



MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER

Aumento de tiempo de estudio en alumnos mediante la
utilización de videojuegos y gamificación

Fernando Sánchez Canella

Jordán Pascual Espada

Tabla de contenido

1	Resumen.....	6
2	Introducción	7
2.1	Características de los videojuegos aplicados en entornos educativos	8
2.2	Objetivo	9
3	Trabajo Relacionado.....	10
4	Propuesta	12
4.1	Consideraciones de diseño.....	12
4.2	Prototipo	15
5	Casos De Uso	17
6	Evaluación	20
6.1	Motivación	20
6.2	Creación de contenidos en el juego	23
6.2.1	Mousetron.....	23
6.2.2	KLM-goms.....	23
6.2.3	Conocimientos previos requeridos	24
6.3	Facilidad de entendimiento por parte de los alumnos	24
7	Conclusiones Y Trabajo Futuro.....	26
8	Dirección Y Gestión	27
8.1	Planificación y presupuesto	27
8.1.1	Identificación de interesados	27
8.1.2	OBS	27
8.1.3	PBS.....	27
8.1.4	WBS – Planificación inicial.....	27
8.1.5	Riesgos.....	29
8.1.6	Presupuesto inicial	29
8.2	Ejecución del proyecto	31
8.2.1	Plan Seguimiento de Planificación	31
8.2.2	Bitácora de incidencias del proyecto	34
8.2.3	Seguimiento de Riesgos	34
8.3	Cierre del proyecto.....	42
8.3.1	Planificación final	42
8.3.2	Informe final de riesgos.....	44
8.3.3	Presupuesto final de costes	46
8.3.4	Informe de lecciones aprendidas	48

Bibliografía	49
Anexos.....	51
Anexo 1- Plan de gestión de riesgos	51
1 Metodología	51
2 Herramientas y tecnologías.....	52
3 Roles y Responsabilidades.....	53
4 Presupuesto.....	53
5 Calendario	54
6 Categorías de Riesgo	54
7 Definiciones de probabilidad.....	54
8 Definiciones de impacto por objetivos.....	54
9 Matriz de probabilidad e impacto	55
10 planes de contingencia.....	55
11 Formatos de la Documentación	55
Anexo 2- Registro inicial de riesgos.....	56
Anexo 3- Artículo.....	59
Abstract	59
1. Introduction	59
2. Related Work	61
3. Proposed platform	62
4. Use Case	64
5. Evaluation	65
6. Conclusions and Future Work	68
References	69
Anexo 4 – Revisión del estado del arte	71

Índice de tablas

Tabla 1 Características identificadas en cada plataforma.....	20
Tabla 2 Datos obtenido en Mousetron	23
Tabla 3 Datos obtenidos con KLM-goms.....	24
Tabla 4 Conocimientos requeridos en cada plataforma	24
Tabla 5 Progresión de acciones por minuto.....	25
Tabla 6 Costes iniciales directos.....	31
Tabla 7 Costes iniciales indirectos.....	31
Tabla 8 Presupuesto inicial.....	31
Tabla 9 Seguimiento riesgo 2	36
Tabla 10 Seguimiento riesgo 3	38
Tabla 11 Seguimiento riesgo 8	39
Tabla 12 Seguimiento riesgo 9	40
Tabla 13 Costes directos finales	48
Tabla 14 Costes indirectos finales	48
Tabla 15 Presupuesto final	48

Índice de figuras

Figura 1 Age of Empires II.....	7
Figura 2 Puertas lógicas en Minecraft.....	10
Figura 3 Esquema conceptual del prototipo	12
Figura 4 Árbol de acciones del jugador	15
Figura 5 Arquitectura del prototipo	15
Figura 6 Interacción clientes-servidor	16
Figura 7 Vista de configuración del profesor para carga de contenido educativo	17
Figura 8 Jugador esperando el inicio de la partida	17
Figura 9 Jugador respondiendo pregunta tras recolectar bloques.....	18
Figura 10 Jugador construyendo puentes.....	18
Figura 11 Jugador capturando bandera enemiga	19
Figura 12 Jugador compitiendo contra otro	19
Figura 13 Respuestas Q1	22
Figura 14 Planificación inicial 1	28
Figura 15 Planificación inicial 2	28
Figura 16 Planificación inicial 3	29
Figura 17 línea base a mitad de proyecto 1	32
Figura 18 línea base a mitad de proyecto 2	33
Figura 19 línea base a final de proyecto 1.....	33
Figura 20 línea base a final de proyecto 2.....	34
Figura 21 línea base a final de proyecto 3.....	34
Figura 22 Planificación final 1.....	43
Figura 23 Planificación final 2.....	43
Figura 24 Planificación final 3.....	44
Figura 25 Planificación final 4.....	44

1 Resumen

La informática y los últimos avances tecnológicos se van introduciendo poco a poco en distintos ámbitos, como en el ámbito educativo. En este caso queremos investigar una forma de utilizar la informática para aumentar la motivación de los alumnos durante las clases. La motivación de los alumnos es uno de los factores que afectan directamente al rendimiento académico. En los últimos años muchos profesores han explorado diferentes alternativas para motivar a sus alumnos. Como por ejemplo haciendo uso de diapositivas, videos, películas, comics o juegos.

Uno de los mecanismos que se utiliza frecuentemente para aumentar la motivación de los alumnos es el uso de videojuegos o aplicaciones directamente relacionados con contenidos de la materia. Cada vez se hace más uso de aplicaciones de ludificación o gamificación basadas en preguntas, como Kahoot o Quizizz. La principal ventaja de los juegos de preguntas es que el profesor puede adaptarlos a casi cualquier tipo de contenidos y estrategia. Diversas investigaciones han demostrado el aumento sobre la motivación de los estudiantes al utilizar aplicaciones de preguntas, pero este nivel de motivación parece no llegar al de un videojuego más clásico [1].

Esta investigación tiene como objetivo crear una solución basada en un videojuego que aplique mecánicas fáciles de entender y que integre la funcionalidad de las aplicaciones de preguntas dentro del propio sistema de juego, de forma que se consiga que los profesores puedan configurar sus propios contenidos y los alumnos experimenten un aumento de la motivación respecto a las aplicaciones de preguntas actuales.

La solución se basa en un videojuego que busca un equilibrio entre la facilidad de juego y la implementación de varias de las características que estudios previos han indicado que pueden servir para potenciar la motivación del alumnado. La solución se ha probado en un escenario real para evaluar su impacto sobre los objetivos de la investigación.

Para validar la consecución de los objetivos se han realizado 3 evaluaciones. Una primera evaluación donde se pretende ratificar el aumento de la motivación por parte de los alumnos. Para ello se han recogido las opiniones de los alumnos. Una segunda evaluación en la que intenta estimar la complejidad de utilizar la solución propuesta por parte del profesorado, ya que son los que deberían implantar este tipo de soluciones y cargar los contenidos. La última evaluación pretende comprobar si los alumnos eran capaces de entender de forma rápida las mecánicas del juego diseñado.

2 Introducción

Desde que los niños son pequeños, los juegos son utilizados como herramienta para enseñar y formarlos en distintas áreas. Tradicionalmente conforme los niños crecían y necesitaban ser formados en áreas más complejas, este tipo de juegos se dejaban de utilizar y pasaban a ser reemplazados por otros métodos de enseñanza. En cambio, con el desarrollo tecnológico, somos capaces de representar realidades más complejas, y de crear entornos que se adaptan mejor a nuestras necesidades. En los últimos años el avance de estas tecnologías ha potenciado el aumento del uso de programas y juegos aplicados a la formación como simuladores, videojuegos u otro tipo de entornos de entrenamiento [2]. En el ámbito educativo los juegos pueden utilizarse con múltiples propósitos, como por ejemplo, ofrecer un mayor inmersión en la materia [3], para aumentar la motivación [2], mejorar la satisfacción [4] o desarrollar habilidades concretas como la creatividad [5].

Podemos establecer diferentes clasificaciones de los juegos aplicados en la educación, una posible clasificación tiene por un lado los videojuegos creados para tratar un contenido más o menos específico, por otro lado, los videojuegos de preguntas, que por norma general suelen ofrecer una mayor posibilidad de configuración de contenidos por parte del profesor.



Figura 1 Age of Empires II

En numerosas ocasiones se han llegado a emplear dentro del entorno educativo juegos comerciales concebidos principalmente para el entretenimiento [2]. Aunque no era su objetivo estos juegos podían servir para reforzar algunos conceptos concretos. Como por ejemplo materias como historia (Age of Empires II), química (Chemical), biología (Biocopia) deducción y resolución (Nancy drew), colaboración social (ToonTown), etc. El uso de estos videojuegos comerciales requiere una fuerte planificación y guiado por parte del profesor [6].

Existen otro tipo de videojuegos que son puramente educativos, ya que han sido creados con el propósito de que los jugadores aprendan. Podemos considerar que este tipo de aplicaciones son videojuegos si estas incluyen características propias de los mismos. Dependiendo del investigador puede llegar a haber una fina diferencia entre un videojuego y una aplicación que utiliza gamificación. La definición general de videojuego es bastante genérica, se entiende por videojuego una aplicación interactiva orientada al entretenimiento, la mayor parte de juegos sitúan al usuario en algún entorno virtual utilizando recursos gráficos 2D o 3D. Por gamificación o ludificación entendemos la inclusión de elementos típicos de un juego a algo que no es un juego con el fin de motivar a las personas envueltas en dicha actividad [7]. En la práctica puede

existir una gran diferencia entre utilizar la gamificación en el aula y utilizar un videojuego como parte del proceso educativo.

El efecto sobre el aumento de la motivación de los estudiantes derivado del uso de los videojuegos de preguntas ha quedado probado en varias investigaciones [8]. Las plataformas de preguntas son cada vez más usadas por profesores, debido a que pueden aplicarse a casi cualquier materia o contenido, además el tiempo de preparación de los contenidos es razonable y el nivel de conocimiento requerido por parte del profesor para configurar los juegos es bajo. Esta investigación parte de la hipótesis de que aumento de la motivación en un juego puramente de preguntas no siempre va a poder ser tan alto como en un videojuego más “tradicional”, en parte porque los videojuegos de preguntas son tan simples que no incluyen muchas de las características que impactan positivamente en la motivación de los estudiantes [9].

2.1 Características de los videojuegos aplicados en entornos educativos

Diversas investigaciones han identificado características de los videojuegos que pueden tener un impacto positivo en la motivación de los alumnos [9].

- La **Intra interacción entre jugadores**, de forma que se establezcan equipos o puedan cooperar [10][11][12].
- **Sincronización** entre los jugadores de forma que realicen acciones de síncrona o asíncrona sobre un mismo escenario.
- **Los roles**, haciendo que existan diferentes roles que faciliten la iteración y las dependencias entre jugadores, por ejemplo un médico, un constructor, etc. [13]
- **Los recursos**, objetos recolectables en el juego, pueden ser finitos o no finitos, consumibles o no consumibles. Estos objetos deben estar relacionados con el contexto educativo del juego [14].
- **Las puntuaciones**, incluyendo un sistema de puntuación cuantitativo que motive y estimule la competencia [15].
- **Retos**, deben existir objetivos claros que los jugadores tengan que cumplir y que cada vez estos retos sean más difíciles o poco repetitivos, de forma que no se pueda predecir los resultados [16].
- **Recompensas**. Es una forma de estimular a los jugadores, normalmente las recompensas te hacen escalar puntos en un ranking o recibir alguna distinción, objeto o medalla que te sirva para algo u otros jugadores puedan ver.
- **Inteligencia artificial**, contribuye positivamente a la inmersión en el juego.
- **Interoperabilidad**. Consideración de los requerimientos hardware, de forma que el juego pueda ser utilizado de forma ágil en un entorno educativo.

Varias investigaciones destacan como un factor extremadamente importante para aumentar la motivación generada por el videojuego la posibilidad de establecer colaboraciones y competiciones entre los usuarios [9] [11].

Aunque estas características no aseguran el aumento en la motivación producida por el juego suponen unas buenas referencias a aplicar en el diseño de videojuegos educativos.

2.2 Objetivo

Esta investigación tiene como objetivo crear un videojuego educativo basado en mecánicas fáciles de entender por los alumnos y que integre la funcionalidad de las aplicaciones de preguntas dentro del propio sistema de juego, consiguiendo que los profesores puedan configurar sus propios contenidos de forma rápida y los alumnos experimenten aumento de la motivación de los estudiantes respecto a las aplicaciones de preguntas actuales.

La propuesta se basa en el diseño de un videojuego multijugador educativo que integra la mayor parte de las características que influyen positivamente en la motivación de los estudiantes como la interacción entre jugadores, los recursos, recompensas, etc. De forma simultánea se trata de facilitar el uso del videojuego a tanto a los profesores como a los estudiantes, diseñando un sistema de juego simple y procesos rápidos para la introducción de preguntas.

3 Trabajo Relacionado

Desde que las tecnologías están más presentes entre la población y son más accesibles se ha investigado el uso de estas en distintos campos. Entre ellos el campo de la educación, que, coincidiendo con el avance de la industria de los videojuegos ha hecho que cada vez sea más viable utilizarlos como soporte a contenidos docentes.

Existen algunos videojuegos educativos que cuentan con editores y herramientas para que sean los profesores los que configuren y editen los contenidos. Uno de los videojuegos más famosos dentro de esta categoría es Minecraft Education [17] los profesores pueden crear entre otras cosas, mapas, mecánicas, objetos, puzles y preguntas. Esta versión de Minecraft se ha usado con éxito en numerosas ocasiones, por ejemplo, en con más de 100 alumnos en un entorno universitario, para reforzar conocimientos de programación y lógica. Un aspecto positivo de Minecraft Educación es que puede ser multijugador y permite la competición entre los alumnos [10].

Algunos estudios analizan cómo pueden afectar al aprendizaje y a la motivación cómo se establecen los objetivos dentro de un juego. Dependiendo de si se fijan objetivos centrados en el aprendizaje, comparado con fijar objetivos basados en conseguir una tarea concreta o dejar al alumno frente al reto y que él mismo sea el que tenga que abordar el problema [18].

También existen estudios analizando en qué medida afecta a los alumnos el tamaño de los grupos al utilizar videojuegos multijugador-competitivos, como medio de aprendizaje. Y como la carga cognitiva de los alumnos puede aumentar conforme aumenta el tamaño del grupo en el que se utiliza el videojuego [10].

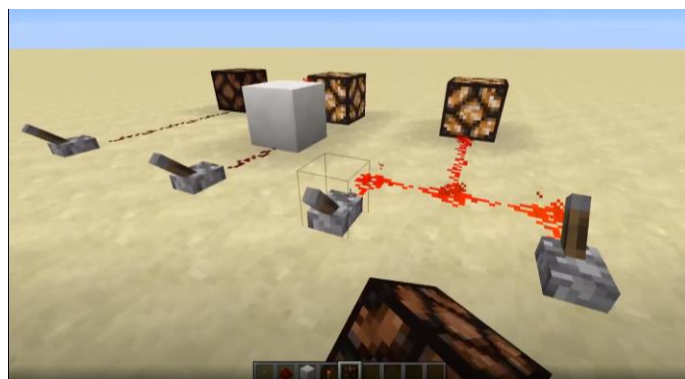


Figura 2 Puertas lógicas en Minecraft

Los dos estudios mencionados anteriormente han utilizado el videojuego Minecraft para realizar sus análisis. El objetivo de los alumnos consistía en aprender aspectos básicos de lógica y programación. Las pruebas estaban acotadas a adquirir este tipo de conocimientos, y se centraban en estudiar aspectos concretos del aprendizaje.

Varios trabajos han probado cómo afectan las estrategias de gamificación en juegos para enseñar conceptos concretos [19]. Donde exponen como ciertos elementos dentro de los juegos pueden afectar positivamente a la motivación y la percepción de la actividad por parte de los alumnos. A su vez exponen la dificultad o la falta de frameworks que permitan realizar un diseño de la actividad por parte de los profesores.

Muchos videojuegos han sido diseñados para cubrir conocimientos, competencias u objetivos muy específicos. Por ejemplo podemos encontrar videojuegos para la rehabilitación muscular [20], para simular aplicaciones científicas [3] o para aprender destrezas específicas como puede ser pilotar aviones [21] gracias a algunas características como los gráficos 3D, música, animaciones, capacidad de iteración los videojuegos pueden conseguir una inmersión superior a otros métodos más clásicos. Aunque efectivos este tipo de videojuegos no pueden ser adaptados por los profesores a otros tipos de contenidos como sí que ocurre con los juegos de preguntas.

Otras plataformas como Scratch y Roblox, pueden ser utilizadas en la creación de videojuegos. Estas no requieren de conocimientos profundos de programación, pudiendo llegar a ser utilizadas casi por cualquier profesor tras una formación previa. Un ejemplo de Scratch utilizado en el ámbito educativo, se refleja en un estudio para la asignatura de inglés con alumnos con TDAH [22]. En este caso se utilizó Scratch para realizar una serie de minijuegos que iban introduciendo conceptos de distintas temáticas aplicadas al inglés [23]. Aunque no son conocimientos muy avanzados el uso de Scratch requiere cierta formación y dedicación por parte del profesor.

Existen múltiples plataformas que permiten que los profesores creen juegos de preguntas, estos juegos incluyen diversos elementos de gamificación, pueden no ser considerados por muchos como videojuegos reales. Kahoot es una de las plataformas de creación de juegos de preguntas más populares [1]. Esta herramienta consiste en exponer preguntas que previamente ha configurado el profesor a los alumnos. En cada pregunta se exponen una cantidad de respuestas posibles, y los alumnos de forma individual deben seleccionar la respuesta que ellos consideran correcta. En caso de seleccionar la respuesta correcta el juego te asigna una serie de puntos dependiendo de la velocidad con la que hayas respondido la pregunta. Entre cada pregunta se muestra un ranking a los alumnos que genera un entorno multijugador y competitivo. Existen muchas otras plataformas relativamente similares como Quizizz [8]. Diversas investigaciones prueban que el uso de este tipo de juegos ha tenido efectos muy positivos en la motivación de los estudiantes, tanto su uso puntual como repetido, al rededor del 90% de los alumnos se divertían utilizando este sistema y a más del 80% le gustaría que se utilizase en el resto de asignaturas [24] otros estudios señalan que el uso de estas herramientas aumento más del 60% el interés de los estudiantes [25].

Tras analizar el estado del arte actual no se ha encontrado ninguna solución o propuesta que facilite a los profesores incluir sus propias preguntas dentro de un videojuego real pensado para jugar en el aula. De forma que el sistema de preguntas pase a formar parte de la mecánica del videojuego. Cuando pensamos en un videojuego para utilizar en el aula este deseablemente debería haber considerado en su diseño parte de las características que potencialmente servirían para aumentar la motivación de los alumnos como por ejemplo la iteración entre jugadores, posibilidades de competición, colaboración, etc.

4 Propuesta

En esta investigación se ha diseñado una plataforma que permite que los profesores integren preguntas en un videojuego multijugador competitivo. Cada partida del juego es configurada con una serie de preguntas sobre una materia que los profesores quieren que los alumnos repasen y afiancen. Las preguntas tienen una estructura similar a las que se encuentran en aplicaciones como Kahoot, pero en este caso estarán integradas dentro de las mecánicas del propio juego.

La investigación fija varios puntos para tener en cuenta en el diseño del juego, pensando siempre en aumentar la motivación del alumnado. Se ha decidido basar la idea inicial en el popular juego BedWars, un minijuego de Minecraft convencional en el que los jugadores deben destruir las camas de los rivales. La idea y mecánica original del juego se ha adaptado a los objetivos de la investigación.

La solución diseñada se basa en un juego multijugador en tiempo real. Al inicio de la partida cada alumno comienza en su propia isla. En cada isla se encuentra un generador de bloques y una bandera. Inicialmente las islas están separadas por mar. El objetivo de cada alumno es moverse a otras islas para capturar las banderas y después llevarlas hasta su propia base. El jugador que consiga capturar tantas banderas como se haya fijado en el objetivo ganará la partida. Para poder moverse entre las diferentes islas los jugadores deberán construir puentes utilizando los bloques recolectados.

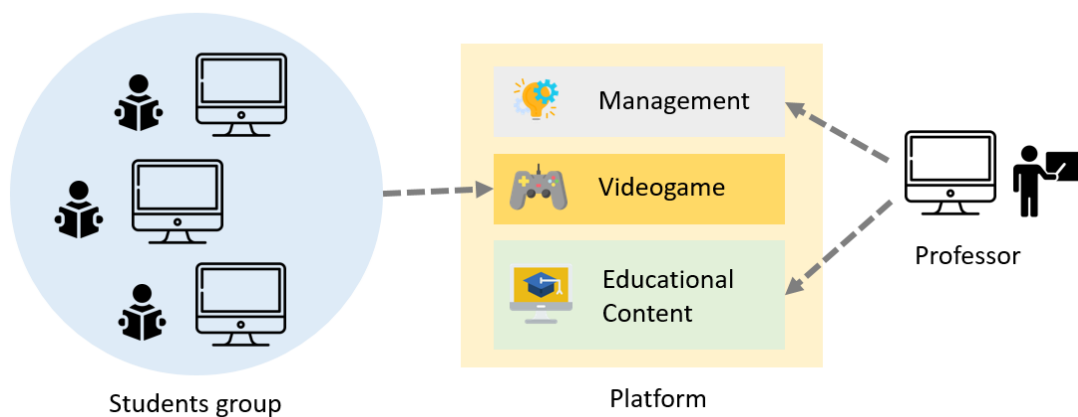


Figura 3 Esquema conceptual del prototipo

4.1 Consideraciones de diseño

El juego se ha diseñado considerando gran parte de las características identificadas por otras investigaciones como beneficiosas para mejorar la motivación de los alumnos.

