con cuatro proyectos guiados que se realizaron por el alumno.

Actividades de la fase 1:

**Formación en Unity:** realización del libro citado [41].

**Análisis de diseño:** conversaciones de posibles diseños con tutor y con profesores de Educación Primaria.

**Estudio del estado del arte:** búsqueda de información sobre los temarios de Primaria, posibles asignaturas, cursos y contenidos en los que encuadrar el proyecto.

**Obtención de recursos software:** Instalación de Unity y búsqueda de material para realizar los cuatro proyectos guiados.

TABLA 38: PLANIFICACIÓN FASE 1

Fase 1	
Actividad	Horas
Formación en Unity	50
Análisis de diseño	5
Estudio del estado del arte	20
Obtención de recursos software	10
<b>Total</b>	<b>95</b>

### 6.2. Fase 2: Formación específica y desarrollo

La fase 2 abarca desde principios de febrero hasta mediados de mayo.

En esta etapa, se realizó la formación específica con *Kinect* y las librerías de *Vitruvius*.

Se realizaron diferentes implementaciones de prueba para poder formalizar el diseño final con los requisitos.

Se continuó el estudio del arte y concretó el objetivo educativo del juego.

Actividades de la fase 2:

**Formación con *Kinect* y *Vitruvius*:** lectura de documentación y pruebas de concepto.

**Análisis de diseño:** conversaciones de posibles diseños con tutor y con profesores de Educación Primaria, propuestas de distintas alternativas y decisión final.

**Estudio del estado del arte:** búsqueda de información de los temarios de Primaria en la asignatura de matemáticas, elementos que hacen un videojuego atractivo, posibles efectos negativos y soluciones ya existentes.

**Obtención de recursos *software*:** Instalación de software necesario para utilizar *Kinect* [42] y librerías *Vitruvius*.

TABLA 39: PLANIFICACIÓN FASE 2

Fase 2	
Actividad	Horas
Formación con Kinect y Vitruvius	40
Análisis de diseño	50
Estudio del estado del arte	20
Obtención de recursos software	15
<b>Total</b>	<b>125</b>

### 6.3. Fase 3: Pruebas finales y redacción de memoria

La fase 3 se comprende entre la última mitad de mayo y la primera mitad de junio.

En esta fase, se acaba el desarrollo del videojuego y se prueba con usuarios finales. Asimismo, se recogen todos los documentos generados y fuentes consultadas en las fases anteriores para redactar la memoria final.

**Pruebas y estudio:** pruebas con usuarios finales y conclusiones obtenidas.

**Estudio del estado del arte:** revisión y adición de información y fuentes.

**Redacción de memoria y revisiones:** redacción de memoria y revisión de la misma.

TABLA 40: PLANIFICACIÓN FASE 3

<b>Fase 3</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Horas</b>
Pruebas y estudio	10
Estudio del estado del arte	20
Redacción de memoria y revisiones	70
<b>Total</b>	<b>100</b>

#### 6.4. Resumen fases

El total de horas de las fases es:

TABLA 41: PLANIFICACIÓN TOTAL FASES

<b>Total fases</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Horas</b>
Fase 1	95
Fase 2	125
Fase 3	100
<b>Total</b>	<b>320</b>

## 7. ENTORNO SOCIOECONÓMICO

A continuación, se hace una estimación de los recursos y el coste del proyecto, teniendo en cuenta los recursos humanos y los materiales.

### 7.1. Coste de personal

Para estimar los recursos se considera al tutor, el jefe del proyecto y el alumno cumple el resto de roles: diseñador, analista, programador y documentador. Se resumirá el rol del alumno como ingeniero.

En la siguiente tabla se muestra el cargo, el tiempo dedicado, el coste por hora y el total del coste para cada miembro, incluyendo el IRPF y Seguridad Social (24% sobre el total).