El diseño de la **Intra interacción entre jugadores** se ha establecido de forma en que todos los jugadores están presentes y visibles en el mismo mapa. La mecánica de juego ofrecerá también la posibilidad de que realicen acciones de forma conjunta y también puedan utilizar elementos creados por otros jugadores (puentes).

La sincronización entre los jugadores se realizará de forma síncrona en forma de turnos muy cortos. Tras realizar el movimiento o las acciones el turno del jugador finalizará de forma automática. Si las acciones realizadas tienen como resultado la aparición de preguntas los tiempos de los turnos se modifican en consecuencia.

Los roles, el diseño planteado no incluye esta característica de forma plena, es decir no hay jugadores con habilidades o características propias que no puedan ser conseguidas por otros. El uso de roles tiene como objetivo principal que los alumnos puedan necesitar de las habilidades de otros. En este caso todos los jugadores pueden ser constructores de puentes si disponen de suficientes bloques, pero en ciertos momentos de la partida algunos podrían no serlo (por falta de bloques), lo que podría llegar a fomentar las colaboraciones.

Los recursos, se recomienda la utilización de recursos finitos o no finitos, consumibles o no consumibles y que estén relacionados con el contexto educativo del juego. En este caso el recurso principal son los bloques de construcción, se trata de un recurso infinito que se crea en los generadores de forma progresiva, se crean varios bloques nuevos cada turno. Los bloques son un recurso, ya que pueden ser utilizados para crear puentes, estos puentes son un elemento imprescindible del juego. Sin puentes no es posible moverse hacia otras islas. Los recursos están directamente relacionados con el contexto educativo, ya que al solicitar los bloques de un generador se envía una pregunta al alumno, si la responde correctamente obtiene muchos más bloques.

Se ha diseñado un sistema de puntuaciones cuantitativo, con el objetivo de estimular la competición entre los alumnos. En cualquier momento del juego es posible ver el número de puntos que tiene cada uno de los participantes en la actividad. Los puntos son el número de banderas que han sido capturadas en otras islas y llevadas posteriormente a la isla origen del jugador.

Los retos consisten en objetivos claros, que los jugadores deben cumplir en cada momento. En un escenario óptimo estos retos deberían ser poco repetitivos y aumentar su nivel de complejidad progresivamente. El reto principal está claramente identificado, avanzar hacia una bandera rival para obtenerla. Este reto plantea primero cubrir una serie de fases como obtener los bloques de construcción y crear el puente para llegar hasta la isla de otro jugador. Cuantas menos banderas quedan disponibles más complejo será obtenerlas, ya que existen un mayor número de jugadores que irán a por ellas. En general el aspecto multijugador evita que los retos se presenten de una forma muy repetitiva, ya que hay varias personas implicadas y su comportamiento no es predecible. Otro reto secundario al que el jugador podría enfrentarse en la partida es el de “defender” su propia bandera, por medio de retos de preguntas podría hacer retroceder a otros jugadores que se acerquen a su isla.

Las recompensas son estímulos que permiten a los jugadores escalar puntos en el ranking o recibir alguna distinción. La propuesta incluye dos tipos de recompensas, la recompensa por salvar una bandera que consiste en obtener un punto para el ranking y la recompensa por responder preguntas que da como resultado una obtención extra de bloques de construcción.

El diseño actual no incluye **Inteligencia artificial**, algunas investigaciones determinan que su uso puede contribuir muy positivamente a la inmersión en el juego, simulando que hay elementos no controlables que tienen su propia inteligencia. En este caso el diseño propuesto es inminentemente multijugador por lo que no resulta tan crítico que aparezcan elementos no controlables (NPCs) gestionados por inteligencias artificiales.

Interoperabilidad, la plataforma ha sido diseñada sobre tecnologías web por lo que los requerimientos hardware son extremadamente ligeros. El juego solo requiere un navegador web para su funcionamiento evitando tener que instalar un programa y sus posteriores actualizaciones y abriendo incluso posibilidad a que los alumnos jueguen en sus propios dispositivos como móviles o tablets.

El juego se desarrolla por turnos de tiempo limitado, en estos turnos, el jugador tiene la posibilidad de desplazarse una distancia máxima y realizar una acción. Existen distintas acciones y es justo en ellas en las que se introducen las preguntas. Cuantas más preguntas se respondan de forma correcta más ventaja competitiva obtendrá el alumno durante la partida. Las principales acciones son:

- **Mover:** Cada jugador puede moverse 8 casillas en cada turno, el suelo del mapa está dividido en casillas, solo pueden moverse por casillas que contienen tierra o puentes.
- **Recolectar bloques:** Si el jugador se mueve junto a un “generador de bloques” se le realizará una pregunta, podrá obtener más bloques si contesta de forma correcta.
- **Construir puentes utilizando bloques:** Mecánica necesaria para poder moverse de una isla a otra. Los bloques colocados desaparecen tras un número de turnos, con el objetivo de incentivar la obtención de bloques y por tanto responder preguntas sobre la materia.
- **Capturar y depositar las banderas:** Al mover el jugador a la misma casilla que una bandera rival la capturará, a partir de ese momento el jugador posee la bandera y debe depositarla en su propia isla. Una vez consiga depositarla obtendrá un punto.
- **Retar a otro jugador:** Cuando dos alumnos están cerca cualquiera de ellos puede iniciar un reto. Los retos envían la misma pregunta a ambos jugadores, en el caso de que cualquiera de los jugadores no responda correctamente este será penalizado perdiendo la mitad de sus bloques y siendo transportado a su isla.
- **Colaborar con otro jugador:** Cuando dos alumnos están cerca cualquiera de ellos puede iniciar una colaboración. En este caso los dos jugadores se unen para responder a una pregunta de forma conjunta y cooperar, basta con que uno de los jugadores responda de forma correcta para que ambos reciban una cantidad de bloques extra. En caso de que no den la respuesta correcta a la pregunta ambos serían penalizados.

Las preguntas integradas en el juego deben ser configuradas por los profesores antes de comenzar la partida. En el prototipo desarrollado se puede introducir un enunciado o paso previo a la pregunta, una pregunta y una o varias respuestas correctas. El profesor tiene la posibilidad de configurar varias partidas con distintas preguntas e invitar a alumnos distintos a cada una de ellas.

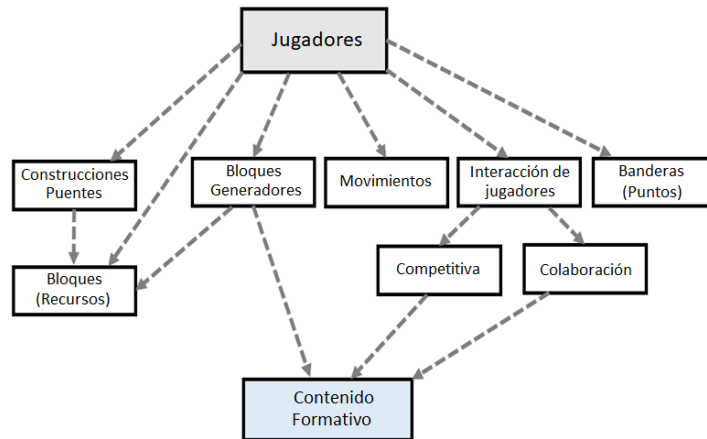


Figura 4 Árbol de acciones del jugador

4.2 Prototipo

Técnicamente el prototipo de la solución consta de 3 subsistemas.

- **Subsistema de administración.** Donde los profesores pueden crear sus partidas, modificar los parámetros de la configuración por defecto y añadir las preguntas con el contenido. También es el sistema encargado de organizar a los alumnos en distintas partidas. El subsistema se ha desarrollado utilizando el Framework de VueJs y las herramientas de Firebase.

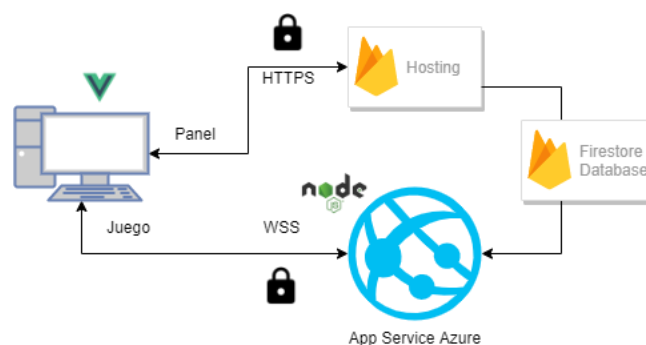


Figura 5 Arquitectura del prototipo

- **Subsistema cliente del videojuego.** Este consiste en el propio prototipo de videojuego que se ha diseñado. Con un diseño gráfico muy simple de 2.5 dimensiones, pensando en ser muy ligero e interoperable, para poder ser utilizado en ordenadores poco potentes y así estar disponible al máximo número de alumnos. Este se ha desarrollado principalmente en JavaScript para ser usado en un navegador.
- **Subsistema cliente del servidor.** Este se encarga de realizar toda la sincronización del videojuego entre todos los jugadores y los datos de la plataforma. Así se logra incluir en el juego las preguntas que han sido configuradas durante la partida. Para este módulo se ha utilizado tecnologías como NodeJs en la parte de servidor, y WebSockets como medio para establecer la comunicación con los clientes del videojuego.

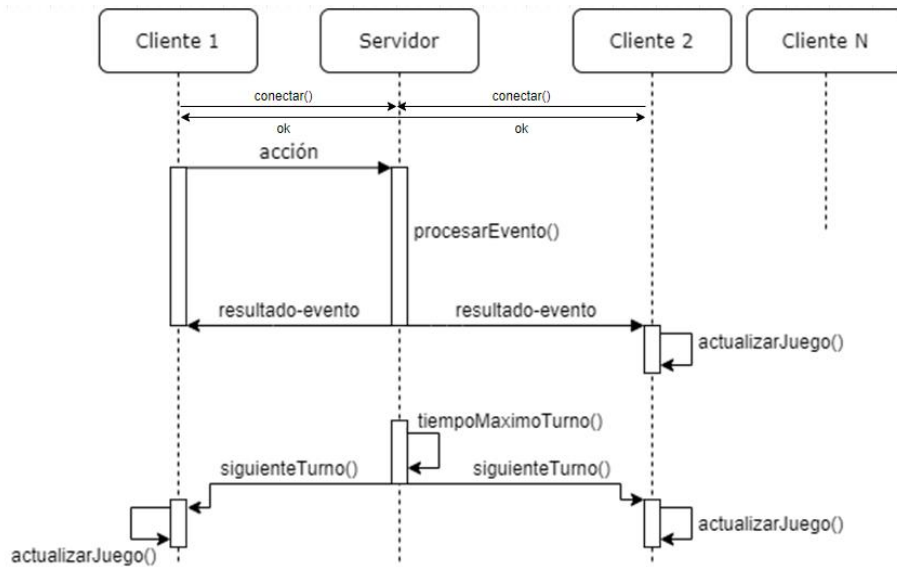


Figura 6 Interacción clientes-servidor

La figura 6 muestra la interacción entre los clientes y el servidor. Los distintos clientes del juego se conectan al servidor. Este confirma la conexión y se queda a la espera de eventos. Los clientes envían eventos al servidor, cuando un jugador realiza una acción. Este servidor procesa los eventos y los valida. En caso de que el evento sea válido, envía a todos los clientes conectados a la misma sesión el evento una vez ya procesado. El resto de los clientes procesará la información para mantener el estado de su partida sincronizado con el resto de los clientes. El servidor también tiene la capacidad de generar sus propios eventos. Por ejemplo, en caso de que el turno de un jugador exceda el límite el servidor sin esperar ningún evento del cliente, informará a todos los clientes de que el turno ha terminado y que es el turno del siguiente jugador.

5 Casos De Uso

En este caso de uso se mostrará un ejemplo completo de uso de la propuesta. El acceso a la plataforma se hace mediante web, el profesor configura las preguntas que quiere incluir en la partida, invitará a los jugadores y configurará el número mínimo de alumnos conectados para que la partida comience.



Figura 7 Vista de configuración del profesor para carga de contenido educativo

Cada uno de los alumnos entrará en la página de la plataforma, aparecerán todas las partidas a las que ha sido invitado. Al comenzar la partida cada jugador es transportado a su propia isla, y debe esperar su turno. Cada isla dispone de una bandera en la parte central y de un generador de bloques. La información sobre los turnos se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla, además del turno también puede verse la cantidad de banderas conseguidas y el número de bloques de construcción disponibles. En el turno del jugador podrá moverse utilizando el ratón, el movimiento está limitado a un número máximo de casillas.

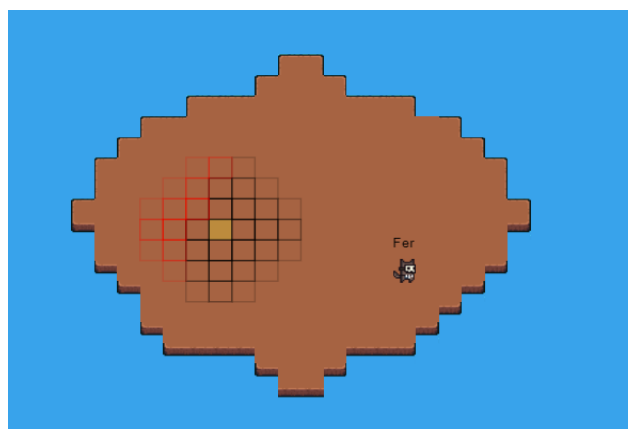


Figura 8 Jugador esperando el inicio de la partida

Cuando el jugador se desplaza hasta una casilla colindante a un generador de bloques podrá recuperar los bloques almacenados en el generador. Los generadores crean bloques cada turno. La recolección de bloques es una de las acciones que tiene preguntas asociadas, al recoger los bloques aparecerá un cuadro de diálogo para que el jugador responda la pregunta. En caso de responder de forma correcta recibirá el doble de bloques.

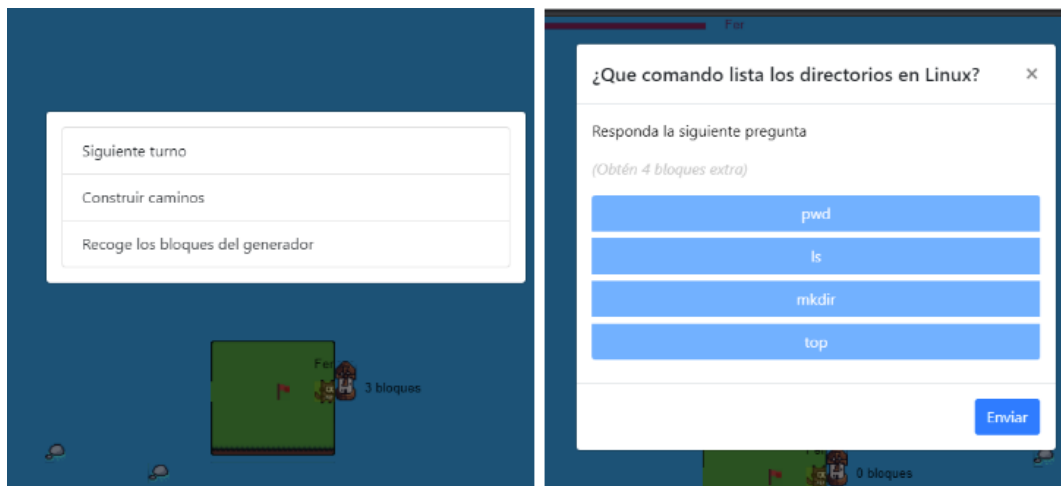


Figura 9 Jugador respondiendo pregunta tras recolectar bloques

Los jugadores tienen que moverse a otras islas, por lo que inicialmente deberá recolectar bloques, para construir los puentes al resto de islas. El objetivo de dirigirse a otra isla es capturar la bandera rival. La construcción de puentes se realiza de la misma forma que los movimientos, pero en lugar de por tierra se realiza por mar, al mover el ratón se descontarán los bloques y al hacer click se construirá el puente. Los puentes pueden ser utilizados por todos los jugadores, no solo por el que los construyo. Estos puentes tienen una duración finita y comienzan un proceso de destrucción una vez construidos, desaparecen pasados 5 turnos.

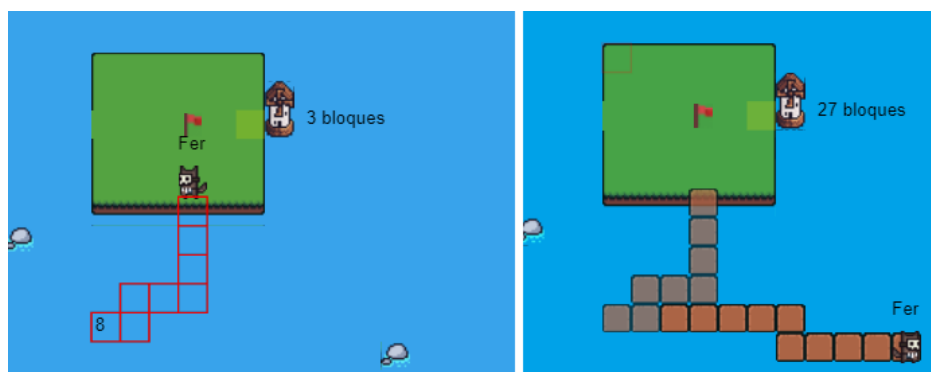


Figura 10 Jugador construyendo puentes

Una vez un jugador consiga una bandera rival pasará a llevarla encima, en ese punto debe llevar la bandera hasta su propia isla y obtendrá un punto. Todos los jugadores pueden ver la clasificación. Una vez el jugador entrega la bandera rival en su propia isla la bandera vuelve a aparecer en su lugar original, abriendo la posibilidad de que sea capturada de nuevo por otro jugador. La clasificación indica el número de banderas recuperadas por cada jugador, el profesor

puede establecer un número de banderas a obtener o simplemente dejar que los alumnos jueguen durante un periodo de tiempo y ver cuantas consiguen.

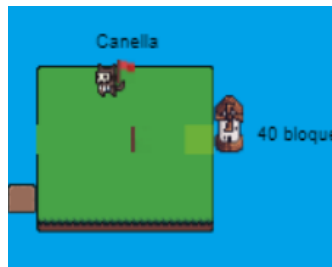


Figura 11 Jugador capturando bandera enemiga

Los jugadores podrán colaborar y ayudarse entre ellos estratégicamente, dando lugar a alianzas puntuales entre varios jugadores. Cuando dos jugadores se colocan próximos pueden abrir la opción de colaboración. La misma pregunta será formulada a los dos y si al menos uno de los dos la responde de forma correcta ambos ganarán bloques de construcción. Los jugadores pueden defender las banderas de sus islas o simplemente perjudicar a otros jugadores lanzando un reto. Al estar próximo a otro jugador se puede lanzar un reto/competición, cada jugador debe responder a una pregunta, el que responda de forma incorrecta perderá la mitad de sus bloques de construcción y será teletransportado a su isla. El reto puede servir para defender una isla haciendo que el atacante retroceda.

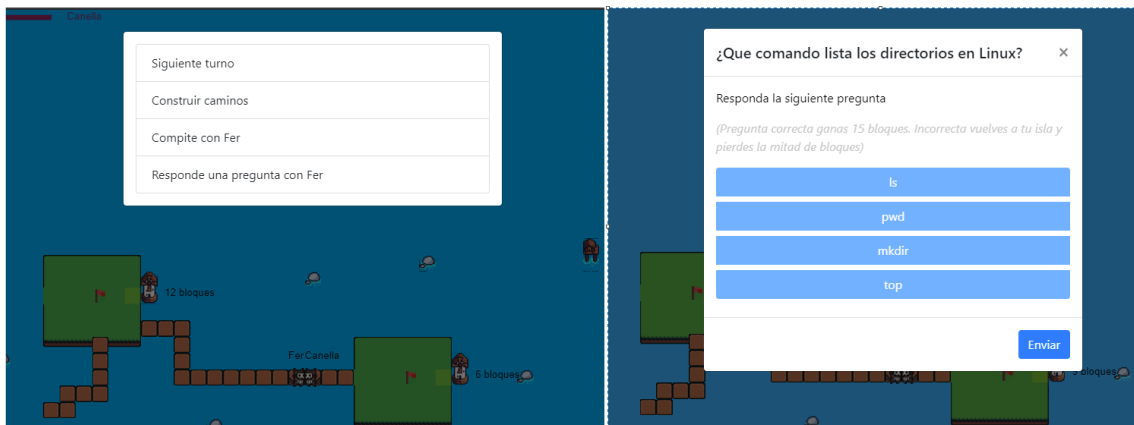


Figura 12 Jugador compitiendo contra otro

6 Evaluación

Para validar los objetivos de la investigación se ha realizado un proceso de evaluación en tres fases:

1. Evaluar el Impacto en la **motivación**, en primer lugar, se ha realizado una comparativa de las características que potencialmente permiten un aumento de la motivación, se ha comparado la propuesta con alternativas que se están utilizando en la actualidad. En segundo lugar, se ha utilizado el juego en una clase real y se ha realizado una encuesta preguntando sobre la motivación a los alumnos.
2. Evaluar la posibilidad de que los profesores puedan configurar sus propios contenidos de forma **ágil**. Para esta evaluación se estimó la complejidad de la carga de contenidos por parte de profesores en la solución propuesta y se ha comparado con distintas alternativas.
3. Evaluar cómo de **fácil resulta a los estudiantes entender las mecánicas** del juego. Sobre la prueba de la propuesta realizada en la clase se han obtenido registros de la partida y se ha comparado la evolución en el número de acciones realizadas por los alumnos para ver cuanto tardaban en comprender el juego e interactuar de forma fluida con el mismo.

6.1 Motivación

En el inicio de la investigación se identificaron una serie de características que se estimaba que influyen positivamente en la motivación del juego. Cabe destacar que por el único hecho de incluir estas características no significa que el nivel de motivación sea necesariamente mayor. Se ha realizado análisis evaluando cuáles de estas características podrían ser cumplidas por la propuesta y otras alternativas usadas actualmente por profesores en entornos reales. La **tabla1** muestra los resultados obtenidos.

	Juego Propuesto	Kahoot	Quizlet	Arcade Game Generator	Minecraft EDU	Scratch	Roblox
Interacción entre jugadores	x				x		x
Sincronización	x				x		x
Roles					x*	x*	x*
Recursos	x			x	x	x*	x
Puntuaciones	x	x	x	x	x*	x*	x*
Retos	x	x	x		x*	x*	x*
Recompensas	x	x	x		x*	x*	x*
Inteligencia Artificial					x*	x*	x*
Interoperabilidad	Internet Navegador	Internet Navegador	Internet Navegador	Internet Navegador	Internet Instalar	Internet Navegador	Internet Videojuego instalado

Tabla 1 Características identificadas en cada plataforma

x: Cumple la característica con su configuración por defecto
 x*: Cumple según la implementación realizada

Nuestra propuesta cumple con 6 de las 8 características evaluadas. Operacionalmente necesita conexión a internet y un navegador. Una de las soluciones más populares, Kahoot cumple únicamente con 3 características. Mientras que Minecraft EDU y Roblox, podrían llegar a cumplir con todas las características señaladas dependiendo de la implementación del juego realizada por el profesor. Cabe destacar que ambas opciones requieren la instalación de una aplicación cliente. Plataformas tan populares como Scratch pueden utilizarse para crear videojuegos en

entornos educativos, pero estos videojuegos no pueden poseer sincronización entre los jugadores, ya que están pensadas principalmente para un solo jugador. Por otro lado, nos encontramos plataformas como Arcade Game que únicamente podría llegar a cumplir dos de las características evaluadas.

Las siete herramientas analizadas podrían ser utilizadas para crear dinámicas de juego con contenido de las asignaturas. El grado de personalización que se puede alcanzar con cada herramienta varía, aunque una mayor personalización conlleva un conocimiento más profundo de la plataforma o el requisito de tener conceptos cercanos a la programación. Nuestra propuesta y herramientas como Kahoot, Quizlet o Arcade Game generator ofrecen acciones muy acotadas, los profesores deben únicamente configurar unos valores e introducir información. En cambio, Minecraft, Roblox y Scratch son plataformas de creación de juegos que cuentan con distintas modalidades incluso llegan a hacer uso de herramientas de desarrollo, lo que requiere un mayor nivel de conocimiento por parte del profesor.

Se ha evaluado la solución en una clase con 13 alumnos de un centro de formación profesional, cursando la asignatura de sistemas operativos. De los cuales el 77% eran hombres, y un 33% mujeres. Donde el 85% de los alumnos reconocían jugar videojuegos con regularidad.

Se prepararon 86 preguntas con 4 posibles respuestas. Cada pregunta tenía una sola opción correcta. Estas preguntas tienen dos tipos de diseño, un primer diseño donde se expone una afirmación, en la que falta una palabra y los alumnos deben completar la frase. Y otro tipo donde directamente se plantea una pregunta y se debe elegir la respuesta correcta.

Estos alumnos habían utilizado en clases anteriores la herramienta Kahoot, donde se les presenta una pregunta a todos los alumnos a la vez y tienen un límite de tiempo para responder. Si los alumnos responden a la pregunta correctamente se les asigna una puntuación. Cuanto más rápido hayan respondido a la pregunta siempre y cuando sea correcta, más puntuación obtienen los alumnos. Tras cada pregunta se les muestra un ranking con las puntuaciones de los alumnos.

La solución propuesta fue utilizada durante una sesión de clase. Inicialmente se ha explicado a los alumnos el funcionamiento básico del juego durante 10 minutos. Se dividieron a los alumnos en dos grupos y cada grupo jugó un total de dos partidas de un total de 25 minutos.

Una vez transcurrida la sesión de juego se realizó una encuesta con una serie de preguntas para analizar la impresión que estos habían tenido durante la sesión.

- **Q1** *¿Crees que, gracias al juego, tu nivel de motivación ha sido superior a otras clases?*

Los alumnos podían elegir entre las opciones “muy inferior, inferior, superior, muy superior”. Donde un **46,2%** de los alumnos contestó que la experiencia respecto a otras clases había sido “Muy superior” y un 46,2% contestó “superior” y solo un 7,7% muy inferior.

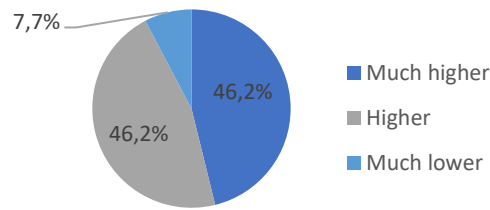


Figura 13 Respuestas Q1

Por otra parte, se ha comparado la experiencia utilizando Kahoot, que es un juego centrado en las preguntas sobre contenidos de clase, con nuestra propuesta que integra las preguntas dentro de un videojuego competitivo. Para ello se planteó la siguiente pregunta:

- **Q2** *¿Qué tipo de juego prefieres?*
 - a. “Un juego de únicamente de preguntas basadas en los contenidos de clase (Tipo Kahoot)”
 - b. Un videojuego multijugador en el que responder preguntas pueda suponer alguna ventaja competitiva en la partida (Videojuego utilizado en la sesión)

A esta pregunta un **92,3%** de los alumnos eligieron la segunda opción. Evidenciando cómo su experiencia había sido más positiva.

También nos interesaba conocer, si los alumnos preferían hacer este tipo de actividades de repaso, junto con sus compañeros creando una dinámica de competición, o si por otra parte preferían realizar una actividad similar de forma individual. Con el fin de conocer su opinión se les hizo la siguiente cuestión.

- **Q3** *¿En qué grado consideras que realizar este tipo de ejercicios de repaso junto con tus compañeros es más satisfactorio que realizarlos de forma individual?*

Podían responder eligiendo en un intervalo de 1 a 5, siendo 1 “Menos satisfactorio” y 5 “Más satisfactorio”. El promedio obtenido en las respuestas de los alumnos fue de un **4,46** con una desviación de 0,78.

Con el fin de conocer en qué grado les había resultado positiva la experiencia y creen que les resultaría útil trasladar este tipo de actividades a otro tipo de asignaturas, se les preguntó:

- **Q4** *¿En qué grado recomendarías usar este juego a otros profesores?*

Pudiendo elegir en una escala del 1 al 5 ambos incluidos, siendo la menor puntuación que no recomendarían y un 5 que sí lo recomendarían. Las respuestas obtuvieron un promedio de **4,46** y una desviación estándar de 0,88.

6.2 Creación de contenidos en el juego

La incorporación de este tipo de videojuegos en las clases requiere un conocimiento previo y un esfuerzo por parte del profesor. Para ello en esta evaluación se va a tratar de estimar la cantidad de esfuerzo necesario por parte del profesor para preparar una actividad con cada una de las alternativas analizadas. Como punto de referencia se ha fijado un objetivo muy básico, crear y compartir un juego simple con una pregunta y 4 opciones, que ofrezca feedback al alumno que responde a la pregunta.

Con el objetivo de medir la complejidad de crear este juego se han realizado dos evaluaciones. Una primera evaluación para medir la actividad del teclado y el ratón del usuario con la herramienta mousetron y una segunda evaluación basada en la técnica de KLM-GOMS [26]. Todos los juegos han sido creados por un usuario experto que sabía cómo manejar las herramientas, no se están teniendo en cuenta confusiones o tiempos de aprendizaje, se trataría de una iteración prácticamente óptima.

6.2.1 Mousetron

	Movimiento De ratón	Pulsaciones	Click izquierdo	Click derecho	Doble click	Scroll	Tiempo (s)
<i>Juego Propuesto</i>	190.5	118	21	0	0	0	86
<i>Kahoot</i>	358.14	63	19	0	1	10	89
<i>Quizlet</i>	388.62	75	15	1	0	33	76
<i>Arcade Game Generator</i>	198.25	79	13	0	0	0	72
<i>Minecraft EDU</i>	1780.54	384	130	53	11	128	627
<i>Scratch</i>	2034.54	105	116	3	22	182	235
<i>Roblox</i>	16312.51	642	498	41	16	441	973

Tabla 2 Datos obtenido en Mousetron

Los resultados muestran como en el escenario evaluado la propuesta tiene una complejidad similar al de las aplicaciones que se basan en preguntas. La creación de contenidos en la propuesta significativamente más simple que plataformas como Minecraft o Roblox que requieren 7.29 y 11.333133 veces el tiempo que requiere nuestra propuesta.

6.2.2 KLM-goms

Para la evaluación basada en la técnica de KLM-goms, se han monitorizado 6 variables. La cantidad de veces que se ha pulsado una tecla del teclado (K). El número de veces que se ha necesitado apuntar a un objeto (P). La cantidad de pulsaciones realizadas con el ratón (B). El número de transiciones realizadas entre el ratón y el teclado (H). La cantidad de veces que la interfaz de usuario mostraba un elemento en pantalla que necesitase una preparación mental extra (M). Y el número de acciones dentro del juego. Asignando a cada acción un tiempo en segundos de 0.20 (K), 1.10 (P), 0.10 (B), 0.40 (H), 1.20 (M) y 8.5 (G) respectivamente [26].

	k	p	b	h	m	g	Total (s)
<i>Propuesta</i>	27	7	5	3	9	0	25,6
<i>Kahoot</i>	26	4	4	3	8	0	20,8
<i>Quizlet</i>	27	6	4	3	8	0	23,2

<i>Arcade Game Generator</i>	32	6	5	4	9	0	25.9
<i>Minecraft EDU</i>	29	11	14	7	17	63	578
<i>Scratch</i>	52	17	20	11	21	11	154,2
<i>Roblox</i>	82	43	32	18	36	81	805,8

Tabla 3 Datos obtenidos con KLM-goms

Los tiempos obtenidos reflejan que Kahoot, Quizlet, Arcade Game Generator y la propuesta realizada son las plataformas más ágiles, con tiempos que rondan los 25 segundos, siendo Kahoot la más rápida con 20.8. Minecraft Edu ha obtenido un tiempo de 578 segundos y Roblox 805 segundos. Por lo que vemos como las plataformas más flexibles a la hora de crear experiencias personalizadas necesitan una mayor cantidad de trabajo por parte del usuario. Los tiempos medidos con el procedimiento de KLM-goms, son los tiempos que el usuario interactúa únicamente con la interfaz de usuario, mientras que el Mousetrón mide el tiempo total de la tarea. Minecraft EDU, Scratch y Roblox requieren utilizar el propio juego y realizar acciones dentro del juego, que añaden una complejidad extra al uso de dichas plataformas.

Estos tiempos están relacionados con los obtenidos en la evaluación anterior **tabla 2**. Parece que las plataformas que ofrecen más posibilidades como Roblox son mucho más complejas y requieren un mayor esfuerzo, que las plataformas que ofrecen soluciones cerradas como la propuesta.

6.2.3 Conocimientos previos requeridos

Otro aspecto que se ha evaluado es el conocimiento requerido por el profesor para utilizar cada una de las plataformas. Para ello identificamos una serie de categorías en las que se podría clasificar el conocimiento mínimo requerido para el uso de cada plataforma. De menor a mayor conocimiento las categorías consideradas fueron uso básico ordenador, uso de Internet, manejo e instalación de aplicaciones, conocimiento en videojuegos y conocimiento de lógica o programación.

	<i>Uso básico Ordenador</i>	<i>Internet y web</i>	<i>Instalación Aplicaciones</i>	<i>Videojuegos</i>	<i>Lógica y programación</i>
<i>Propuesta</i>	X	X			
<i>Kahoot</i>	X	X			
<i>Quizlet</i>	X	X			
<i>Arcade Game Generator</i>	X	X			
<i>Minecraft EDU</i>	X	X	X	X	*X
<i>Scratch</i>	X	X	X		X
<i>Roblox</i>	X	X	X	X	X

Tabla 4 Conocimientos requeridos en cada plataforma

Tanto la propuesta presentada como Kahoot, Arcade Game Generator y Quizlet requieren únicamente de conocimientos del uso básico del ordenador y el uso de la web. Minecraft EDU requiere como mínimo que el profesor tenga conocimientos de videojuegos, aunque también permite el uso de la programación. Pudiendo utilizar JavaScript, Python o un lenguaje visual compuesto por bloques como lenguajes de programación. Mientras que Scratch y Roblox requieren de conocimientos de programación para poder utilizarlos. Scratch hace uso de un lenguaje visual compuesto de bloques, mientras que Roblox hace uso de Lua.

6.3 Facilidad de entendimiento por parte de los alumnos

Para valorar en qué medida el juego es sencillo de aprender, se han registrado las acciones realizadas por los alumnos en el escenario de pruebas. La siguiente gráfica muestra la evolución

de una partida de 6 jugadores y la cantidad de acciones que los alumnos realizaron en cada minuto. Las acciones registradas no incluyen los movimientos.

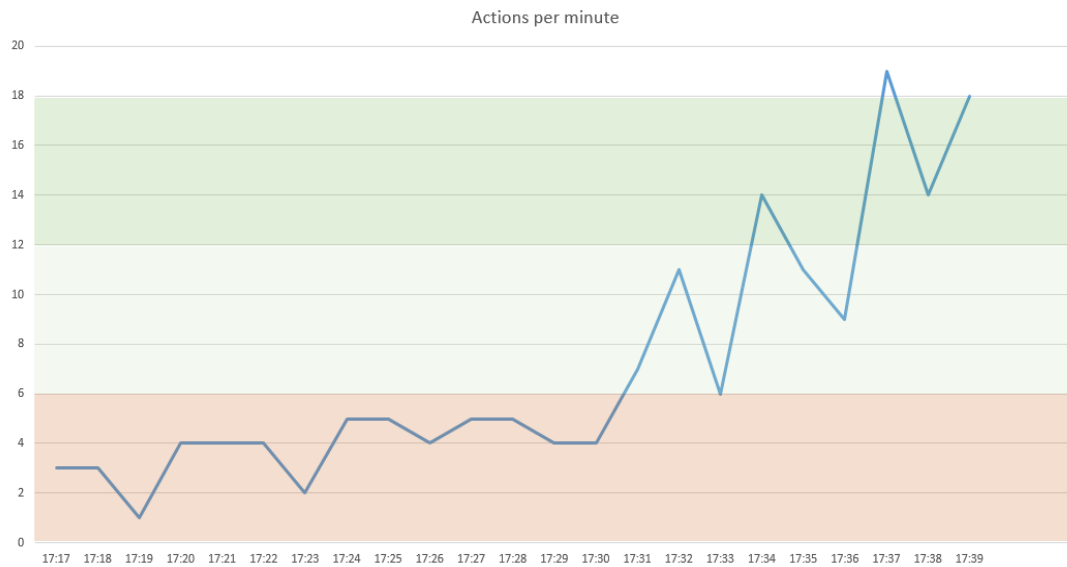


Tabla 5 Progresión de acciones por minuto

La prueba realizada tenía configurados turnos iniciales de 20 segundos, siendo ampliado este tiempo cuando un alumno recibe una pregunta. En cada turno los alumnos realizan un movimiento y una acción, al acabar acción se finaliza el turno. En caso de no realizar ninguna acción, el turno finaliza automáticamente transcurridos los 20 segundos. El gráfico de la **Tabla 5** muestra como conforme avanza la sesión el número de acciones por segundo aumenta. Llegando a alcanzar hasta 19 acciones por minuto. En el periodo de 22 minutos que duró la partida se puede observar una evolución en la rapidez de la partida.

Al inicio de la prueba se han obtenido valores por debajo de 5 acciones, donde el tiempo del turno se agotaba para varios jugadores. Esto se debe a que era la primera vez que los alumnos utilizaban el juego, y no conocían bien los controles ni las mecánicas del juego, a pesar de haber sido brevemente explicados al inicio de la prueba. Cuando el número de acciones por minuto sobrepasa las 6 significa que los 6 jugadores han sido capaces de realizar su acción en un minuto, es decir unos 10 segundos de media por cada jugador, la mitad del tiempo preestablecido en un turno. Cuando el número de acciones sobrepasada las 12 el ritmo era bastante rápido indicando que ya disponían de un nivel de entendimiento del juego muy alto.

7 Conclusiones Y Trabajo Futuro

En esta investigación hemos estudiado cómo utilizar los videojuegos para aumentar la motivación en ámbitos educativos. La solución planteaba embeber contenido didáctico en videojuegos multijugador de carácter competitivo / colaborativo. La posibilidad de incluir preguntas en el videojuego hace que pueda ser aplicado de forma genérica a muchas materias, en contraposición a los videojuegos que están diseñados para adquirir un único tipo de conocimiento.

El prototipo diseñado a partir de la propuesta fue evaluado de diferentes maneras para comprobar si en ese escenario se cumplían los objetivos de la investigación. La propuesta debía incluir en el videojuego mecánicas fáciles de entender, para ello se midieron el número de acciones registradas por los alumnos que probaron el juego. En el escenario evaluado los alumnos fueron capaces de jugar con fluidez tan solo 14 minutos después de comenzar la primera partida.

Otro de los objetivos era que los profesores pudieran configurar el juego y el contenido docente de forma sencilla. Al comparar la propuesta con las diferentes alternativas se obtuvo una estimación de complejidad muy similar a las herramientas populares como Kahoot o Quizlet. La estimación temporal de crear un juego de prueba con Kahoot y Quizlet fue de 89 y 76 segundos frente a los 86 de la propuesta. Los tiempos obtenidos supusieron una mejora considerable frente a alternativas como Minecraft Edu o Roblox que necesitan alrededor de 627 y 973 segundos.

La investigación tenía como objetivo aumentar la motivación respecto a las herramientas de gamificación basadas en preguntas y que no incluyen videojuegos. Para analizar el impacto sobre la motivación se realizaron cuestionarios a los alumnos participantes en la prueba. El en escenario evaluado el **92,3%** prefirió la solución propuesta a una herramienta basada únicamente en preguntas como Kahoot. El 46,2% contestó que la motivación respecto a otras clases había sido superior y otro 46,2% muy superior. Valoraron muy satisfactoriamente la posibilidad de realizar las preguntas de forma conjunta (4,46/5) y de forma mayoritaria recomendaron el uso de la propuesta en otras asignaturas (4,46/5).

Como trabajo futuro nos planteamos la posibilidad de buscar sistemas que automaticen la generación de preguntas o contenido que pueda ser implantado en este tipo de videojuegos. Para la preparación de las pruebas, se ha requerido de un trabajo extra por parte de los profesores para preparar las preguntas y la actividad dentro de la plataforma creada. Por lo que nos interesa evaluar si utilizar este tipo de herramientas consigue mayor aceptación por parte del profesorado, sin perder calidad para el aprendizaje del contenido por parte de los alumnos.

8 Dirección Y Gestión

8.1 Planificación y presupuesto

8.1.1 Identificación de interesados

Los interesados en desarrollo del proyecto son:

- **Investigador del proyecto:** Encargado de planificar y realizar todo el desarrollo del proceso de investigación
- **Director del proyecto:** Profesor que dirige, aconseja y supervisa el trabajo realizado en el proyecto por el investigador.
- **Tribunal del proyecto:** Comité evaluado del proyecto

8.1.2 OBS

El proyecto cuenta con la siguiente organización:

Director: Se encargará de dirigir al alumno investigador

Alumno investigador: El alumno es el encargado principal del proceso de investigación, desarrollo del prototipo y evaluación de los datos obtenidos. Por ello llevara a cabo todos los roles necesarios para el desarrollo de este.

8.1.3 PBS

La realización del proyecto debería generar los siguientes entregables:

- **Código del prototipo realizado:** Código fuente del prototipo realizado. Este incluye tanto la plataforma de gestión, el videojuego desarrollado y el servidor que comunica ambos módulos.
- **Documentación del proyecto:** Memoria del proyecto realizado. Este contendrá tanto del proceso de investigación realizado, como la información sobre la gestión de este.
- **Artículo de investigación:** Artículo de investigación generado durante la realización del proyecto.
- **Documentación generada con los resultados de las pruebas:** Los documentos generados durante el proceso de pruebas realizado en el prototipo.

8.1.4 WBS – Planificación inicial

Comenzamos la planificación del proyecto, una vez ya está elegido el tema con el director y se han planteado distintas líneas que poder elegir para desarrollar la investigación.