TABLA 42: COSTES PERSONA

Costes personal				
Nombre	Cargo	Tiempo (horas)	Coste/Hora (€)	Total (€)
David Delgado Gómez	Jefe de proyecto	40	35,00	1400,00
Ignacio González Moya	Ingeniero	320	14,00	4480,00
<b>Total</b>				<b>5880,00</b>

### 7.2. Coste hardware

Los costes hardware consta de:

- El equipo de sobremesa en el que se incluye: dos monitores, ratón, teclado, altavoces y el propio ordenador.
- Dispositivo Kinect v2.0.

En la tabla, se detalla el coste amortizado del material con la fórmula:

$$\text{Coste amortizado} = \frac{\text{Tiempo de uso en el proyecto}}{\text{Vida útil}} \times \text{Coste}$$

TABLA 43: COSTES HARDWARE

Costes hardware				
Descripción	Coste/unidad (€)	Tiempo de uso en el proyecto (meses)	Vida útil (meses)	Coste amortizado (€)
Equipo sobremesa	1300,00	9	48	243,75
Kinect v2.0	200,00	5	48	20,83
<b>Total</b>				<b>264,59</b>

### 7.3. Coste software

Tabla de costes de software utilizado no gratuito:

TABLA 44: COSTES SOFTWARE

Costes software	
Descripción	Coste/unidad (€)
Licencia Vitruvius Academic	88,22
<b>Total</b>	<b>88,22</b>

### 7.4. Otros gastos

Otros gastos incluyen:

- Transporte
- Fungibles: papel, tinta, bolígrafos, etc.

TABLA 45: COSTES OTROS

Costes otros	
Descripción	Coste/unidad (€)
Transporte	180,00
Fungibles	60,00
<b>Total</b>	<b>240,00</b>

### 7.5. Gastos totales

El coste sumando los anteriores apartados es de:

TABLA 46: COSTES TOTALES

Costes totales	
Descripción	Coste/unidad (€)
Personal	5880,00
Hardware	264,59
Software	88,22
Otros	240,00
<b>Total</b>	<b>6472,81</b>

Si añadimos un 15% adicional del coste total para posibles imprevistos, el precio del proyecto quedaría en:

TABLA 47: COSTES PRECIO FINAL

Precio final		
Coste total(€)	Margen de imprevistos (15%) (€)	Precio Final( €)
6472,81	970,93	<b>7444,74</b>

Por tanto, el coste del proyecto es de siete mil cuatrocientos cuarenta y cuatro euros con setenta y cuatro céntimos.

### 7.6. Implicaciones sociales

Este juego podría ser una parte de un paquete de videojuegos utilizado en aulas de colegios, no solo para la asignatura de matemáticas, sino que también se podrían hacer juegos que apoyaran el aprendizaje de vocabulario en inglés, contenidos de ciencias naturales, o cualquier tema que un niño deba estudiar.

Con una buena implementación, guiada por expertos educadores, se podría hacer que la Educación Primaria avanzara a otro nivel que fuera capaz de cubrir eficazmente las diferentes necesidades de los niños y motivara su estudio.

A los profesores, estos juegos les ahorrarían tiempo ya que no tendrían que preparar tanto contenido. Asimismo, podrían implementarse herramientas de análisis que estudiaran las partidas de muchos niños. Con los resultados analizados, se podría crear un baremo que indicara las carencias de conocimiento y los resultados especialmente buenos. Recolectando estos datos, se podría tomar decisiones sobre las necesidades educativas de cada alumno.

## 8. CONCLUSIONES

En esta memoria se ha analizado el impacto de los videojuegos, sus aspectos positivos y negativos, así como técnicas de diseño de los mismos y alicientes para los jugadores. También se ha abordado parte de la agenda educativa de los niños, concretamente el aprendizaje de las tablas de multiplicar y se han visto ejemplos de la combinación de educación y videojuegos.

Para el desarrollo del proyecto se ha utilizado *Unity*, un motor de videojuegos que no se enseña en la carrera, pero permite aplicar muchos de los conocimientos adquiridos en diversas asignaturas.

En la parte del diseño de videojuegos se ha contado con dos profesoras de primaria que me han aportado su conocimiento y me han transmitido su ilusión por innovar en las aulas.

La parte más satisfactoria del proyecto consistió en las pruebas de juego con el niño de ocho años y observar que de verdad se interesaba por el juego y tenía que esforzarse para resolver las operaciones.