A mediados de enero se comienza con el proceso de desarrollo y ejecución del proyecto. Inicialmente se realizan una serie de tareas, relativas al inicio de un proceso de investigación y gestión de este. Tras estas tareas se plantea realizar un estudio intensivo del estado del arte, siguiendo las líneas de investigación designadas por el tutor. A continuación, se pondrán en común una serie de propuestas para realizar la investigación. Y se actualizará la planificación del presupuesto, cronograma y riesgos, adaptándolos a las decisiones tomadas en las tareas anteriores.

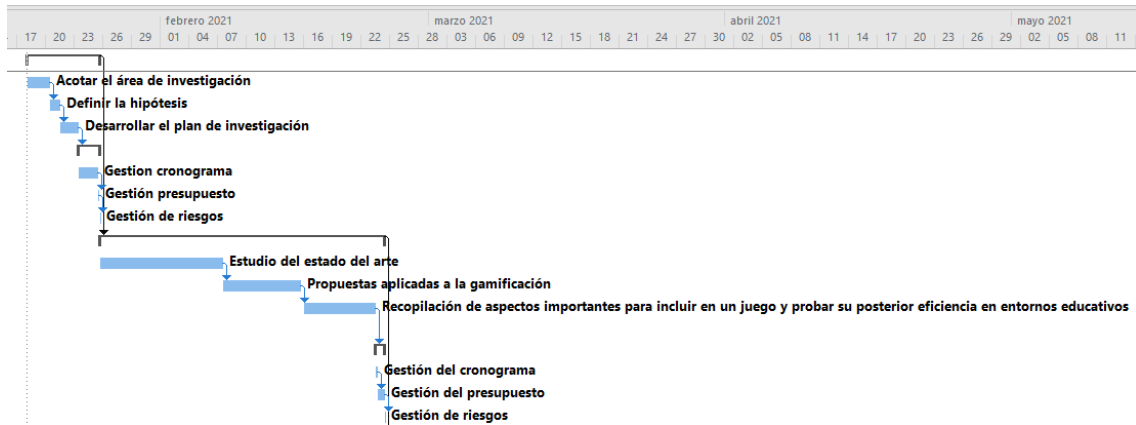


Figura 14 Planificación inicial 1

A finales de febrero se planea ya comenzar con los primeros diseños y prototipos necesarios para realizar el proceso de investigación. Una vez realizado el diseño, se procederá a realizar la implementación, para realizar una serie de pruebas donde se recogerían datos que serían utilizados posteriormente para la evaluación de las hipótesis planteadas.

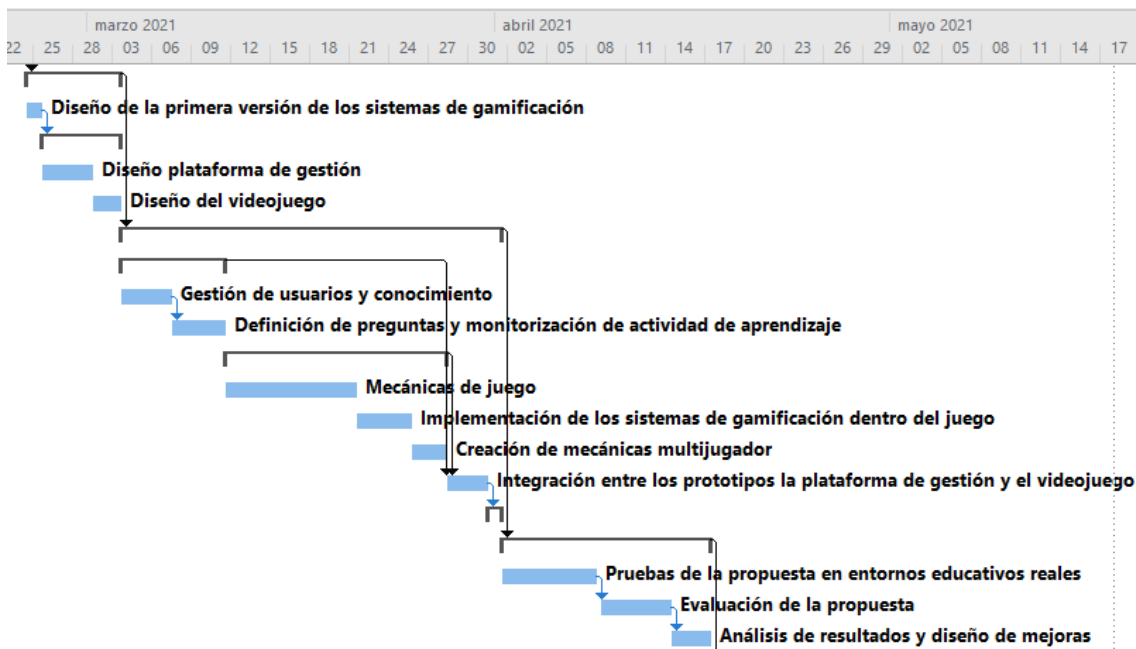


Figura 15 Planificación inicial 2

Con los datos obtenidos en el análisis se realizaría un proceso de rediseño, para llevar a cabo una segunda evaluación más corta, con el objetivo de evaluar una serie de conclusiones y realizar la parte de documentación y preparación de los medios para la difusión de resultados.

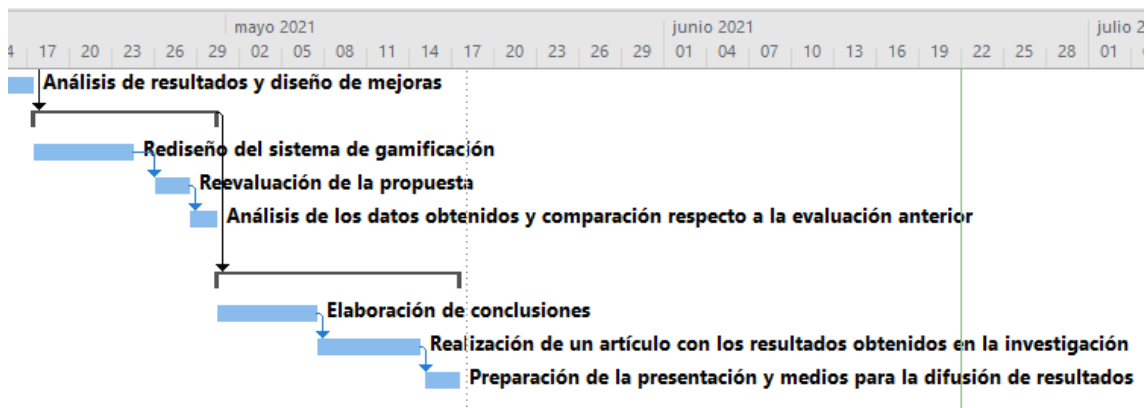


Figura 16 Planificación inicial 3

Entorno al 17 de mayo se plantea tener finalizado el proyecto, dejando un margen considerable, para poder soportar posibles cambios de planificación, retrasos o riesgos del proyecto.

8.1.5 Riesgos

8.1.5.1 Plan de gestión de riesgos

El plan de gestión de riesgos del proyecto se incluye en el [Anexo 1](#).

8.1.5.2 Identificación de riesgos

Se han identificado una serie de riesgos (positivos o negativos) al inicio del proyecto:

- Cambios en la legislación de protección de datos que limite el uso de nuestro servicio en el ámbito público
- El grupo con el que se realizan experimentos, por decisión del centro deja de participar en el experimento
- El prototipo no se llega a completar en periodo lectivo (necesario para evitar retrasos)
- Los alumnos de prueba no cuentan con el equipo mínimo para realizar pruebas
- Problemas en la recogida de datos de los experimentos de una iteración
- El alumno requiere priorizar recursos, y dedicar tiempo del proyecto a otras asignaturas o trabajo
- Caídas en los servicios en la nube durante una fase de pruebas con alumnos
- Cambios en librerías de terceros
- Aparición de un problema en el funcionamiento del prototipo durante los experimentos con alumnos
- Los usuarios del prototipo pueden contar con distintos sistemas operativos
- Fallos en la estimación de tiempos en estudiar el estado del arte
- El prototipo realizado no cumple las expectativas esperadas, tras realizar la evaluación
- Fallos en el equipo informático utilizado durante el desarrollo del proyecto
- Pérdida de información del proyecto
- Problemas con la revista en el envío del Artículo

8.1.5.3 Registro de riesgos

El registro inicial de riesgos se adjunta al proyecto en el [Anexo 2](#).

8.1.6 Presupuesto inicial

El presupuesto se divide en 3 secciones. Una primera sección donde se especifican los costes directos del proyecto, teniendo en cuenta las tareas que se han estimado, teniendo en cuenta

que se ha establecido un precio a los perfiles de 35€/h. De cada tarea principal se desglosa un segundo nivel de subtareas donde se especifican la cantidad de horas y coste de cada una de ellas.

Presupuesto						
Costes Directos						
Nivel	Tarea	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal	Total
1	Fase preliminar					1.155,00 €
	1 Acotar el área de investigación	12	horas	35,00 €	420,00 €	
	2 Definir la hipótesis	8	horas	35,00 €	280,00 €	
	3 Desarrollar el plan de investigación	8	horas	35,00 €	280,00 €	
	4 Planificación	5	horas	35,00 €	175,00 €	
2	Fase de análisis y estudio del estado del arte					5.250,00 €
	1 Estudio del estado del arte	65	horas	35,00 €	2.275,00 €	
	2 Propuestas aplicadas a la gamificación	42	horas	35,00 €	1.470,00 €	
	3 Recopilación de aspectos importantes para incluir en un juego y probar su posterior eficiencia en entornos educativos	38	horas	35,00 €	1.330,00 €	
	4 Sesión de seguimiento	5	horas	35,00 €	175,00 €	
3	Diseño de la propuesta					1.330,00 €
	1 Diseño de la primera versión de los sistemas de gamificación	8	horas	35,00 €	280,00 €	
	2 Diseño de los prototipos a realizar	30	horas	35,00 €	1.050,00 €	
4	Creación de prototipos					5.110,00 €
	1 Creación del prototipo de la plataforma del profesor	40	horas	35,00 €	1.400,00 €	
	2 Creación del prototipo 0 del videojuego	83	horas	35,00 €	2.905,00 €	
	3 Integración entre los prototipos la plataforma de gestión y el videojuego	18	horas	35,00 €	630,00 €	
	4 Sesión de seguimiento	5	horas	35,00 €	175,00 €	
5	Evaluación					1.470,00 €
	1 Pruebas de la propuesta en entornos educativos reales	27,5	horas	- €	- €	
	2 Evaluación de la propuesta	26	horas	35,00 €	910,00 €	
	3 Análisis de resultados y diseño de mejoras	16	horas	35,00 €	560,00 €	
6	Re-Evaluación					1.680,00 €

	1	Rediseño del sistema de gamificación	37	horas	35,00 €	1.295,00 €
	2	Reevaluación de la propuesta	14	horas	- €	- €
	3	Análisis de los datos obtenidos y comparación respecto a la evaluación anterior	11	horas	35,00 €	385,00 €
7		Cierre y Documentación				3.080,00 €
	1	Elaboración de conclusiones	36	horas	35,00 €	1.260,00 €
	2	Realización de un artículo con los resultados obtenidos en la investigación	40	horas	35,00 €	1.400,00 €
	3	Preparación de la presentación y medios para la difusión de resultados	12	horas	35,00 €	420,00 €
Total						19.075,00 €

Tabla 6 Costes iniciales directos

El coste total de los costes directos es de 19.075€. A este precio se va a añadir el coste indirecto generado por el material de oficina, hardware y software utilizado durante el desarrollo del proyecto.

Costes Indirectos				
1	Equipo Informático (amortizado 5 años)	5 meses	6,66 €	33,3€
2	Servidores	5 meses	5,00 €	25€
3	Consumibles y servicios	5 meses	30,00 €	150€
Total			208,30 €	

Tabla 7 Costes iniciales indirectos

El total de los costes indirectos es de 208,30€ prorrateando el coste del material a los 5 meses de duración del proyecto. Los costes directos e indirectos se suman, para calcular el beneficio deseado de un 20%, y al que tras aplicar el 21% de IVA da un total de 27.999,35€.

Presupuesto Final	
Costes Directos	19.075,00 €
Costes Indirectos	208,3 €
Beneficio (20%)	3.856,66 €
IVA	4.859,39 €
Total	27.999,35 €

Tabla 8 Presupuesto inicial

8.2 Ejecución del proyecto

8.2.1 Plan Seguimiento de Planificación

La planificación inicial del proyecto se ha realizado utilizando el programa de gestión Microsoft Project. Se han definido una serie de tareas con unas fechas de inicio y fin, unos recursos asignados a cada tarea. Durante el desarrollo del proyecto se irá actualizando el progreso de

cada una de las tareas, ajustando las fechas de inicio y fin si es necesario y añadiendo o eliminando tareas al proyecto si el proyecto así lo requiere.

En esta memoria se va a reflejar 3 líneas base correspondientes al inicio del proyecto, a la mitad del proyecto y al final del proyecto. La mitad del proyecto se va a considerar el momento en el que el prototipo ya ha sido implementado, pero no ha sido evaluado.

8.2.1.1 Línea base inicial

La línea base inicial corresponde a la planificación que se ha especificado en la sección 1.1.1 WBS – *Planificación inicial*. Esta planificación se ha realizado en base a una estimación de tareas que han puesto en común el director y el alumno investigador. Las tareas siguen una estructura continua donde cada tarea se va a realizar tras la finalización de la anterior. En caso de necesitar modificar el trabajo realizado en una tarea ya terminada, se añadiría una nueva tarea, con el fin de evitar tener más de una tarea ejecutándose al mismo tiempo por un único recurso.

8.2.1.2 Línea base a mitad del proyecto

La primera fase de la planificación se siguió tal y como se había descrito en la planificación inicial, se completan las tareas de inicio del proyecto y las relacionadas con la fase inicial del proceso de investigación.

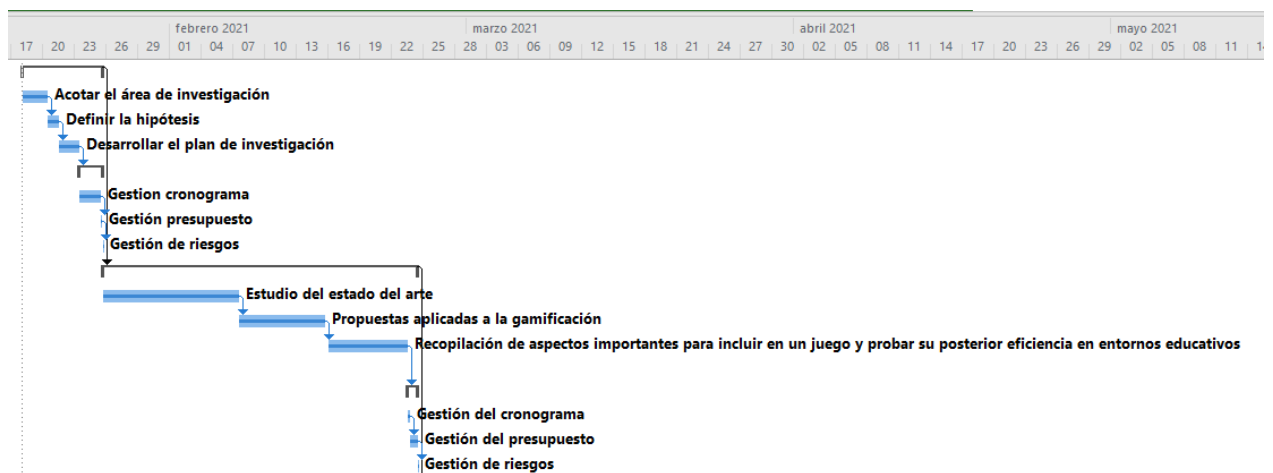


Figura 17 línea base a mitad de proyecto 1

En cambio, algunas tareas en la fase de implementación del prototipo se alargan más del tiempo previsto en la fase inicial. Cuatro de las tareas han necesitado más horas de las previstas. Para solucionar el problema se retrasó todo el proyecto el tiempo necesario.

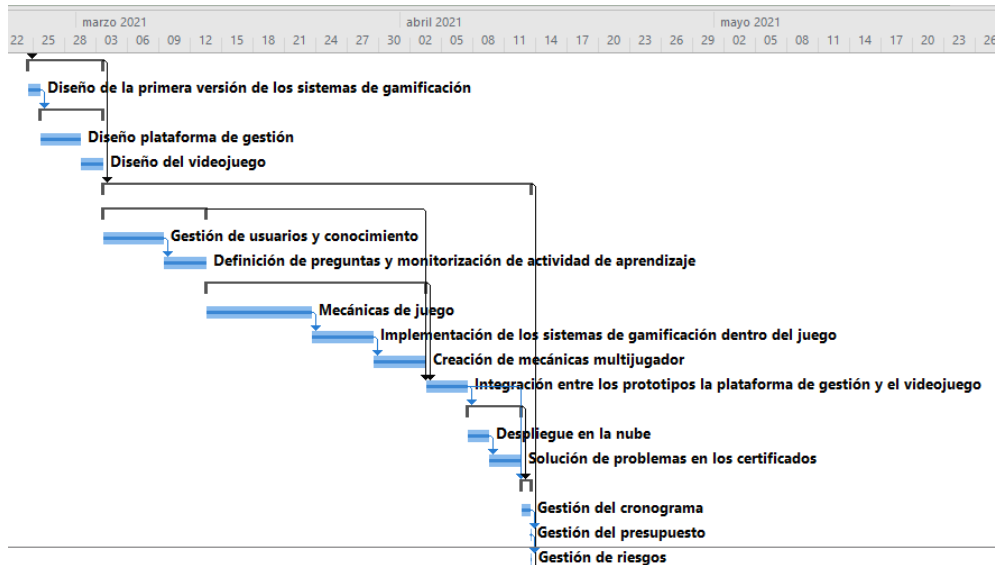


Figura 18 línea base a mitad de proyecto 2

Además, se incluyó una tarea de despliegue del prototipo que no se había contemplado en la fase inicial. Durante este despliegue surgieron problemas relacionados con los certificados de seguridad. Este problema surgió debido a que el prototipo se desplego con Firebase, que incluye certificados HTTPS automáticamente. En cambio, el despliegue del servidor backend se había realizado sin certificados, y la mayoría de los navegadores que ambos despliegues estuvieran configurados de la misma forma.

Todos estos ajustes realizados en la planificación implicaron un retraso en el fin del proyecto hasta el día 29 de mayo. Cuando inicialmente el fin de proyecto estaba fijado el 17 de mayo.

8.2.1.3 Línea base final

En esta línea base describimos la diferencia entre la planificación final y la línea base a mitad de proyecto. En los diagramas de Gantt de las imágenes, se ven las diferencias temporales con las líneas grises como la planificación a mitad de proyecto, y las líneas azules que muestran las tareas al final del proyecto.

La realización de las pruebas en centros educativos no pudo realizarse en la fecha que se fijó inicialmente. Por ello se retrasó la evaluación y se hizo una prueba interna para comprobar posibles mejoras que se pudieran implementar antes de realizar las pruebas en el centro con los alumnos. Para ello se cambiaron las tareas de evaluación que ya estaban planificadas y se añadieron algunas tareas para implementar las mejoras que se detectaron.

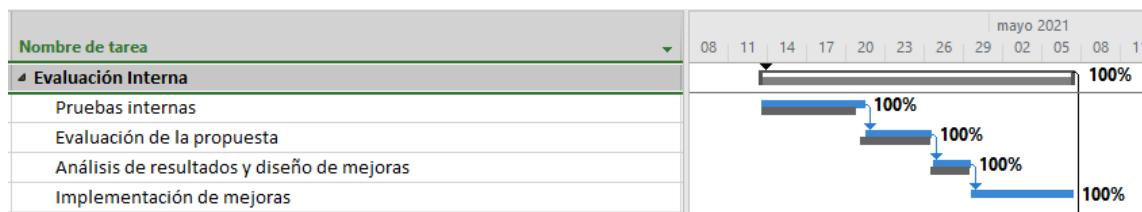


Figura 19 línea base a final de proyecto 1

Debido al retraso en las pruebas del prototipo con alumnos, hubo una semana en el que no se realizaron tareas concretas que se hayan planificado, aunque se fue documentando la parte del proyecto que ya se había ejecutado.

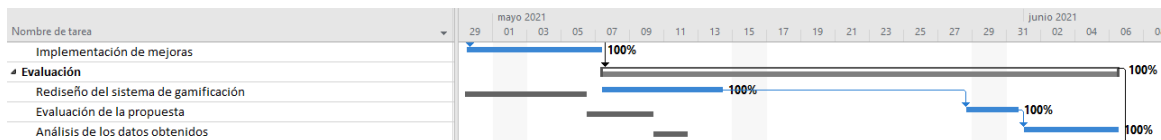


Figura 20 línea base a final de proyecto 2

Tras realizar las pruebas en el centro educativo, se necesitó más tiempo del estimado para analizar los resultados. Lo que junto con el proceso de cierre y documentación donde se añadieron tareas y horas a esas tareas, movió la fecha de fin de proyectos hasta el 27 de junio. Siendo el 29 de mayo la fecha fijada en la línea base anterior.

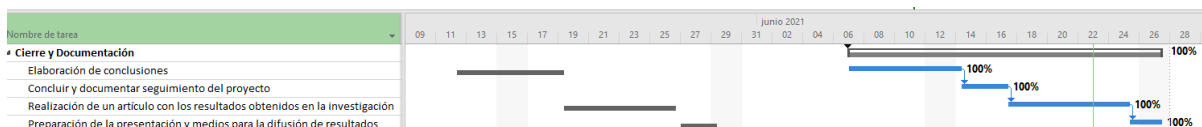


Figura 21 línea base a final de proyecto 3

8.2.2 Bitácora de incidencias del proyecto

Se han registrado las incidencias que han surgido durante el proyecto.

Descripción	Fecha
Problemas con los certificados en entornos de despliegue	04/04/2021
Cambio de fechas para la realización de pruebas con alumnos	11/04/2021

8.2.3 Seguimiento de Riesgos

Al inicio del proyecto se ha previsto una serie de riesgos que pueden surgir durante el proyecto, estos riesgos son supervisados durante todo el proyecto. Para ello contamos con una tabla que contiene, la información detallada del riesgo, junto con el estado actual de este. A continuación, se muestran algunos de los riesgos que más se han supervisado, con las posibles modificaciones que han podido tener durante el transcurso del proyecto:

8.2.3.1 Riesgo ID 2

- Versión 1.0 – Versión inicial de la hoja de datos del riesgo ID 2

ID: 2	Nombre: El grupo con el que se realizan experimentos, por decisión del centro deja de participar en el experimento
Descripción: Los centros formativos son entidades externas con intereses distintos a los de nuestra organización que podrían cambiar durante el proyecto. Para nosotros como proyecto es importante elegir el centro adecuado, si durante la fase de experimentación, el centro decide terminar con la colaboración. Todo el tiempo invertido en llegar a acuerdos con el centro, explicar al profesorado el funcionamiento del sistema, los experimentos realizados con los alumnos y el resto de los procesos donde el centro esté involucrado, podría perderse para tener que volver a empezar.	
Categoría(s) de riesgo: Externo > Stakeholders	

Status: Controlado	Causas del Riesgo: Las exceptivas del centro pueden no coincidir con el transcurso del proyecto Cualquier riesgo o factor, podría cambiar el proyecto, y el centro puede no estar dispuesto a aceptar dicho cambio El profesorado del centro puede no estar dispuesto en realizar el esfuerzo necesario en usar nuestro prototipo con los alumnos, impactando negativamente en el proyecto y en la continuidad de este Los alumnos o tutores (en caso de ser menores) pueden tener rechazo a usar nuestro prototipo, lo que podría provocar que el centro quiera dejar de utilizarlo				
Probabilidad	Impacto				Impacto Total
	Presupuesto	Planificación	Alcance	Valor obtenido	
Media	Medio	Crítico	Muy Bajo	Alto	0,35
Respuestas	Evitar: En la fase de búsqueda de centros, una vez obtengamos una lista de centros interesados. Solicitaremos que realicen una encuesta anónima, para valorar el interés en el proyecto de profesores, alumnos y demás de personas del centro que vayan a estar involucradas en el proyecto. Ofreceremos toda la información posible para que todos involucrados entiendan exactamente que se pretende con el proyecto. Realizaremos un contrato con el centro por lo que se compromete a participar en la totalidad del proyecto, donde queden claros los compromisos de ambas partes.				
Riesgos derivados de éste: Si este riesgo afecta el proyecto podría derivar en la activación del riesgo id #3 con nombre “El prototipo no se llega a completar en periodo lectivo (necesario para evitar retrasos)”					
Riesgo residual: El proyecto corre el peligro de que, a pesar de las medidas tomadas, el centro se quiera desvincular del proyecto.					
Plan de Contingencia: Si el riesgo afecta al proyecto, se deberá evaluar la situación del proyecto. Para decidir si se va a volver a comenzar con otro grupo de alumnos a realizar los experimentos o si, se cierra el proyecto con los experimentos o datos obtenidos. Para ello se reunirá el jefe de proyecto con todo el equipo para evaluar la situación en las distintas áreas del proyecto. El jefe de proyecto, en caso crítico, se reunirá con la dirección de la empresa para evaluar las medidas que se van a tomar. En caso de que con los recursos asignados como contingencias se pueda reconducir el proyecto, el jefe de proyecto decidirá con el equipo como continuar con el proyecto.			Presupuesto para contingencias: En caso de necesitar rediseñar el proyecto y contar con otro grupo de alumnos, se contará con hasta 8000€ Planificación temporal de las contingencias: Este riesgo puede afectar al proyecto en cualquier momento. Conforme pasa el tiempo las consecuencias del riesgo en el proyecto son peores. En caso de tener que replanificar el proyecto, se establece el periodo de 4 semanas como tiempo extra máximo para llegar a reconducir el proyecto con el nuevo grupo de alumnos.		

Comentarios: N/A	
Monitorización: Que existan un gran número de incidencias en el prototipo o que resolverlas tome demasiado tiempo, puede provocar un rechazo en los usuarios lo que, de forma prolongada, provocaría pérdida de interés en participar en el proyecto. Utilizar una herramienta nueva a la hora de trabajar puede empeorar el ritmo de trabajo, si el uso de la misma no está diseñado teniendo en cuenta el usuario final, por ello se debe recoger feedback de los usuarios y así poder evaluar el nivel de satisfacción de los mismos. Tras cada revisión se evaluarán y analizarán todos los datos recogidos por los usuarios, para realizar así un proceso de mejora continua.	
Indicadores:	
Indicador 1: Nivel de satisfacción recogido en las encuestas solicitadas después de cada fase a los distintos participantes del experimento.	Evaluación: Se realizarán una serie de preguntas a las que el participante podrá valorar del 1 al 5, junto con algún comentario u observación que el participante quiera aportar, al final de cada iteración desde el propio prototipo se le mostrará un enlace a la encuesta.
Indicador 2: Medición del tiempo de uso del prototipo en cada usuario.	Evaluación: Mediremos el tiempo de uso que cada usuario invierte en cada fase del experimento para valorar si hay interés o no, o si ha existido algún problema durante las pruebas. Este indicador se medirá tanto en profesores como con alumnos. Y los resultados se comparan en cada fase con las fases de prueba anteriores. En cada fase se analizará el tiempo estimado y el tiempo obtenido en las pruebas realizadas en cada iteración.
Indicador 3: Incidencias reportadas	Evaluación: Entendemos que para tener una buena experiencia probando nuestro prototipo, los usuarios deben tener una experiencia de uso optima. Por ello se ha establecido que debemos controlar la cantidad de incidencias, el tiempo de resolución de incidencias en cada iteración.

Tabla 9 Seguimiento riesgo 2

8.2.3.2 Riesgo ID 3

- Versión 1.0 – Versión inicial de la hoja de datos del riesgo ID 3

ID: 3	Nombre: El prototipo no se llega a completar en periodo lectivo (necesario para evitar retrasos)
Descripción: El prototipo realizado se comienza a desarrollar al inicio del primer semestre lectivo (desde enero hasta finales de junio). Cualquier retraso demasiado prologando en el desarrollo del prototipo, podría hacer que el prototipo no esté listo en junio, y por tanto los alumnos ya se encuentren en periodo vacacional, afectando gravemente a la planificación del proyecto.	
Categoría(s) de riesgo: Gestión del proyecto > Estimaciones	

Status: Controlado	Causas del Riesgo: Cualquier circunstancia del proyecto que modifique la planificación varios meses podría desencadenar este riesgo. Un fallo (de cualquier origen) durante una primera prueba de prototipo, fuera que se tenga que realizar una segunda prueba, fuera del horario lectivo.				
Probabilidad	Impacto				Impacto Total
	Presupuesto	Planificación	Alcance	Valor obtenido	
Baja	Medio	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	0,21
Respuestas	Mitigar. Planificaremos el proyecto y las fases de pruebas para que no se vean involucradas con las vacaciones de los alumnos, y realizaremos reuniones con el centro para informarnos de su calendario escolar.				
Riesgos derivados de éste: Los riesgos derivados de este riesgo son los relacionados con la planificación del proyecto, que no podría cumplirse y necesitaría grandes modificaciones. Lo que también afectaría gravemente al presupuesto del proyecto.					
Riesgo residual: En caso de no poder evitar dicho riesgo se tendría que esperar al siguiente curso escolar para poder probar la aplicación.					
Plan de Contingencia: En la planificación inicial la última fase de pruebas realizadas se ha planificado el 28 de abril. Dejando un margen de 58 días respecto a la fecha fin de curso. En cada revisión de seguimiento del proyecto se evaluará si las posibles modificaciones en la planificación afectan a este riesgo para replanificar el proyecto.			Presupuesto para contingencias: Se contarán con 1000 € de reserva en caso de que el proyecto tenga un cambio en la planificación que active este riesgo. En caso de tener que esperar al siguiente curso académico el proyecto se parará, no generando ningún gasto que exceda dicho presupuesto.		
			Planificación temporal de las contingencias: Los 58 días de margen calculados en la planificación inicial son los que contamos como reserva temporal, que actuaría como contingencia al riesgo.		
Comentarios: N/A					
Monitorización: En cada tarea de seguimiento se recalcularán los días de margen entre fin de curso y el último día en el que se han planificado pruebas con los alumnos. En caso de que el número de días fuera inferior a 25, el riesgo cambiario de estado a "Activo" ya que se considera un margen de tiempo muy bajo. Ya que se tiene en cuenta que el centro educativo, tiene su propia planificación y que es posible que los últimos 25 días del curso, tengan planificadas una serie de actividades (exámenes, excursiones...) que dificulten la prueba con nuestro prototipo.					
Indicadores:					

Indicador 1: Número de días entre la última prueba a realizar con el centro y el fin de curso	Evaluación: En caso de que el indicador sea menor de 25, el riesgo se activara. En el momento que las pruebas se hayan realizado el riesgo se cerrará.
--	--

Tabla 10 Seguimiento riesgo 3

8.2.3.3 Riesgo ID 8

- Versión 1.0 – Versión inicial de la hoja de datos del riesgo ID 8

ID: 8	Nombre: Cambios en librerías de terceros				
Descripción: En el proyecto se va a realizar el desarrollo de un prototipo. Para esta tarea se va a necesitar software hecho por terceros que agilice el desarrollo. Este software puede tener cambios no previstos o incompatibilidades no controladas.					
Categoría(s) de riesgo: Técnicos > Infraestructura					
Status: Controlado	Causas del Riesgo: Se requiere actualizar una librería para contar con más funcionalidades, pero el cambio de versión causa incompatibilidades con el prototipo actual. Utilizamos una librería que depende de algún factor externo que no controlamos. Por ejemplo, una librería para conectarse a la base de datos de Firebase, debe actualizarse debido a que van a dejar de dar soporte a versiones antiguas de esa base de datos.				
Probabilidad	Impacto			Impacto Total	
	Presupuesto	Planificación	Alcance	Valor obtenido	
Media	Medio	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo	0,21
Respuestas	Aceptación. Al ser un prototipo muy cambiante en un contexto de investigación, priorizaremos la rapidez del desarrollo a la estabilidad en el largo plazo. Siempre minimizando el riesgo intentando usar las librerías más estables.				
Riesgos derivados de éste: Si el riesgo afecta notablemente a la planificación del proyecto podría derivar en la activación del riesgo id #3 con nombre “El prototipo no se llega a completar en periodo lectivo (necesario para evitar retrasos)”					
Riesgo residual: En el peor de los casos se deberá buscar librerías alternativas o realizar una implementación propia.					
Plan de Contingencia: En la fase de diseño del prototipo, se estudiarán que librerías de terceros pueden ser utilizadas para el desarrollo del proyecto. Priorizando aquellas más estables, y aquellas que cubran más			Presupuesto para contingencias: El riesgo no supone un riesgo directo en el presupuesto. Pero puede tener costes indirectos originados en el coste del personal que tenga que controlar el riesgo. Se estima que este riesgo puede tener un coste máximo de 350 €, en caso de tener controlar dicho riesgo.		

específicamente las necesidades del proyecto.	Planificación temporal de las contingencias: El desarrollo del prototipo tiene un margen temporal fijado en el riesgo ID 3
Comentarios: N/A	
Monitorización: Durante el diseño del prototipo se comprobarán todas las dependencias o software de terceros que vayan a utilizarse durante el desarrollo. De esta forma se evitarán posibles imprevistos durante la fase de implementación. En caso de necesitar una dependencia, que no se había identificado, se deberá comprobar la compatibilidad de esta con el resto del proyecto, y si de la posibilidad de generar problemas en el prototipo en futuro cercano.	
Indicadores:	
Indicador 1: Requisitos de las dependencias	Evaluación: Una vez establecidos los lenguajes de programación y herramientas utilizadas en el prototipo. Se compararán las incompatibilidades entre dependencias o la posibilidad de que sufran cambios no planeados.

Tabla 11 Seguimiento riesgo 8

8.2.3.4 Riesgo ID 9

- Versión 1.0 – Versión inicial de la hoja de datos del riesgo ID 9

ID: 9	Nombre: Aparición de un bug en el prototipo durante los experimentos con alumnos				
Descripción: El momento de realizar las pruebas con los alumnos es un momento crítico del proyecto. Independientemente del resultado obtenido en las pruebas, el que ocurra algún error inesperado durante su desarrollo, que retrase el proyecto, puede tener un impacto muy negativo sobre el proyecto.					
Categoría(s) de riesgo: Técnicos > Innovación					
Status: Controlado	Causas del Riesgo: Problemas con las comunicaciones entre el centro y los servidores utilizados. Incompatibilidades con el software que utiliza algún alumno y el prototipo desarrollado. Debido a la variedad de dispositivos, tamaños y versiones donde se puede probar. Algún error que no haya sido detectado al probar el prototipo con muchos usuarios al mismo tiempo.				
Probabilidad	Impacto				Impacto Total
	Presupuesto	Planificación	Alcance	Valor obtenido	
Media	Bajo	Medio	Medio	Alto	0,35

Respuestas	Mitigación. Si una fase de prueba se ve interrumpida total o parcialmente, se intentará corregir y evitar mediante test previos a la realización de la prueba.
Riesgos derivados de éste: Un error no recuperable durante la fase de pruebas, implicaría un retraso en la planificación. Y este a su vez podría afectar al riesgo ID 3.	
Riesgo residual: En caso de no poder solucionar un error durante la fase de pruebas se deberá hacer todo lo posible por identificarlo, para solucionarlo y replanificar la prueba lo antes posible.	
Plan de Contingencia: Antes de las pruebas con los alumnos se harán pruebas. Una de las pruebas consistirá en que un profesor del centro pruebe el prototipo con los equipos que cuenta en dicho centro. Además, se realizarán pruebas con al menos la mitad de las personas que probaran el prototipo en condiciones reales, y se motorizará toda la actividad para detectar posibles problemas.	Presupuesto para contingencias: Se contará con hasta un máximo de 3000€ en caso de tener que replanificar la evaluación del proyecto, y solucionar los problemas que han surgido. Planificación temporal de las contingencias: El margen con el que cuenta la planificación del proyecto en aquellas tareas previas a las pruebas con los alumnos, es el descrito en las contingencias temporales del riesgo 3.
Comentarios: N/A	
Monitorización: Durante las pruebas se dispondrán de logs, que registrarán toda la actividad realizada durante la prueba. Estos logs serían fundamentales en caso de tener que detectar un posible fallo durante las pruebas. Tanto en las pruebas previas como en las pruebas se registrará la actividad de los servidores, para comprobar si se alcanza el límite de capacidad de los servidores.	
Indicadores:	
Indicador 1: Logs del servidor	Evaluación: En caso de detectar algún error durante las pruebas previas como en la propia prueba. El log registraría el origen del error.
Indicador 2: Monitorización de los servidores	Evaluación: La capacidad de los servidores se medirá en las pruebas previas a la evaluación. Con la carga utilizada en estas pruebas se extrapolará la carga en las pruebas con los alumnos. Dejando un margen de error del 20%.
Indicador 3: Pruebas previas a la evaluación con los alumnos	Evaluación: En caso de encontrar algún error en las pruebas previas, el riesgo se establecerá como activo, y se procederá a analizar la situación para solucionarlo antes de las pruebas. En caso de que no diera tiempo se estudiaría la posibilidad de postponer dicha prueba.

Tabla 12 Seguimiento riesgo 9

8.2.3.5 Riesgo ID 14

- Versión 1.0 – Versión inicial de la hoja de datos del riesgo ID 14

ID: 14	Nombre: Pérdida de información del proyecto
Descripción: Durante el proyecto se va a generar una serie de información y prototipos. Cualquier pérdida de información podría suponer el retraso de todo el proyecto, y de tener que repetir tareas ya realizadas.	

Categoría(s) de riesgo: Técnicos > Pérdida de datos					
Status: Controlado	Causas del Riesgo: Los discos duros tienen un tiempo de vida estimado. Estos pueden fallar y perder parcial o totalmente la información de este. Cualquier incidente originado en el lugar donde se guarde la información, podría originar una pérdida de datos. Por ejemplo, desde inundaciones o un derrame de cualquier tipo de líquido, hasta eventos menos probables como terremotos. Un archivo almacenado en un servicio cloud se puede perder en caso de que dicho servicio se expire, en el caso de que el crédito en dicho proveedor se termine.				
Probabilidad	Impacto				Impacto Total
	Presupuesto	Planificación	Alcance	Valor obtenido	
Baja	Medio	Medio	Medio	Alto	0,21
Respuestas	Reducir: Buscaremos sistemas para respaldar la información y minimizar la posibilidad de sufrir alguna pérdida. Dependiendo de la importancia de la información podremos tomar medidas, más o menos severas.				
Riesgos derivados de éste: Pérdida de parte o toda la información del proyecto, puede suponer un retraso en el proyecto. Este retraso puede afectar al riesgo ID 3.					
Riesgo residual: En el peor de los casos se deberán repetir las tareas necesarias para volver a generar dicha información.					
Plan de Contingencia: El método principal para evitar la pérdida de información consiste en tener duplicados de esta información. En el caso del código desarrollado en el prototipo se usará un control de versiones tipo Git conectado con un servicio como Github, que almacenar una copia en la nube. De forma diaria se deberá sincronizar los ficheros locales, con la copia. La documentación generada se almacenará en un servicio como Google Drive, que cuenta con un sistema de versiones y permite editar los documentos directamente. Los datos generados por los servidores que sean relevantes para el análisis de los resultados se descargarán inmediatamente, y se conservarán como el resto de los documentos, con el fin de evitar problemas en caso de que ser termine el presupuesto de dicho servicio.			Presupuesto para contingencias: En el caso de perder información del proyecto, este puede contar con hasta 5000€ para recuperar la información. O realizar las tareas necesarias para volver a generar dicha información. Planificación temporal de las contingencias: El proyecto puede alargarse un margen de hasta 20 días de trabajo. En el caso de necesitar repetir alguna tarea debido a pérdida de información. Siempre y cuando este retraso temporal no afecte al proyecto de otra forma, en cuyo caso debe analizarse la situación.		
Comentarios: N/A					

<p>Monitorización: El código del prototipo que debe ser almacenado en Github, debe estar actualizado con un margen de 24 horas. De forma que si se pierde el proyecto, como mucho se tenga que repetir el trabajo de la jornada anterior.</p> <p>Los documentos almacenados en la nube deben estar totalmente actualizados, ya que normalmente se editarán a través del editor que incluye la herramienta de Google Drive. De forma semanal se descargará una versión local, por si ocurre algún problema con Google.</p>	
<p>Indicadores:</p>	
<p>Indicador 1: Cantidad de días desde la última sincronización con GitHub</p>	<p>Evaluación: En el caso de que el valor sea mayor que 1, y existan commits realizados en el entorno local, el riesgo se activará para subsanar la situación</p>
<p>Indicador 2: Fecha de la última copia local realizada, de los documentos del proyecto que se encuentran en Google Drive</p>	<p>Evaluación: Si la fecha del último backup excede 7 días el riesgo se activará para realizar una descarga del Google Drive.</p>
<p>Indicador 3: Disponibilidad de servicios en la nube</p>	<p>Evaluación: En el caso de que GitHub o Google Drive tengan fallos de disponibilidad, y estos sean superiores a 12 horas. Se deberá activar el riesgo para evaluar con que información no se cuenta en los entornos locales y valorar la incidencia que está teniendo dicho servicio.</p>

8.3 Cierre del proyecto

8.3.1 Planificación final

Durante la realización del proyecto, se ha necesitado realizar ajustes en la planificación de este. Ya sea por no conseguir realizar algunas tareas en el plazo estimado o por cambios del propio proyecto, que no se contemplaron al inicio. En la planificación se puede observar este efecto, siendo la mitad y el final de la planificación la parte más modificada respecto al original.

Se realizó una fase preliminar y una fase de análisis y estudio del estado del arte, que apenas requirió de cambios excepto alguna modificación de tiempo en algunas tareas.