He tenido la oportunidad no solo de diseñar un videojuego, sino de hacerlo además con *Kinect*. Crear un juego activo y serio era algo en lo que tenía especial interés, por lo que ha sido una grata experiencia que probablemente siga desarrollando en el futuro.

### 8.1. Proyectos futuros

Este proyecto puede servir como ejemplo para futuros trabajos de fin de grado que busquen hacer videojuegos activos y/o serios.

En esta rama de los juegos serios destinados a las aulas hay mucho que hacer, horizontalmente se pueden ampliar los contenidos de la asignatura de matemáticas o crear juegos para otras asignaturas. Verticalmente, se puede hacer un estudio e implementación de videojuegos que resulten atractivos para adolescentes y adultos.

Lo ideal sería que los videojuegos y otras tecnologías emergentes se integraran en todos los niveles de la educación.

## 9. ABSTRACT

### 9.1. Introduction

Video games, like conventional games, have intrinsically a recreational or ludic component. This aspect and the advancement of technologies for entertainment, such as consoles and their peripherals, make that more and more people of all ages devote part of their time to video games as a form of entertainment.

The fact that video games are an interactive medium, gives rise to the appearance of two subsets that will be treated in the project:

Serious video games: games not aimed at entertaining. These games are intended for industries such as: defence, scientific exploration, health, emergencies and the one that interests us, education.

Active videogames: games that allow the interaction of players and their movements with the virtual reality that appears on the screen.

This project is a serious videogame because it is designed for an educational purpose and it is active, since it uses as peripheral a *Kinect* device that captures the movements of the player and synchronizes them with the avatar that appears on the screen (some hands).

Unlike other media such as videos and educational books, video games require player's actions to move forward, which focus their attention and favours their retentive capacity.

In many cases, children's motivation to learn is alarmingly low; this can be explained with *The Theory of Multiple Intelligences*, which was devised by the American psychologist Howard Gardner [1] as a counterweight to the paradigm of a single intelligence.

According to this theory, there are 8 types of intelligence: linguistic, logical-mathematical, spatial, musical, corporal and kinesthetic, intrapersonal, interpersonal and finally, the naturalistic.

Gardner affirms that all the people possess those 8 intelligences although in each individual some of them are more emphasize than the others.

The education that is taught in the classrooms focuses on evaluating the first two types of intelligence: linguistic and logical-mathematical. For this reason, people who stand out less in these types of intelligence are at a disadvantage in an educational system that does not help them, and consequently, their attempts to learn may be frustrated.

Most educators do not have many tools at their disposal to alleviate this problem and have against them the use of video games by students at younger and younger ages, which means that the conventional means of teaching have to compete with other activities much more attractive for children.

### **9.1.1 Objectives**

The main objective of this work is the creation of a teaching tool that helps educators to teach children the multiplication tables, controlled by the player's movements.

Additionally, as a secondary objective, clean energies will be promoted, giving background to the game with landscapes of renewable power plants (hydraulic, solar, wind and geothermal).

This idea, apart from motivating all students in general for its playful nature, will give advantage in the study to children who have more developed the kinaesthetic intelligence, the visual-spatial one and to a lesser extent, the natural intelligence. Consequently, it will not only reward the logical-mathematical one.

## **9.2. State of the Art**

In this section, the two topics involved in the project, videogames and education will be reviewed.

### **9.2.1. Unity**

Unity is a multiplatform video game engine for the creation of interactive 3D content and games, created by Unity Technologies and initially, launched for Mac computers in 2005.

With Unity there can be created games for multiple platforms from a single

development, including (PlayStation, Xbox and Wii), desktop (Linux, PC and Mac), browser, phones and tablets (iOS, Android, Windows Phone and BlackBerry).

One of the advantages of Unity is that it can be used for free if it does not reach a profit threshold that for the personal package is of \$ 100.000 per year.

Unity has compatibility with a multitude of programs such as: Blender, 3ds Max, Maya, Softimage, Mode, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks and Allegorithmic Substance. When objects are imported into Unity and changes are made on them, they are updated automatically in all instances of the project without the need to re-import them manually.

An asset is a representation of any object that can be used in the project. The assets could be created with other programs such as those mentioned above, for example a 3D model, an audio file, an image, or any of the other types of files that Unity supports. There are other types of assets that can be created with Unity such as animation controllers, audio mixers or texture renderers. [9]

### **9.2.2. Kinect**

For the project, a Kinect v1.0 device is used that has an RGB camera, a depth sensor, a multi-array microphone and a personalized processor that runs the patented software. Moreover, it provides full-body 3D motion capture, facial recognition and voice recognition capabilities. [10]

At the beginning of 2011, Microsoft opened the use of Kinect in computers, with the SDK or Software Development Kit, and under the Windows operating system.

### **9.2.3. Vitruvius**

Vitruvius is a set of tools, utilities, controls and extensions that simplifies the development of *Kinect*. [11]

It contains two libraries `lightbuzz.vitruvius.dll`, `windows.kinect.dll` and several sample scenes.

#### **9.2.4. Gamification**

The gamification consists on the use of techniques or mechanisms applied in a game with the aim of enhancing motivation, activating users in learning, evaluating the users, achieving goals and making the video game more appealing. [23]

Some of the most commonly used gamification techniques are:

**Achievements:** Obtain achievements as medals for performing tasks.

**Missions:** missions can be unique, daily or weekly and they set a goal. If they are daily, it is recommended that they are few and if they are weekly, the missions can increase in number to let the player decide when to do them.

**Rewards:** either by completing missions, by connecting daily or by using some type of object in the video game, the rewards are a great incentive for the players.

**Ranking and classifications:** having one or more qualifying tables for different challenges motivates the players, especially the most competitive ones.

**Unlock levels:** levels or scenarios that are unlocked progressively increase the interest in completing the previous levels.

#### **9.2.4. Education**

This project consists on the development of an educational tool, more specifically of mathematics for primary school children.

In the BOCM, the contents by subjects that the children must reach in each course in the Community of Madrid are indicated. In the case of the subject of mathematics, especially the multiplications, which is what the game will focus on, start in the first year of primary school by memorizing the first 5 multiplication tables. In second year, the first 10 tables and in third and fourth courses, students learn to multiply with other numbers. For this reason, this game is recommended as a complementary tool to the teaching of multiplications for second and third graders of Primary Education. [28]

### **9.3. Design and justification of the system**

In this chapter, the video game design is described justifying the decisions taken according to the analysis and definition of requirements of the previous section.

The state of the Art has been taken into account for the final design, serving as inspiration, solutions that have already been demonstrated as satisfactory and applying the acquired knowledge.

#### **9.3.1. Hardware controller**

To control the video game, it has been decided that only the body will be used with the *Kinect*.

The player will control the video game with the body, (for implementation requirements) so therefore, he or she will not have to be aware of a mouse, keyboard or command.

It is estimated that a player who plays on a 24-inch screen (a medium monitor) will be at a minimum distance of 2.50 meters.

For other larger screens such as televisions or projected screens, the distance would be greater.

In any case, it is intended that the player plays standing, at a considerable distance from the screen. Consequently, a physical device to control the actions would not be comfortable.

#### **9.3.2 Software controller**

Vitruvius is used for the system to recognize the movements of the player. This system allows to create a skeleton (Stickman) capable of interacting with the screen interface.

For the developed game, it has been decided that the player's body will be shown only in the start menu, to allow a correct placement on the screen.

However, for the other levels, only the palms of the hands are shown by means of an icon with the objective of focusing the attention on the problems that arise.

### **9.3.3. Keys**

The keys or buttons are the part of the interface with which the player sends information to the system. For this development, each key has been assigned a value that is sent when pressed and acts accordingly.

### **9.3.4. Texts**

For the numbers there has been used a free text source called *starker marker* that is available in the Unity store. [23]

For the texts of the levels in section 4.2.5, the *MV Boli* source available both in PowerPoint (from where the images has been made) and in other Microsoft tools has been used.

In both cases, the sources have been chosen because they are child-friendly.