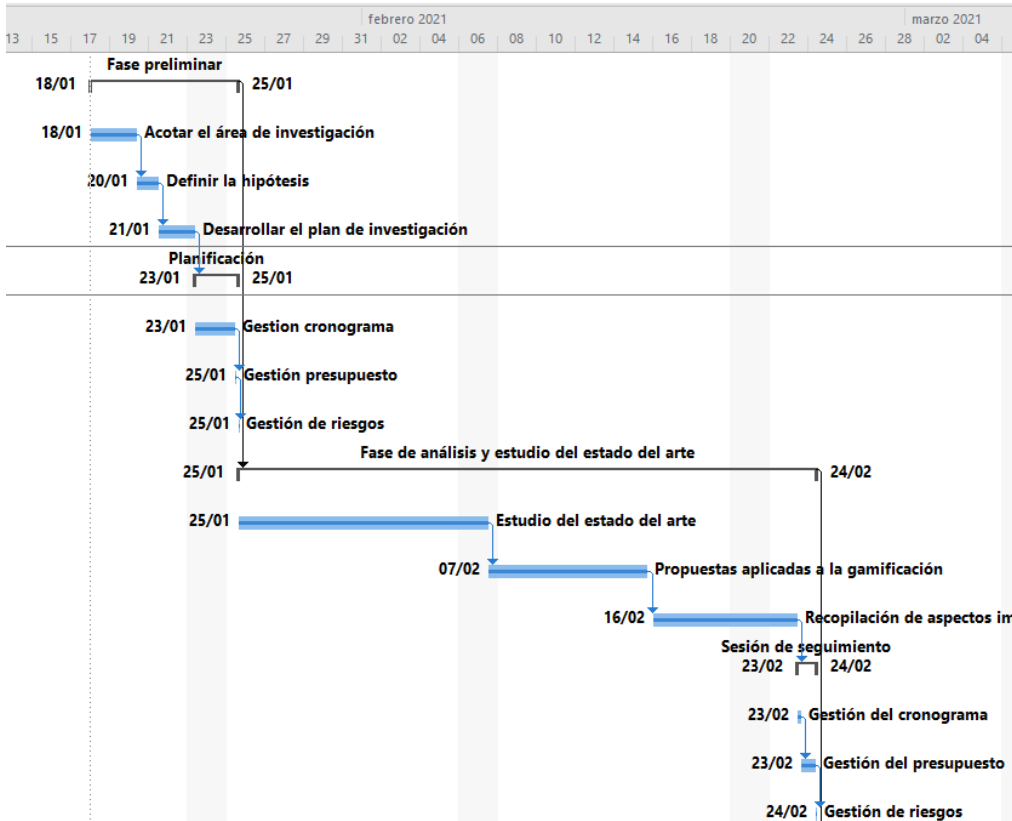


Figura 22 Planificación final 1

La implementación del prototipo ha necesitado más tiempo del planeado inicialmente. Y faltó en la planificación inicial las tareas de despliegue, que se podrían considerar tareas previsibles desde el inicio pero que no se tuvieron en cuenta. Identificamos este hecho como un aspecto a mejorar.

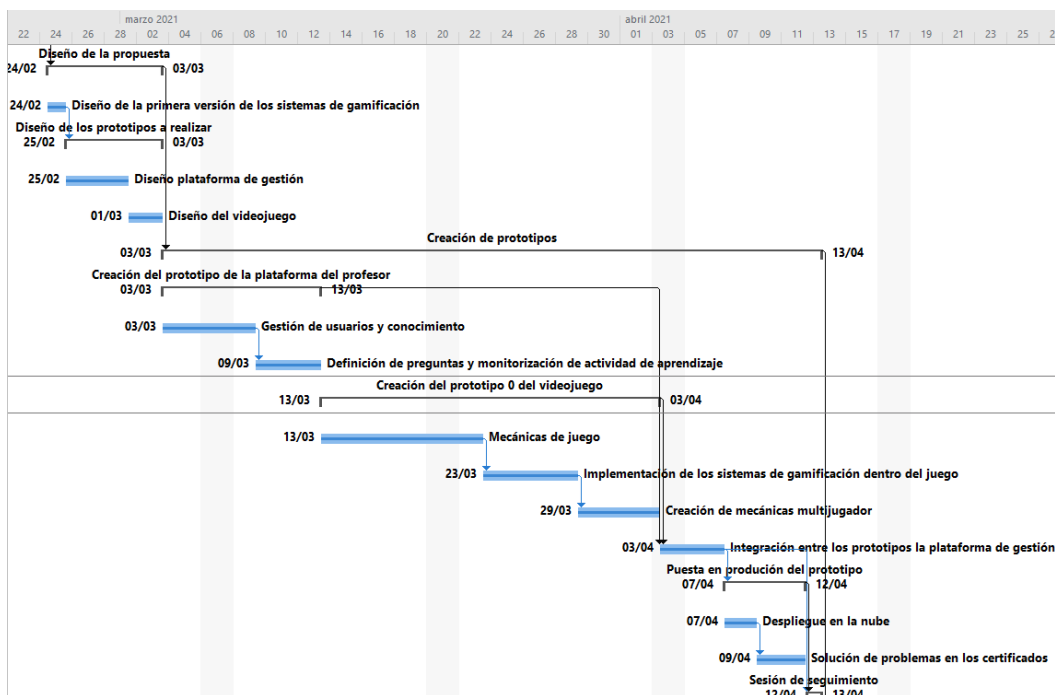


Figura 23 Planificación final 2

Las fases de evaluación interna y externa han sido modificadas, cambios externos que han surgido con el centro educativo que se hicieron las pruebas. Este hecho hizo que se hiciera primero una evaluación interna con el fin de poder realizar mejoras antes de realizar la evaluación real. Además, hubo un marco de una semana en el que no se realizaron tareas planeadas previamente, esperando el nuevo día asignado para la evaluación.

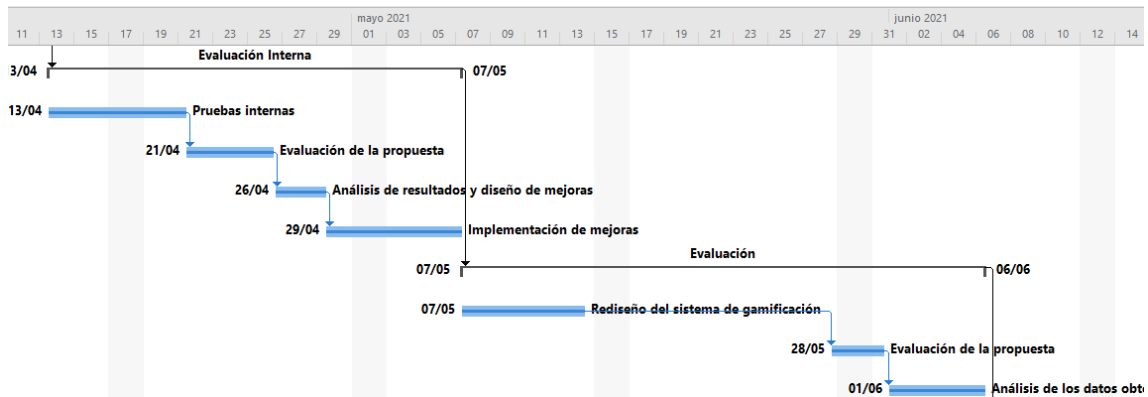


Figura 24 Planificación final 3

Finalmente, la última fase de cierre y documentación también se necesitó de alguna hora extra para poder completar todo el proceso de documentación y escritura del artículo de investigación realizado.

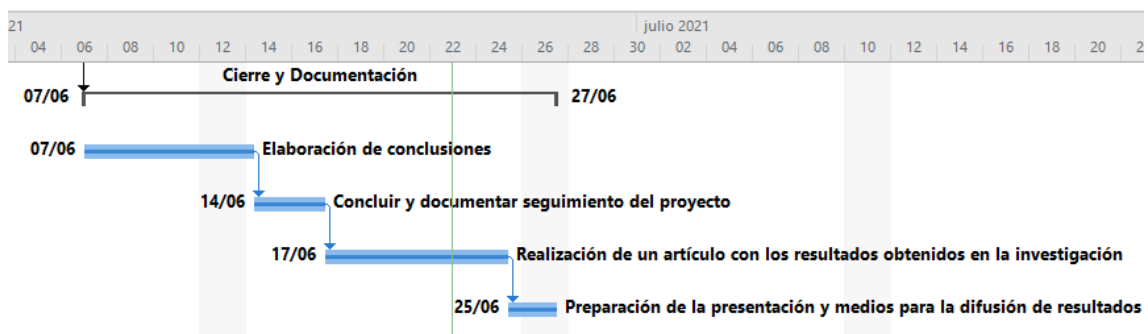


Figura 25 Planificación final 4

8.3.2 Informe final de riesgos

Se ha realizado el seguimiento de 5 riesgos de los 15 que se han identificado. A continuación, comentaremos el balance final de cada uno de los riesgos.

8.3.2.1 Riesgo ID 2

El grupo con el que se realizan experimentos, por decisión del centro deja de participar en el experimento

En nuestro caso este riesgo no nos ha afectado durante el proyecto. Encontramos una profesora de un centro de formación profesional, que estaba trabajando en esta área de investigación. Y que apporto y se interesó en este proyecto.

Se plantearon las posibilidades de realizar pruebas con alumnos de sus clases o en clases de su mismo centro. Finalmente, por cuestiones de planificación. Las pruebas se realizaron en su centro, pero en una clase que no era de dicha profesora. Una compañera de su centro ofreció cooperar en el proyecto y probarlo en clase con sus alumnos.

Para que los stakeholders externos estuvieran alineados en el proyecto, se les explico el funcionamiento del prototipo mientras se desarrollaba. También aportaron algunas experiencias que ya habían tenido con los alumnos, realizando actividades que pretendían aumentar la motivación de estos. Estas consideraciones fueron tomadas en cuenta durante el desarrollo del prototipo.

Antes de realizar las pruebas con los alumnos del centro de formación, se permitió a los profesores probar el prototipo para que entendieran el objetivo de la actividad. Durante la actividad con los alumnos los profesores estuvieron presentes durante todo momento y ayudaron a explicar la prueba a los alumnos.

El riesgo se mantuvo bajo el estado de controlado en todo momento.

8.3.2.2 Riesgo ID 3

El prototipo no se llega a completar en periodo lectivo (necesario para evitar retrasos)

La planificación del proyecto ha tenido que ser modificada en múltiples ocasiones. A algunas tareas se les ha añadido horas de trabajo ya que, en el periodo, estimado no se habían podido completar. En ocasiones han sido factores externos los que han provocado dichos retrasos. Otras tareas se han eliminado o sustituido por otras tareas distintas.

Los cambios de la planificación se han ido revisando, y se ha ido comprobando el margen de tiempo con los que se contaban en el proyecto. En el desarrollo del riesgo, se estableció en el indicador 1, la cantidad de 25 días de margen entre la fecha de final de curso y la prueba que se había planificado con el centro y sus alumnos. En este caso las pruebas se realizaron a inicios de junio. Como se había fijado la fecha de final de curso para el día 25, el riesgo sí que sobrepaso el indicador de los 25 días. En el momento que se debía activar el riesgo debido a indicador 1, ya se había fijado con el centro, la fecha para realizar la prueba. Por tanto, el riesgo se volvió a establecer como controlado.

8.3.2.3 Riesgo ID 8

Cambios en librerías de terceros

Para la realización del proyecto se utilizaron tecnologías como VueJs o Firebase en la parte de cliente. En la parte de servidor se usó NodeJs utilizando WebSockets, para establecer la comunicación con el cliente.

El despliegue del cliente se realizó con Firebase y el hosting automáticamente contaba con certificados SSL. Esto fue un problema ya que la parte del servidor se desplegó en la nube de Azure. Al intentar conectar el cliente con los certificados SSL a un servidor sin encriptación, la mayoría de los navegadores bloqueaban la conexión y el prototipo funcionaba incorrectamente.

Esto planteo dos posibilidades. Una primera posibilidad que consistía en no utilizar el hosting de Firebase y las dependencias de Firebase que habíamos utilizado en nuestro prototipo. O una segunda opción que consistía en buscar la forma de implementar los certificados en la parte del servidor.

Se intento implementar los certificados en el servidor. Para ello se necesitaba comprar los certificados y un dominio. Ante los gastos no previstos en el presupuesto se buscó otra alternativa. Finalmente se encontró un servicio gestionado por Azure llamado App Service, que ofrece un subdominio con certificados.

Finalmente, no se realizaron cambios en las librerías de Firebase. Aunque si se necesitó cambiar la forma de realizar el despliegue en Azure. Al plantearse esta situación el riesgo paso a activarse y volvió al estado “Controlado” al encontrar la solución ya mencionada.

8.3.2.4 Riesgo ID 9

Aparición de un bug en el prototipo durante los experimentos con alumnos

A pesar de que realizaron todas las pruebas que se habían planeado, antes de probar el prototipo con los alumnos. En un momento inicial de la prueba surgieron problemas en el prototipo en el momento de la prueba.

Con las conexiones de internet que contaban en el centro educativo. Y la cantidad de alumnos que se intentaban conectar con el servidor a la vez. Algunos de ellos estaban teniendo problemas al usar el prototipo.

Se pudo solucionar el problema en ese mismo momento, haciendo que los alumnos se fueran conectando con el servidor poco a poco.

Además del problema ya mencionado, también surgió otro problema al inicio de la prueba, debido a el número de jugadores por partida. Haciendo un pequeño cambio en el momento y desplegándolo a producción se solucionó, en ese mismo momento.

8.3.2.5 Riesgo ID 14

Perdida de información del proyecto

Este riesgo no ha supuesto ningún problema durante el transcurso del proyecto. Se ha utilizado el sistema de control de versiones Github. Los documentos se han almacenado en Google Drive, en una carpeta compartida entre el alumno y el director del proyecto. Todas las copias de seguridad se han realizado, aunque no se han necesitado utilizar.

El riesgo no se ha activado durante el transcurso del proyecto.

8.3.3 Presupuesto final de costes

Los cambios en la planificación afectan directamente al presupuesto final de costes. Tanto en los costes directos, ya que el proyecto cuenta con más horas, como los costes indirectos, ya que se ha estado utilizando el equipo más tiempo del estimado inicialmente.

A continuación, se detallan los costes directos, con el número de tareas y horas actualizado:

Presupuesto						
Costes Directos						
Nivel	Tarea	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal	Total
1	Fase preliminar					1.155,00 €
	1 Acotar el área de investigación	12	horas	35,00 €	420,00 €	
	2 Definir la hipótesis	8	horas	35,00 €	280,00 €	
	3 Desarrollar el plan de investigación	8	horas	35,00 €	280,00 €	
	4 Planificación	5	horas	35,00 €	175,00 €	
2	Fase de análisis y estudio del estado del arte					5.250,00 €

	1	Estudio del estado del arte	65	horas	35,00 €	2.275,00 €
	2	Propuestas aplicadas a la gamificación	42	horas	35,00 €	1.470,00 €
	3	Recopilación de aspectos importantes para incluir en un juego y probar su posterior eficiencia en entornos educativos	38	horas	35,00 €	1.330,00 €
	4	Sesión de seguimiento	5	horas	35,00 €	175,00 €
3		Diseño de la propuesta				1.330,00 €
	1	Diseño de la primera versión de los sistemas de gamificación	8	horas	35,00 €	280,00 €
	2	Diseño de los prototipos a realizar	30	horas	35,00 €	1.050,00 €
4		Creación de prototipos				7.227,50 €
	1	Creación del prototipo de la plataforma del profesor	50	horas	35,00 €	1.750,00 €
	2	Creación del prototipo 0 del videojuego	107	horas	35,00 €	3.745,00 €
	3	Integración entre los prototipos la plataforma de gestión y el videojuego	18	horas	35,00 €	630,00 €
	4	Puesta en producción del prototipo	26,5	horas	35,00 €	927,50 €
	5	Sesión de seguimiento	5	horas	35,00 €	175,00 €
5		Evaluación Interna				4.200,00 €
	1	Pruebas internas	40	horas	35,00 €	1.400,00 €
	2	Evaluación de la propuesta	26	horas	35,00 €	910,00 €
	3	Análisis de resultados y diseño de mejoras	16	horas	35,00 €	560,00 €
	4	Implementación de mejoras	38	horas	35,00 €	1.330,00 €
6		Evaluación				2.345,00 €
	1	Rediseño del sistema de gamificación	37	horas	35,00 €	1.295,00 €
	2	Evaluación de la propuesta	14	horas	- €	- €
	3	Análisis de los datos obtenidos	30	horas	35,00 €	1.050,00 €
7		Cierre y Documentación				3.692,50 €
	1	Elaboración de conclusiones	36	horas	35,00 €	1.260,00 €
	2	Concluir y documentar seguimiento del proyecto	17,5	horas	35,00 €	612,50 €
	3	Realización de un artículo con los resultados obtenidos en la investigación	40	horas	35,00 €	1.400,00 €

	4	Preparación de la presentación y medios para la difusión de resultados	12	horas	35,00 €	420,00 €
Total						25.200,00 €

Tabla 13 Costes directos finales

Tras actualizar las horas y tareas extra que se han añadido en la planificación. Los costes directos del proyecto han aumentado hasta 25.200€ respecto a los 19.075,00 € iniciales. Gran parte del aumento en estos gastos es debido al reajuste que hubo que hacer tras tener que cambiar la evaluación inicial que se iba a realizar con el centro educativo.

Costes Indirectos				
1	Equipo Informático (amortizado 5 años)	6 meses	6,66 €	39,96€
2	Servidores	6 meses	5,00 €	30€
3	Consumibles y servicios	6 meses	30,00 €	180€
Total				249,96 €

Tabla 14 Costes indirectos finales

Los costes indirectos han variado ligeramente, ya que el material informático y equipo utilizado durante el proyecto, ha aumentado aproximadamente. Lo que hace que los costes indirectos finales sean de 249,96€ respecto a los 208,30 € iniciales.

Presupuesto Final	
Costes Directos	25.200,00 €
Costes Indirectos	249,96 €
Beneficio (20%)	5.089,99 €
IVA	6.413,39 €
Total	36.953,34 €

Tabla 15 Presupuesto final

Recalculando el beneficio con los nuevos costes y el IVA, el proyecto tiene un coste total de **36.953,34 €** en contraste a los 27.999,35 € que se habían estimado inicialmente. Lo que supone un aumento del coste del 31,98%

8.3.4 Informe de lecciones aprendidas

- **Contar, consultar y recolectar proyectos antiguos, que puedan ser útiles durante la planificación del proyecto.**

En la planificación inicial no se planearon tareas de despliegue en producción. Lo que modifiqué de forma directa la planificación del proyecto, y de forma indirecta el presupuesto de este. Estas tareas son muy comunes en proyectos de software, por lo que, si se hubiera consultado otros proyectos con el objetivo de revisar la planificación inicial, se hubiera detectado la falta de estas tareas.

- **Importancia de sincronizar la planificación del proyecto, con la planificación de los stakeholders del proyecto.**

El proyecto ha estado condicionado por la colaboración realizada por el centro educativo. En nuestro caso no terminar el prototipo antes del fin del curso escolar, podía retrasar el proyecto, teniendo que esperar hasta el siguiente curso. A la hora de realizar la planificación inicial del proyecto, es de gran importancia consultar a los stakeholders de este, para comprobar que no existen incompatibilidades en la planificación temporal.

Bibliografía

- [1] M. A.-A. Ismail and J. A.-M. Mohammad, "Kahoot: A promising tool for formative assessment in medical education," *Educ. Med. J.*, vol. 9, no. 2, 2017.
- [2] C. González-González and F. Blanco-Izquierdo, "Designing social videogames for educational uses," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 1, pp. 250–262, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2011.08.014.
- [3] S. A. Barab *et al.*, "Transformational Play as a Curricular Scaffold: Using Videogames to Support Science Education," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 18, no. 4, p. 305, 2009, doi: 10.1007/s10956-009-9171-5.
- [4] M. C. Ramos-Vega, V. M. Palma-Morales, D. Pérez-Marín, and J. M. Moguerza, "Stimulating children's engagement with an educational serious videogame using Lean UX co-design," *Entertain. Comput.*, vol. 38, p. 100405, May 2021, doi: 10.1016/j.entcom.2021.100405.
- [5] Z. Zainuddin, M. Shujahat, H. Haruna, and S. K. W. Chu, "The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system," *Comput. Educ.*, vol. 145, p. 103729, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103729.
- [6] N. P. Zea, *Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo*. Universidad de Granada, 2011.
- [7] D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, and G. Angelova, "Gamification in education: A systematic mapping study," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. 3, pp. 75–88, 2015.
- [8] D. Orhan Gökşün and G. Gürsoy, "Comparing success and engagement in gamified learning experiences via Kahoot and Quizizz," *Comput. Educ.*, vol. 135, pp. 15–29, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2019.02.015.
- [9] D. Buchinger and M. da Silva Hounsell, "Guidelines for designing and using collaborative-competitive serious games," *Comput. Educ.*, vol. 118, pp. 133–149, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2017.11.007.
- [10] S. Nebel, S. Schneider, and G. D. Rey, "From duels to classroom competition: Social competition and learning in educational videogames within different group sizes," *Comput. Human Behav.*, vol. 55, pp. 384–398, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2015.09.035.
- [11] J. Sánchez-Martín, F. Cañada-Cañada, and M. A. Dávila-Acedo, "Just a game? Gamifying a general science class at university: Collaborative and competitive work implications," *Think. Ski. Creat.*, vol. 26, pp. 51–59, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.tsc.2017.05.003.
- [12] J. Chaboissier, T. Isenberg, and F. Vernier, "RealTimeChess: Lessons from a Participatory Design Process for a Collaborative Multi-Touch, Multi-User Game," in *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, 2011, pp. 97–106, doi: 10.1145/2076354.2076374.
- [13] Z.-H. Chen, C.-Y. Chou, Y.-C. Deng, and T.-W. Chan, "Animal Companions as Motivators for Teammates Helping Each Other Learn," in *Proceedings of Th 2005 Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Learning 2005: The next 10 Years!*, 2005, pp. 43–47.