### **9.3.4. Backgrounds**

The four game levels have names of elements from which energy can be obtained.

To give an ecological touch to the game, renewable energies are promoted. Each level has a background associated with it as follows:

Level 1: Water, has as a wallpaper a hydroelectric power station.

Level 2: Sun, has a field with solar panels as wallpaper.

Level 3: Wind, has as a wallpaper, mountains with windmills.

Level 4: Earth, has a geothermal plant as wallpaper.

### 9.3.5. Sounds

The keys have sound effects that provide additional feedback to the player when he or she has pressed the keys.

The number keys share sound, the remake ones has its own as well as the exit/menu one and finally, “validate” has three sounds for the cases of correct answer, incorrect response and final answer of the game, for being the last successful operation.

### 9.3.6. Scripts

The scripts control what happens in the game, so they are one of the most salient parts.

All scripts are written with c # using Vitruvius and Unity libraries.

Some of the things they are responsible for are:

- Activate the *Kinect* camera and recognize the body and gestures.
- Check when a key is pressed and act on its type.
- Generate the operations and check the validity of the solutions.
- Generate the movements between two points of the numeric keys or their circular movements.
- Check when an item is draggable.
- Check when a draggable element enters the area that activates it.
- Increase the energy bar and end the game when it is full.
- Activate the sounds assigned to the keys.
- Switch between scenes.
- Destroy the objects when the game is over and show the victory message.

### 9.3.7. Energy bar

In order that the player has information about the progress of the game, there is an energy bar that is filled proportionally to the correct answers until the expected solutions are reached.

### 9.3.8. Scenes

The levels and the menu are five different scenes, each of them with its own objects, although they share scripts, so some changes can be applied directly to several scenes by modifying a single script.

### **9.3.9. Extras**

As secondary elements, sprites (two-dimensional graphic objects) with rectangular and semitransparent shapes have been added both in the operations and in the menu to facilitate their visualization and give a more pleasant result.

### **9.3.10. Experts and tests**

During the accomplishment of the work I have counted with the advice of two teachers of Early childhood and Primary Education for the more purely educational part and with the tutor for the more technical part of the development, since he has high experience and knowledge in the development of video games.

The tests of playability have been made by the student during the development mainly, with occasional tests with people of different ages of his environment.

Once a consistent development was finished, and what could be the final game, it has been tested with two children of eight (objective of the experiment) and twelve years (age close to the target). The eight-year-old is in third grade of Primary and the twelve-year-old kid in first year of ESO.

The objective of the experiment was to check if the game was sufficiently self-explanatory, if it gave rise to confusion, its level of difficulty for children and the interest it aroused in them.

The results and conclusions obtained from the tests are:

The twelve-year-old boy showed frustration in his mistakes, completed the levels satisfactorily and made a positive assessment of the game. Despite of this, there was not much interest in the game as expected for a user of his age.

The eight-year-old boy also showed frustration in his mistakes, showed interest in completing the levels, even repeating some. He gave a very positive opinion about the game, considered that it was more fun to learn with the video game than on paper and that he would like to do it in class.

To confirm the eight-year-old's satisfaction with the video game, his mother was later asked privately about his comments. Indeed, the eight-year-old had enjoyed it, especially level 3: Wind.

Level 3: Wind is the hardest among all; initially the eight-year-old boy found it hard to hit, due to the movement of the keys, but after playing for a while he developed a strategy to only press the ones he wanted while keeping his hands up.

### 9.3.11 Final scenes

The finished scenes are presented below. Nevertheless, it should be taken into account that levels 2 and 3 have keys in motion that are not visible in the images.



Fig. 40: Menu



Fig. 41: Level: Water



Fig. 42: Level 2: Sun



Fig. 43: Level 3: Wind



Fig. 44: Level 4: Earth

#### 9.4. Conclusions

In this report it has been analyzed the impact of video games, their positive and negative aspects, as well as their design techniques and incentives for players. Similarly, it has been addressed part of the educational agenda of children, specifically the learning of multiplication tables and there have been seen some examples of the combination of education and video games.

For the development of the project, Unity has been used, a video game engine that is not taught in the curriculum of the degree but allows to apply many of the knowledge acquired in various subjects.

In the video game design part, there were two primary school teachers who have given me their knowledge and have transmitted me their enthusiasm for innovating in the classrooms.

The most satisfying part of the project consisted of playing tests with the eight-year-old boy and observing that he was really interested in the game and had to work hard to solve the operations.

I have had the opportunity not only to design a video game, but also to do it with *Kinect*. Creating an active and serious game was something that I had a special interest in. Accordingly, it has been a pleasant experience that I will probably continue developing in the future.

#### **9.4.1. Future projects**

This project can serve as an example for future final degree works that seek to make active and/or serious video games.

In this branch of the serious games destined to the Primary classrooms there is much to do. On the one hand, horizontally, the contents of the mathematics subject can be expanded or games for other subjects can be created. On the other hand, vertically, a study and implementation of video games that are attractive for teenagers and adults can be made.

Ideally, video games and other emerging technologies should be integrated at all levels of education.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. García-Allen, “Howard Gardner: biografía del psicólogo estadounidense.” [Online]. Available: <https://psicologiaymente.com/biografias/howard-gardner>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [2] J. Velasco, “Historia de la tecnología: Galaxy Game, la primera máquina recreativa de la historia.” [Online]. Available: <https://hipertextual.com/2011/08/galaxy-game-primera-maquina-recreativa-de-la-historia>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [3] Experimenblog, “Magnavox Odyssey y la fiebre de Pong | Experimenblogs.” [Online]. Available: <http://experimenblogs.blogspot.com/2011/09/magnavox-odyssey-y-la-fiebre-de-pong.html>. [Accessed: 05-Jun-2019].
- [4] The Old School Game Vault, “The Nintendo NES Power Pad.” [Online]. Available: <https://www.pinterest.es/pin/462181980480664329/>. [Accessed: 05-Jun-2019].
- [5] PlayStation, “PlayStation a lo largo de los años.” [Online]. Available: <https://www.playstation.com/es-es/explore/ps4/playstation-through-the-years/>. [Accessed: 05-Jun-2019].
- [6] Amazon, “Wii Fit (Inlcuye Wii Balance Board): Amazon.es: Videojuegos.” [Online]. Available: <https://www.amazon.es/Wii-Fit-Inlcuye-Balance-Board/dp/B000VJRU44>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [7] Gamecored, “Sony lanza pack de PlayStation VR que incluye PS Camera y Move - Gamecored.” [Online]. Available: <http://www.gamecored.com/sony-lanza-pack-de-playstation-vr-que-incluye-ps-camera-y-move/>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [8] Unity, “Unity Store.” [Online]. Available: [https://store.unity.com/es/?\\_ga=2.176156578.1468174541.1560026301-553998821.1540615609](https://store.unity.com/es/?_ga=2.176156578.1468174541.1560026301-553998821.1540615609). [Accessed: 08-Jun-2019].
- [9] Unity, “Flujo de trabajo de los Assets (Asset Workflow) - Unity Manual.” [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/AssetWorkflow.html>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [10] P. Miller, “Kinect detailed in newly precise tech specs.” [Online]. Available: [https://www.engadget.com/2010/06/30/kinect-detailed-in-newly-precise-tech-specs/?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZmF5ZXJ3YXllci5jb20vMjAxMC8wNi9lc3BIY2lmaWNhY2lvcjVzLXRlY25pY2FzLWRLWtpbmVjdC8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAJMAnKomA4Nu2Q-iStp1gFNCHiGPs](https://www.engadget.com/2010/06/30/kinect-detailed-in-newly-precise-tech-specs/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZmF5ZXJ3YXllci5jb20vMjAxMC8wNi9lc3BIY2lmaWNhY2lvcjVzLXRlY25pY2FzLWRLWtpbmVjdC8&guce_referrer_sig=AQAAAJMAnKomA4Nu2Q-iStp1gFNCHiGPs). [Accessed: 04-Jun-2019].
- [11] Vitruvius, “Vitruvius | Create stunning Kinect apps in minutes.” [Online]. Available: <https://vitruviuskinect.com/>. [Accessed: 05-Jun-2019].