- [14] M. E. Gorman, "Serious games, sustainable civilizations and trading zones," in *2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology*, 2009, pp. 1–3, doi: 10.1109/ISSST.2009.5156702.
- [15] R. Takaoka, M. Shimokawa, and T. Okamoto, "A Development of Game-Based Learning Environment to Activate Interaction among Learners," *IEICE Trans. Inf. Syst.*, vol. E95.D, pp. 911–920, Apr. 2012, doi: 10.1587/transinf.E95.D.911.
- [16] D. Liu, X. Li, and R. Santhanam, "Digital Games and Beyond: What Happens When Players Compete?," *MIS Q.*, vol. 37, no. 1, pp. 111–124, 2013, [Online]. Available: <http://www.jstor.org/stable/43825939>.
- [17] G. Ekaputra, C. Lim, and K. I. Eng, "Minecraft: A game as an education and scientific learning tool," *ISICO 2013*, vol. 2013, 2013.
- [18] S. Nebel, S. Schneider, J. Schledjewski, and G. D. Rey, "Goal-Setting in Educational Video Games: Comparing Goal-Setting Theory and the Goal-Free Effect," *Simul. Gaming*, vol. 48, Feb. 2017, doi: 10.1177/1046878116680869.
- [19] J. C. Díaz-Rioja, D. Bañeres Besora, and M. Serra Vizern, "Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales= Gamification Experience in Secondary Education on Learning of Digital Systems," *Exp. gamificación en Secund. en el Aprendiz. Sist. Digit. Gamification Exp. Second. Educ. Learn. Digit. Syst.*, pp. 85–105, 2017.
- [20] G. Saposnik *et al.*, "Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation (EVREST): Rationale, Design, and Protocol of a Pilot Randomized Clinical Trial Assessing the Wii Gaming System," *Int. J. Stroke*, vol. 5, no. 1, pp. 47–51, Feb. 2010, doi: 10.1111/j.1747-4949.2009.00404.x.
- [21] Q. Kennedy, J. L. Taylor, G. Reade, and J. A. Yesavage, "Age and expertise effects in aviation decision making and flight control in a flight simulator," *Aviat. Space. Environ. Med.*, vol. 81, no. 5, pp. 489–497, 2010.
- [22] D. L. Aldana-Avilés, "El lenguaje de programación Scratch como material didáctico motivador para la aplicación y evaluación de contenidos en el área de inglés para alumnos con diagnóstico de TDAH." 2015.
- [23] C. Meier, J. Saorín, A. B. de León, and A. G. Cobos, "Using the Roblox Video Game Engine for Creating Virtual tours and Learning about the Sculptural Heritage," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 15, no. 20, pp. 268–280, 2020, [Online]. Available: <https://www.learntechlib.org/p/218337>.
- [24] A. I. Wang, "The wear out effect of a game-based student response system," *Comput. Educ.*, vol. 82, pp. 217–227, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2014.11.004.
- [25] M. Martín-Sómer, J. Moreira, and C. Casado, "Use of Kahoot! to keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by Covid 19," *Educ. Chem. Eng.*, vol. 36, pp. 154–159, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.ece.2021.05.005.
- [26] D. Kieras, "Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times," Mar. 2003.
- [27] S. Nebel, S. Schneider, J. Schledjewski, and G. D. Rey, "Goal-Setting in Educational Video Games: Comparing Goal-Setting Theory and the Goal-Free Effect," *Simul. Gaming*, vol. 48, no. 1, pp. 98–130, Nov. 2016, doi: 10.1177/1046878116680869.

Anexos

Anexo 1- Plan de gestión de riesgos

Versión inicial 1.0 – 11/11/20

1 Metodología

Se definirá una metodología para las distintas fases de la gestión de riesgos:

Identificación

Se realizará una reunión del equipo del proyecto, donde cada miembro realizará una lista preliminar de riesgos. Esta primera lista preliminar se hará en privado, para luego ponerla en común. Esto es importante, ya que cada participante del proyecto puede tener una visión distinta del mismo, y todas deben ser valoradas y tenidas en cuenta. Pondremos en común los riesgos, comentaremos cada riesgo para decidir entre todos si lo incluimos o no, de forma que iremos conformando una lista global con todos los riesgos del equipo, sin incluir posibles duplicados, y descartando algún riesgo si así se considera que no merece la pena llevarlo a la fase de análisis.

Además de los miembros del equipo del proyecto, se debería consultar a los stakeholders, al menos a aquellos más importantes (según el criterio del jefe de proyecto) o que se presten a participar en el proceso, ya que pueden tener una visión del proyecto, diferente y lo que aportaría valor a la fase de identificación.

El jefe de proyecto también debe de realizar una revisión de los riesgos identificados en proyectos anteriores y similares, de esta forma podemos prever riesgos que ya hayamos tenido que tratar.

Análisis/Planificación

Una vez que tenemos una lista de riesgos analizaremos cada uno, identificando quien es el responsable del riesgo, y definiremos un valor para la probabilidad del riesgo, y el impacto en el presupuesto, planificación, alcance y valor obtenido en la investigación.

Los valores con los que clasificaremos dichas propiedades son:

- Muy Alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

También mediante juicio de expertos y basándonos en el histórico de otros proyectos, definiremos una serie de posibles causas del riesgo, y la respuesta que vamos a aplicar en caso de que el proyecto se vea afectado por dicho riesgo.

Comprobaremos si existen o no dependencia entre riesgos y si algún riesgo puede provocar la aparición de otro. Y si en caso de aplicar las respuestas previstas ante cada riesgo existe la posibilidad de que el proyecto se pueda ver afectado por algún riesgo residual.

En caso de que se considere oportuno, se asignara una reserva tanto temporal como económica, para afrontar dicho riesgo.

Todo el proceso de análisis y planificación de cada riesgo debe estar documentado, y debe ser actualizado durante el proyecto.

Monitorización/Control

Durante el proyecto se debe tener un control continuo del estado de este y por tanto de los riesgos por los cuales se ve afectado, se debe comprobar la existencia de cambios en los riesgos e ir documentándolos.

El estado del riesgo puede ser:

- **Activo:** El proyecto está siendo afectado por este.
- **Identificado:** El riesgo se ha identificado, pero no se le ha realizado el análisis y planificación pertinente o por algún motivo no se ha está realizando el seguimiento establecido.
- **Controlado:** El riesgo se ha analizado y se le está realizando el seguimiento pertinente. El riesgo de momento no está afectando al proyecto, pero podría hacerlo en algún momento.
- **Cerrado:** El proyecto ya no se puede ver afectado por el riesgo.

Por ello junto a la definición y análisis del riesgo se deben identificar una serie de indicadores, los cuales se debe ir evaluando semanalmente por el responsable del riesgo junto con el jefe del proyecto. Dichos indicadores deben estar explicados en la documentación junto con el modo de evaluación de este.

Durante la revisión semanal del riesgo se debe documentar, cualquier observación o comentario, que se quiera reflejar respecto a dicho riesgo. También se puede cambiar parte del análisis del riesgo en el caso que sus responsables junto al jefe de proyecto lo consideren necesario, dichos cambios deben quedar reflejados y justificados en la documentación asociada al riesgo. En caso de que se haya producido algún riesgo en el proyecto, se analizará y documentará la efectividad de la respuesta a dicho riesgo y la previsión que se espera de este.

También se pueden realizar actualizaciones del riesgo en el momento que surgen cambios en el proyecto, realizando reuniones no planificadas. Con esto se pretende que la documentación esté lo más actualizada posible y refleje la realidad del proyecto.

En caso de que el responsable del riesgo quede desvinculado del proyecto se debe asignar un nuevo responsable del riesgo o en su defecto se encargará el jefe de proyecto.

Durante todo el proyecto, cualquier miembro de equipo o stakeholder del proyecto, puede identificar nuevos riesgos, los cuales se pondrán en común con el jefe de proyecto y los interesados, para evaluar si se debe incluir entre los riesgos del proyecto, y en caso afirmativo se deberá realizar el análisis y la documentación pertinente al igual que se hizo con el resto de los riesgos.

2 Herramientas y tecnologías

Para la identificación y seguimiento de los riesgos, se utilizarán distintas herramientas.

- **Tormenta de ideas:** Como ya se ha mencionado la fase de identificación de riesgos, se realizará mediante las distintas aportaciones de los interesados del proyecto, inicialmente realizada de forma privada, para que cada uno aporte sus riesgos sin estar influido por la visión del proyecto del resto de personas. Una vez realizada la tormenta de ideas se realizará en común para refinar la aportación de cada miembro.
- **Histórico de riesgos:** Otra herramienta que se utilizará en la fase de identificación es el historial de todos los riesgos realizados en proyectos pasados de la empresa, se priorizarán proyectos que el equipo considere que más similares al proyecto actual y los riesgos más comunes en nuestro histórico.
- **Control de versiones:** La documentación asociada a los riesgos se almacenará en un sistema de almacenamiento con control de versiones, de forma que podamos acceder a las distintas versiones del documento durante el transcurso del proyecto.

De todas formas, el documento de forma interna también debe contar con un control de cambios, cualquier modificación dentro del riesgo debe ir junto a la fecha del cambio. Por ejemplo, si el riesgo tenía asignado una reserva del presupuesto como contingencia, y por algún motivo ese presupuesto se decide modificar, se debe modificar el valor, pero además especificar que en una fecha concreta dicho riesgo sufrió una modificación de una cantidad a otra, por un motivo específico.

- **Herramientas de ofimática:** La documentación se realizará en documentos creados con la herramienta de ofimática de Microsoft Office. Y siempre se guardará al menos alguna copia con el formato estándar de cada herramienta específica y de forma que siempre se pueda editar.

3 Roles y Responsabilidades

3.1 Responsable del riesgo

El responsable del riesgo es la persona que se designa a uno o varios riesgos que, por estar vinculada a dicho riesgo dentro del proyecto, se encarga de realizar su evaluación, y de notificar al jefe de proyecto de posibles cambios en este.

3.2 Jefe de Proyecto

El jefe de proyecto también tiene un rol importante a la hora de gestionar los riesgos, ya que estos pueden afectar de forma directa al mismo. El jefe de proyecto se va a encargar de documentar y controlar los riesgos de forma conjunta con el responsable de cada riesgo.

3.3 Interesado

Cualquier interesado del proyecto se puede ver afectado por los riesgos, y aunque puedan tener un rol secundario en la gestión de riesgos, ya que no se van a encargar directamente de gestionarlos, tienen la responsabilidad de plantear nuevos riesgos en caso de detectarlos, y aportar su visión a los riesgos existentes.

4 Presupuesto

Una vez analizados los distintos riesgos, con sus respectivos presupuestos de contingencias, se ha estimado que para cubrir todos los riesgos del proyecto se va a presupuestar un máximo de 13000€, esta cantidad se utilizará únicamente en caso de emergencia de forma justificada. Y no se reflejará en la documentación asociada a los presupuestos, ya que únicamente se usará en

caso de necesidad debido la activación de alguno de los riesgos identificados y de forma justificada y controlada.

Esta cantidad supone entorno a un 9,8% del presupuesto.

5 Calendario

El jefe de proyectos tendrá semanalmente un periodo de revisión y seguimiento para revisar el estado de todos los riesgos y hablar con sus respectivos responsables, para actualizar el estado de este.

Cuando un riesgo afecte al calendario del proyecto, este deberá ser analizado con el responsable del riesgo, y se deberá actualizar la planificación para que tenga en cuenta las tareas necesarias para responder al riesgo.

El tiempo de reserva en el proyecto es de 4 semanas. Entre todos los riesgos podrán retrasar el proyecto este periodo, algunos riesgos tienen asignado un tiempo de contingencia que podrán usar como máximo.

6 Categorías de Riesgo

Los riesgos se pueden clasificar por el origen del mismo

- Gestión del proyecto
 - Estimaciones
 - Comunicación
 - Operacional
 - Presupuestario
 - Humanos
- Externos
 - Legal o regulatorio
 - Proveedores de servicios
 - Cliente
 - Mercado
 - Stakeholders
- Técnicos
 - Seguridad
 - Perdida de datos
 - Infraestructura
 - Innovación
 - Escalabilidad
 - Calidad de los datos

7 Definiciones de probabilidad

Muy baja	(0%..15%) <i>Valor utilizado en la matriz 0,10</i>
Baja	(15%..35%) <i>Valor utilizado en la matriz 0,30</i>
Media	(35%..65%) <i>Valor utilizado en la matriz 0,50</i>
Alta	(65%..85%) <i>Valor utilizado en la matriz 0,70</i>
Muy Alta	(85%..100%) <i>Valor utilizado en la matriz 0,90</i>

8 Definiciones de impacto por objetivos

Impacto sobre los objetivos principales <i>Definirlo sobre amenazas y oportunidades</i>

Objetivos	Muy baja 5%	Baja 20%	Media 40%	Alta 70%	Muy Alta 90%
Presupuesto	Una desviación < 2% del total	Una desviación >= 2% and < 5% del total	Una desviación >= 5% and < 10% del total	Una desviación >= 10% and < 15% del total	Una desviación mayor o igual 15% del total
Planificación	Incremento < 2.0%	Incremento >= 2% and < 8%	Incremento >= 8% and < 15%	Incremento >= 15% and < 30%	Incremento >= 30%
Alcance	Cambios puntuales sin importancia	Cambios que afecten a los objetivos del proyecto	Cambios que afecten a alguno de los objetivos del proyecto	Cambios que cambien considerablemente el proyecto	Cambios que afecten gravemente o lo hagan peligrar
Calidad/Valor investigación	Apenas se ven afectados los resultados del proyecto	La investigación obtiene resultados no esperados	El valor obtenido en la investigación cambia considerablemente	Surge una rama paralela del proyecto de investigación inicial	La investigación se desvía de su propósito principal

9 Matriz de probabilidad e impacto

Muy Alta	0.90	0,05	0,18	0,36	0,63	0,81
Alta	0.70	0,04	0,14	0,28	0,49	0,63
Media	0.50	0,03	0,10	0,20	0,35	0,45
Baja	0.30	0,02	0,06	0,12	0,21	0,27
Muy baja	0.10	0,01	0,02	0,04	0,07	0,09
		0,05	0,20	0,40	0,70	0,90
		Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta

10 planes de contingencia

Como medida preventiva con algunos riesgos, podemos reservar recursos con el objetivo de mitigar las consecuencias del riesgo.

10.1 Presupuestario

Parte del dinero presupuestado para el proyecto puede ir dirigido para suplir ciertos riesgos en caso de que afecten al proyecto. Cada riesgo, puede tener una cantidad distinta de dinero asignado, que será fijado por los responsables de dicho riesgo.

10.2 Tiempo

Dentro de la planificación interna del proyecto, podemos reservar un periodo de tiempo, para mitigar dicho riesgo. En este caso se puede tener en cuenta si la reserva de tiempo es global (en cualquier momento del proyecto) o específico (se reserva una cantidad de proyecto durante la fase de inicio), el tiempo también se fijará por los encargados de cada riesgo.

11 Formatos de la Documentación

Para realizar toda la gestión de riesgos se utilizarán una serie de documentos. Dichos documentos se realizarán a partir de una serie de plantillas, almacenadas en el repositorio del proyecto, en la carpeta de "Documentación/Riesgos/Plantillas".

Las plantillas son:

- Plantilla Plan de Gestión de Riesgos
- Plantilla Hoja de Riesgos
- Plantilla Registro de Riesgos (doc y xml)

Anexo 2- Registro inicial de riesgos

- Versión 1.0 – Versión inicial del registro de riesgos.
- Versión 1.1 – Se han ampliado la cantidad de riesgos.

ID	Nombre	Responsable	Probabilidad	Impacto				Impacto	0,50	Response
				Presup.	Planific.	Alcance	Calidad		Priorización	
1	Cambios en la legislación de protección de datos que limite el uso de nuestro servicio en el ámbito público	Alumno	Baja	Alto	Alto	Alto	Muy Bajo	0,21		Aceptamos el riesgo. Planificaremos todo el proyecto conforme a la legislación y en caso de cambiar, nos adaptaremos a ella.
2	El grupo con el que se realizan experimentos, por decisión del centro deja de participar en el experimento	Alumno	Media	Medio	Crítico	Muy Bajo	Alto	0,45		Evitar. Realizaremos un contrato con el centro por lo que se compromete a participar en la totalidad del proyecto, donde queden claros los compromisos de ambas partes.
3	El prototipo no se llega a completar en periodo lectivo (necesario para evitar retrasos)	Alumno	Baja	Medio	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	0,21		Mitigar. Planificaremos el proyecto y las fases de pruebas para que no se vean involucradas con las vacaciones de los alumnos, y realizaremos reuniones con el centro para informarnos de su calendario escolar.
4	Los alumnos de prueba no cuentan con el equipo mínimo para realizar pruebas	Alumno	Media	Bajo	Muy Bajo	Alto	Alto	0,35		Mitigar. Acordaremos con el centro formativo seleccionado, la garantía de que los alumnos cuenten con equipo y en caso necesario el colegio ayudara a dicho alumno. También se tendrá en cuenta a la hora de realizar la selección del centro si ya cuenta o no con dicho material.

5	Problemas en la recogida de datos de los experimentos de una iteración	Alumno	Media	Muy Bajo	Muy Bajo	Medio	Alto	0,35	Mitigación. Se implementarán una serie de logs de forma que, aunque los datos no se recojan correctamente, se les pueda solicitar a los alumnos. Además de las pruebas pertinentes que se realizarán antes de cada fase.
6	El alumno requiere priorizar recursos, y dedicar tiempo del proyecto a otras asignaturas o trabajo	Alumno	Baja	Crítico	Medio	Medio	Medio	0,27	Aceptación. En caso de que los recursos del proyecto deban ser usados de otra forma por un motivo justificado. El alumno podría llegar a entregar el proyecto en otra convocatoria.
7	Caídas en los servicios en la nube durante una fase de pruebas con alumnos	Alumno	Baja	Medio	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo	0,12	Transferir. Entre los requisitos a la hora de seleccionar proveedor de infraestructura en la nube, requeriremos un nivel de servicio mínimo, cuyo incumplimiento conllevará una indemnización
8	Cambios en librerías de terceros	Alumno	Media	Medio	Medio	Muy Bajo	Bajo	0,20	Aceptación. Al ser un prototipo muy cambiante en un contexto de investigación, priorizaremos la rapidez del desarrollo a la estabilidad en el largo plazo. Siempre minimizando el riesgo intentando usar las librerías más estables.
9	Aparición de un problema en el prototipo durante los experimentos con alumnos	Alumno	Media	Bajo	Medio	Medio	Alto	0,35	Mitigación. Si una fase de prueba se ve interrumpida total o parcialmente, se intentará corregir y evitar mediante test previos a la realización de la prueba.
10	Los usuarios del prototipo pueden contar con distintos sistemas operativos	Alumno	Alta	Bajo	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo	0,28	Evitar. Se utilizarán entornos web y tecnologías multiplataforma para no tener problemas de compatibilidad.
11	Fallos en la estimación de tiempos en estudiar el estado del arte	Alumno	Media	Bajo	Media	Bajo	Media	0,20	Reducir. Contaremos con márgenes de tiempo que nos permitan no poner riesgo, el proyecto. Y contamos con un

										director de proyecto que ya tiene conocimiento en el estado del arte.
12	El prototipo realizado no cumple las expectativas esperadas, tras realizar la evaluación	Alumno	Media	Bajo	Bajo	Alto	Alto	0,35		Aceptación. Este es un proyecto de investigación, por lo que vamos a aceptar que existe cierto riesgo a no obtener los resultados esperados.
13	Fallos en el equipo informático utilizado durante el desarrollo del proyecto	Alumno	Media	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	0,10		Reducir. El alumno dispone de equipo informático extra, que podría utilizar en caso de que falle equipo asignado al proyecto.
14	Perdida de información del proyecto	Alumno	Baja	Medio	Medio	Medio	Alto	0,21		Reducir. Se usará un sistema de backups, para evitar la pérdida total de información.
15	Problemas con la revista en el envío del Artículo	Alumno	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	0,04		Evitar. Se leerán las condiciones para enviar papers con antelación y el envío se planificará con tiempo suficiente para evitar cualquier posible imprevisto

Increased students' motivation through the use of multiplayer collaborative-competitive video games

* Fernando Sánchez Canella (a) Jordán Pascual Espada (a) Irene Cid Rico (a)

*a, Department of Computer Science University of Oviedo, Spain
, C. Federico García Lorca 18 . Department of Computer Science, 33007 Oviedo, Asturias , Spain
uo252469@uniovi.es pascualjordan@uniovi.es cidirene@uniovi.es

Abstract

Students' motivation is one of the factors that directly affect academic performance. In recent years, teachers are looking for ways to motivate students during their training period. For example, making use of slides, videos, films, comics or games to increase students' motivation in order to improve their learning experience. Currently one of the most widely used mechanisms to increase motivation are video games directly related to subject content and question-based gamification apps like Kahoot or Quizizz. The main advantage of quiz games is that the teacher can adapt them to almost any type of content and strategy. Several investigations have shown an increase on student motivation when using quiz apps, but this level does not seem to reach that of a more classic videogame [7]. This research aims to create a video game based on easy-to-understand mechanics that integrates the functionality of the quiz applications within the game system itself, allowing teachers to configure their own content and students to experience increased motivation over current quiz apps. A video game platform has been designed which aims to seek a balance between the ease of play and several of the features that previous studies indicate helped enhance motivation. The solution has been tested in a real scenario to evaluate its impact on the research goals.