- [12] B. Gimeno, “Los videojuegos como herramienta educativa en la sociedad.” [Online]. Available: <https://www.bloglenovo.es/los-videojuegos-herramienta-educativa/>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [13] M. Fernández Antón, “Los riesgos de los videojuegos.” [Online]. Available: <http://www.elportaldelhombre.com/con-hijos/item/444-los-riesgos-de-los-videojuegos>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [14] Toyoutome, “Entretenimiento, arte, negocio, realidad virtual, violencia y adicción en los videojuegos | Toyoutome.” [Online]. Available: <http://toyoutome.es/blog/entretenimiento-arte-negocio-realidad-virtual-violencia-y-adiccion-en-los-videojuegos/44352>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [15] R. Tejeiro Salguero, M. Pelegrina del Río, and J. L. Gómez Vallecillo, “Efectos psicosociales de los videojuegos,” *Rev. Comun.*, vol. No 7, Vol., no. 1989–600X, pp. 235–250, 2009.
- [16] Historia y biografía, “Historia y biografía de Albert Bandura.” [Online]. Available: <https://historia-biografia.com/albert-bandura/>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [17] Wikipedia, “Experimento del muñeco Bobo - Wikipedia, la enciclopedia libre.” [Online]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Experimento\\_del\\_muñeco\\_Bobo](https://es.wikipedia.org/wiki/Experimento_del_muñeco_Bobo). [Accessed: 04-Jun-2019].
- [18] E. Esteban, “Qué nos dicen las etiquetas de videojuegos y juguetes para niños.” [Online]. Available: <https://www.guiainfantil.com/articulos/ocio/juegos/que-nos-dicen-las-etiquetas-de-videojuegos-y-juguetes-para-ninos/>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [19] Aseconsa, “Elegir un videojuego de forma adecuada: ETIQUETA PEGI - Aseconsa.” [Online]. Available: <https://aseconsa.es/noticias/elegir-un-videojuego-de-forma-adecuada-etiqueta-peg>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [20] E. Mimbbrero, “7 beneficios sorprendentes de los videojuegos.” [Online]. Available: [https://www.sabervivirtv.com/medicina-general/videojuegos-siete-beneficios-sorprendentes\\_936](https://www.sabervivirtv.com/medicina-general/videojuegos-siete-beneficios-sorprendentes_936). [Accessed: 04-Jun-2019].
- [21] I. Ros, “Quince beneficios que aportan los videojuegos.” [Online]. Available: <https://www.muycomputer.com/2014/09/30/beneficios-los-videojuegos/>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [22] G. L. West *et al.*, “Impact of video games on plasticity of the hippocampus,” *Mol. Psychiatry*, vol. 23, no. 7, pp. 1566–1574, Jul. 2018.
- [23] P. Villa, “Gamificación en videojuegos: fideliza a los usuarios de forma sencilla y eficaz.” [Online]. Available: <https://blogsterapp.com/es/gamificacion-en-videojuegos/>. [Accessed: 04-Jun-2019].

- [24] mediotiempo, “Clash Royale: Mexicano Omar gana torneo mundial de inicio de temporada - Mediotiempo.” [Online]. Available: <https://www.mediotiempo.com/esports/clash-royale/mexicano-omar-gana-torneo-mundial-inicio-temporada>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [25] V. Gaitán, “Gamificación: el aprendizaje divertido | Educativa.” [Online]. Available: <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [26] J. García Nieto, “¿Qué hace que un juego sea verdaderamente adictivo y peligroso?” [Online]. Available: <https://andro4all.com/2018/02/que-hace-que-juego-sea-adictivo/>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [27] GrietaDeAsocil, “GrietAnálisis: Tipos de logros en los videojuegos. | GrietaDeAsocil.” [Online]. Available: <https://grietadeasocil.wordpress.com/2015/10/13/grietanalisis-tipos-de-sistemas-de-logros-en-los-videojuegos/>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [28] BOCM, “Boletín oficial de la comunidad de Madrid.” [Online]. Available: [https://www.bocm.es/boletin/CM\\_Orden\\_BOCM/2014/07/25/BOCM-20140725-1.PDF](https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2014/07/25/BOCM-20140725-1.PDF). [Accessed: 09-Jun-2019].
- [29] mundo primaria, “Juegos para aprender las TABLAS DE MULTIPLICAR.” [Online]. Available: <https://www.mundoprimaria.com/recursos-educativos/tablas-de-multiplicar>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [30] J. PENALVA, “Kinect como profesor de educación física: Vicent Gadea, profesores innovadores.” [Online]. Available: <https://www.xataka.com/entrevistas/kinect-como-profesor-de-educacion-fisica-vicent-gadea-profesores-innovadores>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [31] Jumpido, “Jumpido: Educational games for Kinect.” [Online]. Available: <http://www.jumpido.com/en>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [32] Vitruvius, “Vitruvius | Create stunning Kinect apps in minutes.” [Online]. Available: <https://vitruviuskinect.com/>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [33] mercopress, “Represa de Itaipú logra récord de generación como la más productiva del mundo — MercoPress.” [Online]. Available: <https://es.mercopress.com/2014/01/04/represa-de-itaipu-logra-record-de-generacion-como-la-mas-productiva-del-mundo>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [34] mrganso, “Sistema Fotovoltaico Solar Energía - Foto gratis en Pixabay.” [Online]. Available: <https://pixabay.com/es/photos/sistema-fotovoltaico-solar-2742302/>. [Accessed: 08-Jun-2019].

- [35] ID 12019, “Italia Paisaje Snow - Foto gratis en Pixabay.” [Online]. Available: <https://pixabay.com/es/photos/italia-paisaje-snow-invierno-cielo-2098343/>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [36] Wikipedia, “Central geotérmica de Nesjavellir - Wikipedia, la enciclopedia libre.” [Online]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_geotérmica\\_de\\_Nesjavellir](https://es.wikipedia.org/wiki/Central_geotérmica_de_Nesjavellir). [Accessed: 08-Jun-2019].
- [37] Free-Photos, “Lago Reflexión Paisaje - Foto gratis en Pixabay.” [Online]. Available: <https://pixabay.com/es/photos/lago-reflexión-paisaje-calma-1030810/>. [Accessed: 08-Jun-2019].
- [38] OpenGameArt, “OpenGameArt.org.” [Online]. Available: <https://opengameart.org/>. [Accessed: 05-Jun-2019].
- [39] Unity, “Unity Asset Store.” [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/>.
- [40] Gobierno de Canarias, “Creative commons – Uso seguro y responsable de las TIC.” [Online]. Available: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/seguridad/ciudadania-y-seguridad-tic/principios-legales/creative-commons-cpjb/>. [Accessed: 09-Jun-2019].
- [41] A. Thorn, *Unity 5.x by example : an example-based practical guide to get you up and running with Unity 5.x*. 2016.
- [42] Microsoft, “Download Kinect for Windows SDK 2.0 from Official Microsoft Download Center.” [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>. [Accessed: 05-Jun-2019].

## GLOSARIO

**Joystick:** palanca de control que permite desplazar manualmente, y con gran rapidez, el cursor en una pantalla de computadora o videojuego.

**Contrarreloj:** acción que debe realizarse dentro de un tiempo fijado o en el menor tiempo posible.

**Avatar:** personaje que representa al jugador en un juego.

**Dopamina:** neurotransmisor que está presente en diversas áreas del cerebro y que es especialmente importante para la función motora del organismo.

**BOCM:** Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid.

**Asset:** representación de cualquier objeto en Unity que puede ser usado en un proyecto.

**Escena:** Las escenas contienen los entornos y menús de su juego.

**Stickman:** hombres de palo, figuras de palo, dibujos simples que representan a los seres humanos.

**Tick:** símbolo usado para indicar el concepto de "sí" y también, "sí, es la respuesta correcta".

**Play:** símbolo que indica comienzo.

**Feedback:** retroalimentación, información obtenida para controlar sistemas.

**Sprites:** objetos gráficos 2D.