Keywords: E-learning, Videogames, Education, motivation

1. Introduction

From an early age we use games as a tool to teach and train students in different areas. Traditionally, as children grew up and were trained in more complex areas, these types of games decreased and were replaced by other teaching methods. On the other hand, with technological development, we are able to represent more complex realities, and to create environments that are better adapted to our needs. In recent years the advancement of these technologies has boosted the increased use of games applied to training in different forms such as simulators, videogames or other types of training environments [2]. In the educational field,

games can be used to provide greater immersion in the subject matter being learned [3], to increase motivation [2] improve satisfaction [4], increase entertainment, creativity or autonomy [5].

We can establish different classifications of the games applied in education. On the one hand, there are videogames created to deal with specific content. On the other hand, quiz-type video games provide teachers with a greater possibility to customize or configure the content.

On numerous occasions, commercial games designed mainly for entertainment have been used within the educational environment [2]. These games could be used to reinforce some specific concepts, such as history (Age of Empires II),

chemistry (Chemical), biology (Biocopy), deduction and resolution (Nancy drew), social collaboration (ToonTown), etc. The use of these commercial video games requires strong planning and guidance by the teacher [6].

There are other types of videogames that are purely educational, since they have been created with the purpose of making players learn. We can consider these types of applications to be video games if they include the characteristics of video games. Depending on the researcher, there may be a fine difference between a videogame and an application that applies gamification. The difference between an application and a videogame is that the video game places the player in a virtual environment using 2D or 3D graphic resources. By gamification we mean the inclusion of typical elements of a game to something that is not a game in order to motivate the people involved in the activity [7]. In practice there can be a big difference between using gamification in the classroom and using a videogame as part of the educational process.

The effect on the increase of student motivation derived from the use of quiz game creation platforms is proven in the studies analyzed in the related work. The quiz platforms are increasingly used by teachers, due to several factors:

- They can be applied to almost any subject or content.
- The preparation time of the contents is reasonable.
- The level of knowledge required by the teacher to configure the games is low.

In contrast, we believe that the level of motivation enhancement in a purely quiz game will not always be as high as in a more "traditional" videogame, partly because quiz games are so simple that they do not include many of the features that positively impact student motivation [9].

Video games used in education can include several factors that positively impact motivation [9]. Some of these features have been pointed out in several research works.

- **Internal interaction** among players, so that teams can be established or they can encourage cooperation [10] [11].
- **Synchronization** between players so that they perform synchronous or asynchronous actions on the same scenario.
- **Roles**, making different roles exist to facilitate iteration and dependencies between players, e.g. a doctor, a builder, etc. [13]
- **Resources**, collectible objects in the game, can be finite or non-finite, consumable or non-consumable. These objects should be related to the educational context of the game [14].
- **Scores**, including a quantitative scoring system that motivates and stimulates competition [15].
- **Challenges**, there must be clear objectives that players have to meet and that each time these challenges are more difficult or little repetitive, so that the results cannot be predicted [16].
- **Rewards**. It is a way to stimulate the players. Normally the rewards make you earn points in a ranking or receive some distinction, objects or badges that provide satisfaction to students.
- **Artificial intelligence**, contributes positively to the immersion in the game.
- **Interoperability**. Consideration of hardware requirements, so that the game can be used in an agile way in an educational environment.

Some researchers highlight several important factors to increase students' motivation. One of the factors is the possibility of establishing collaboration and competition among students [9] [11].

This research aims to create an educational videogame based on easy-to-understand mechanics that integrates the functionality of quiz applications within the game system itself, allowing teachers to quickly configure their own content and the students to increase their motivation with respect to current quiz applications.

The proposal is based on the design of an educational multiplayer video game which integrates most of the features that positively

influence students' motivation, such as interaction between players, resources, rewards, etc. Simultaneously, we try to facilitate the use of the videogame to teachers, designing simple processes for the introduction of questions and the configuration of the game aspects.

2. Related Work

Since technologies are more present and more accessible among the population, the use of these in different fields has been investigated. One of the benefits of this technological development has been in the field of education, which has been used in combination with other educational resources.

Studies have been conducted using video games, analyzing how they can affect the learning process and student motivation. Some of these research works analyze how users are affected by the way objectives are set in the game. Some objectives are set to focus on learning, whereas others focus more on the completion of a specific task [27].

There are research works which analyze how the group size affects students when they are using competitive multiplayer video games as a means of learning. And how the cognitive load of learners may increase as the size of the group increases [10].

Both studies mentioned above have used the videogame Minecraft to carry out their analyses. The objective of the students was to learn the basics of logic and programming. Evaluations were aimed at acquiring this type of knowledge and focused mainly on studying specific aspects of learning. This game has a version called "Minecraft Edu" aimed at educational organizations, so that teachers can develop their own work environments where they can teach subjects such as computer science, project management and environmental sustainability, among others.

Some studies show how gamification strategies in games affect the teaching of specific concepts (Diez Rioja, Bañeres Besora, and Serra Vizern 2017). This research exposes how certain elements within the games can positively affect the motivation and the perception of the activity by the

students. They also expose the difficulty or lack of frameworks which allow teachers to design activities contained in games.

Many videogames have been designed to cover very specific knowledge, competencies or objectives. For example, we can find video games for muscle rehabilitation [20], to simulate scientific applications [3] or to learn specific skills such as how to fly airplanes through simulation video games [21]. Thanks to features such as 3D graphics, music, animations and iteration capacity, video games can achieve a higher immersion than other more classical methods.

There are some educational videogames that have editors and tools for teachers to configure and edit the content. One of the most famous video games in this category is Minecraft Education [17], where teachers can create maps, mechanics, objects, puzzles and questions, among other things. This version of Minecraft has been used successfully in numerous cases. For example, this was used by more than 100 students in a university environment, to reinforce programming and logic knowledge. A positive aspect of Minecraft Education is that it can be multiplayer and allows competition among students [10].

There are platforms such as Scratch and Roblox, which can be used for developing video games. These do not require in-depth knowledge of programming, 3D modeling or videogame design. An example of Scratch used in the educational field is shown in a study for the subject of English with students with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) [22]. In this case, Scratch was used to create several mini-games which introduced concepts of different topics applied to learning English [23].

There are multiple platforms that allow teachers to create quiz games. These games include various gamification elements, but they may not be considered real video games and the level of motivation enhancement may be lower than with other video games. Kahoot is one of the most popular quiz game creation platforms [1]. This tool consists of exposing questions previously configured by the teacher to the students. In each

question several possible answers are exposed, and students individually must select the answer they consider correct. In case of selecting the correct answer, the game assigns you a series of points depending on the speed with which you have answered the question. Between each question a ranking is shown to the students which generates a multiplayer and competitive environment. There are many other relatively similar platforms such as Quizizz [8]. Several pieces of research prove that the use of this type of game has had very positive effects on the motivation of students. 90% of students who use it occasionally or frequently reported that they had fun using the system and more than 80% would like to use it in other subjects [24] other studies indicate that the use of these tools increased the interest of students by more than 60% [25].

3. Proposed platform

We have designed a platform that allows teachers to integrate questions into a competitive multiplayer video game. Each session of the game is configured with a group of questions about a subject. These questions have a similar structure to the questions which are used in applications such as Kahoot, but in this case they will be integrated within the videogame mechanics and rules.

The research sets several points to consider in the proposal design, thinking about increasing the motivation of the students. It has been decided to base the initial idea on the popular game BedWars, a conventional Minecraft mini-game in which players must destroy their rivals' beds. The original concept and rules of the game have been combined and adapted to fill the research goals.

It is primarily a real-time multiplayer game. At the beginning of the game each student starts on his own island. On each island there is a "block generator" and a "flag". Initially the islands are separated by sea. The goal of each student is to move to other islands to capture their rivals' flags and then take the flags to his own island. The player who captures as many flags as he has set on the game configuration will win the game. To move between the different islands, players must

build bridges using blocks. The blocks are collected in the block generators.

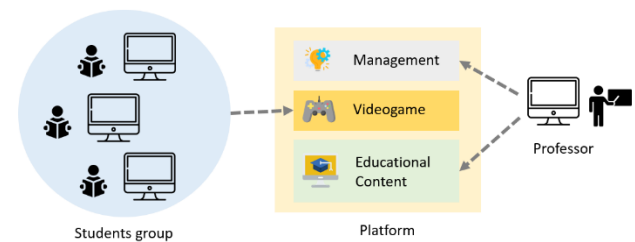


Figure 1 Prototype Architecture

The game has been designed to be easy to learn and to meet the design features identified as beneficial for improving user motivation.

Internal interaction among players, the game is designed to keep all players visible on the same map. The game mechanics will also offer the chance to collaborate and compete with other players. Also, players can use elements created by other players (bridges).

Roles. Proposed design does not fully include this feature, i.e. there are no players with their own skills which cannot be obtained by other player. The use of roles has as its main objective that students may need the skills of others. In this game all players have the same skills, they can build bridges if they have enough blocks. In some moments there could be some players who cannot build bridges, this situation could encourage collaborations.

Resources, this guideline recommends the use of finite or non-finite resources, consumable or non-consumable and related to the educational context of the game. In this case the main resource are the building blocks. Blocks are a finite resource that is created by the generators progressively, several new blocks are created each turn. The blocks are a resource, as they can be used to create bridges, these bridges are an essential element of the game. Without bridges it is not possible to move to other islands. The resources are directly related to the educational context, since when requesting the blocks of a generator a question is sent to the student, if he answers it correctly the student will get some extra blocks.

The design includes a quantitative scoring system, with the objective of stimulating competition among the students. At any time during the game, it is possible to see the number of points that each participant. In this case the points are the number of flags that have been captured on other islands and then brought back to the player's island.

The proposed challenges are clear objectives, which the players must fulfill at each moment. In an optimal scenario these challenges should be not repetitive and increase their level of complexity progressively. The main challenge is clearly identified, to advance towards a rival flag in order to capture it. This challenge involves carrying out a series of tasks, such as obtaining the building blocks and creating the bridge to reach the other player's island. The fewer flags that are available, the more complex it will be to obtain them, since there are a greater number of players who will go for them. In general, multiplayer games prevent challenges from being presented in a very repetitive way, as there are several people involved. Another secondary challenge that the player could face in the game is to "defend" his own flag. Through a game feature that has been included that allows you to challenge other players to a question, which can be used to prevent them from attacking your flag.

The rewards are encouragements that allow players to gain ranking points or recognition. The proposal includes two types of rewards. The reward for saving a flag that consists in getting a point for the ranking and the reward for answering questions that results in getting extra building blocks.

The current design does not include **Artificial Intelligence**, several researches determine that its use can contribute very positively to the immersion in the game. In this case, the proposed design is imminently multiplayer, so it is not so critical that non-controllable elements (NPCs) managed by artificial intelligences appear.

Interoperability, the platform has been designed on web technologies so the hardware requirements are extremely light. The game only requires a web browser for its operation avoiding having to install

a program and its subsequent updates and even opening the possibility for students to play on their own devices such as cell phones or tablets.

The game is played in turns of limited time. In these turns, the player has the possibility to move a maximum distance and perform an action. There are different actions and it is in these actions that the questions are introduced. The more questions that are answered correctly, the more competitive advantage the student will have during the game. The main actions are:

- **Move:** Each player can move 8 cells each turn, the floor of the map is divided into cells, they can only move through cells containing land or bridges.
- **Collect blocks:** If the player moves next to a "block generator" he will be asked a question, he can get more blocks if he answers correctly.
- **Building bridges using blocks:** This feature is necessary to move from one island to another. The blocks placed disappear after a number of turns, with the aim of encouraging the obtaining of blocks and therefore answering questions on the subject.
- **Capture and deposit the flags:** By moving the player to the same square as a rival flag a player is able to capture it, from that moment the player owns the flag and must deposit it on his own island. Once you get to deposit it you will get a point.
- **Challenge another player:** When two players are close to each other either of them can initiate a challenge. Challenges send the same question to both players, in the event that either player does not answer correctly they will be penalized by losing half of their blocks and being transported to their island.
- **Collaborate with another player:** When two students are close to each other, either of them can initiate a collaboration. In this case the two players team up to answer a question together and cooperate. If one of the players answers the question correctly, both players will receive an extra amount of blocks. In case they do not give the correct answer to the question both would be penalized.

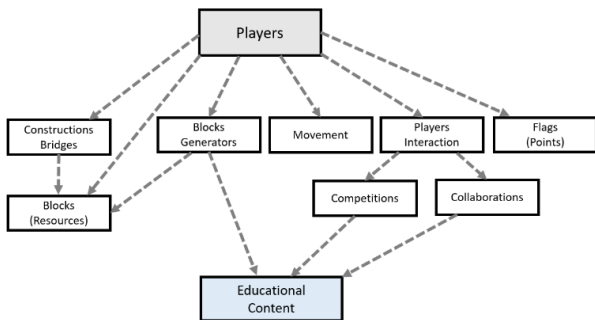


Figure 2 Gameplay design of our prototype

The questions integrated in the game must be configured by the teachers before starting the game. In the prototype it is possible to set a statement, a question and one or more correct answers. The system can be configured to force the student to write a text answer in a free field or to choose between different predefined options where only one is correct. In addition, the teacher must also enter the incorrect alternatives. The teacher has the possibility to set up several sessions with different questions and invite different students to each of them.

The platform consists of 3 subsystems.

- **Administration subsystem.** Where the teachers can create their games, modify the parameters of the default configuration and add the questions with the content. It is also the system in charge of organizing the students in different game sessions. The subsystem has been developed using the VueJs Framework and Firebase tools.
- **Game Client subsystem.** This consists of the video game prototype that has been designed. With a very simple graphic design of 2.5 dimensions, thinking of being very light and interoperable. In order to be used on low-powered computers and thus be available to the maximum number of students. This has been developed mainly in JavaScript to be used in a browser.
- **Server client subsystem.** This is in charge of synchronizing the video game between all the players and the platform data. In this way, the questions that have been configured during the game are included in the game. For this module we have used technologies such as

NodeJs on the server side, and WebSockets as a means to establish communication with the clients of the videogame.

4. Use Case

This use case will show a complete example of the use case.

Access to the platform via web, the teacher configures the questions to be included in the game, invites the players and configures the minimum number of students connected before the game to start.

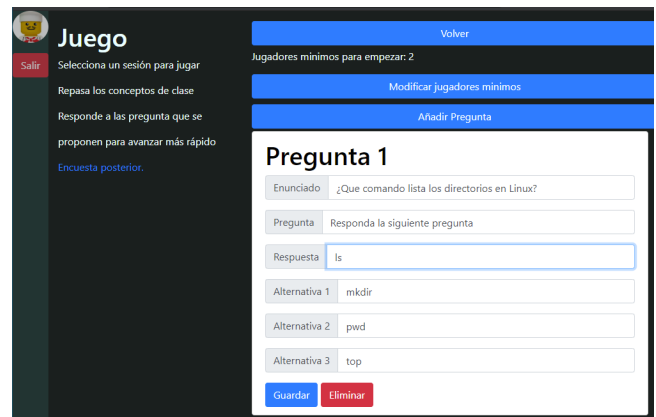


Figure 3 Configuration view

Each student will join the platform. They can select a session on the main page. At the start of the game, each player is transported to his own island and must wait his turn. Each island has a flag in the middle and a block generator. The turn information can be found at the top left of the screen, and in addition to the turn you can also see the number of flags and the number of building blocks available. In the player's turn he can move using the mouse, the movement is limited to a maximum number of cells.

When the player moves to a cell adjacent to a block generator, he can retrieve the blocks stored in the generator. The generators create blocks every turn. The collection of blocks is one of the actions that has associated questions, when collecting the blocks a dialog box will appear for the player to answer the question. If the answer is correct, the player will receive twice as many blocks.

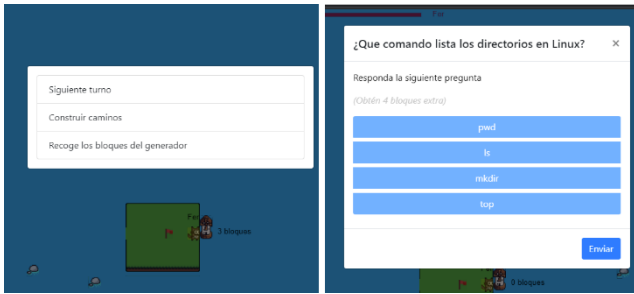


Figure 426 Player answering educational question

Players have to move to other islands, so initially they must collect blocks to build bridges to the other islands. The objective of moving to another island is to capture the rival flag. The construction of bridges is done in the same way as the movements, but instead of by land it is done by sea, when moving the mouse the blocks will be discounted and when clicking the mouse the bridge will be built. The bridges can be used by all players, not only by the one who built them. These bridges have a finite duration and begin a process of destruction once built, they disappear after 5 turns.



Figure 5 Player building a bridge

Once a player gets an opponent's flag he will carry it over, at that point he must carry the flag to his own island and he will get a point. Once the player delivers the rival flag to his island the flag reappears in its original place, opening the possibility for it to be captured again by another player. The ranking indicates the number of flags retrieved by each player, the teacher can set a number of flags to obtain or simply let the students play for a period of time and see how many they get.

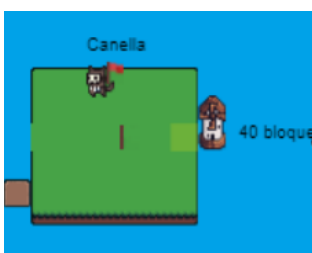


Figure 6 Player getting an enemy flag

5. Evaluation

In order to validate the research goals, a three-phase evaluation process was carried out:

1. To evaluate the impact on **motivation**, first, a comparison was made of the characteristics that potentially allow an increase in motivation, and the proposal was compared with two of the most popular alternatives currently available. Secondly, the game was used in a real classroom and a survey was conducted asking students about motivation.
2. Evaluate the possibility that teachers can configure their own content in an agile way. The process of including a similar question in different video games and gamification tools has been evaluated to try to estimate the complexity of each tool.
3. To evaluate how easy it is for students to understand the mechanics of the game. On the test of the proposal carried out in the classroom, game logs have been obtained and the evolution in the number of actions performed by the students has been compared.

5.1 Motivation

At the beginning of the research, a series of characteristics were identified that were estimated to positively influence game motivation. We point out that the mere fact of including these features does not mean that the level of motivation is necessarily higher. We analyzed which of these features could be fulfilled by the proposal and other alternatives. Table 1 shows the results.

	Propo osal Gam e	Kaho ot Gam e	Quizl et	Arcad e Game Gener ator	Mine craft Edu	Scrat ch	Robl ox
Player interaction	x				x		x
Synchronization	x				x		x
Roles					x*	x*	x*
Resources	x			x	x	x*	x
Scores	x	x	x	x	x*	x*	x*
Challenges	x	x	x		x*	x*	x*
Rewards	x	x	x		x*	x*	x*
Artificial Intelligence					x*	x*	x*
Interoperability	Inter net	Inter net	Inter net	Inter net	Inter net	Inter net	Inter net

Bro wser	Bro wser	Bro wser	Brow ser	Instal l	Bro wser	Inst all
x	x	x	x	x	x	x
x*	x*	x*	x*	x*	x*	x*

x: Complies with the feature with its default settings
x*: Complies according to the implementation made

Table 1 Motivational characteristics by platform

Our proposal complies with 6 of the 8 characteristics evaluated. It needs an internet connection and a web browser. One of the most popular solutions, Kahoot, complies with only 3 features. Minecraft EDU and Roblox, could meet all the features depending on the implementation of the game by the teacher. It should be noted that both options require the installation of a client application. Popular platforms such as Scratch can be used to create video games in educational environments, but these video games cannot have synchronization between players, they are mainly designed for a single player. On the other hand, we find platforms such as Arcade Game that could only meet two of the evaluated characteristics.

The seven tools analyzed could be used to create game dynamics with subject content. The degree of customization that can be achieved with each tool varies, although greater customization requires a deeper knowledge of the platform or knowledge of programming concepts. Our proposal and tools such as Kahoot, Quizlet or Arcade Game generator offer very limited actions. Teachers must configure some values and introduce the subject information. On the other hand, Minecraft, Roblox and Scratch are game creation platforms that have different modalities and even make use of development tools, which require a higher level of knowledge.

The solution was evaluated in a class with 13 students from a vocational training center, taking the subject of operating systems. Of which 77% were men, and 33% women. Eighty-five percent of the students acknowledged playing video games on a regular basis.

Eighty-six questions were prepared with four possible answers. Each question had only one correct option. These questions have two types of design, a first design where a statement is exposed, in which a word is missing and students must complete the sentence. And another type where a question is directly posed and the correct answer must be chosen.

These students had used the Kahoot tool in previous classes, where a question is presented to all students at the same time and they have a time limit to answer. If students answer the question correctly, they will get points. The faster they answer the question correctly, the more points the students get. After each question they are shown a ranking of the students' scores.

The proposed solution was used during a class session. Initially, the basic functioning of the game was explained to the students for 10 minutes. The students were divided into two groups and each group played a total of two games for a total of 25 minutes.

Once the game session was over, a survey was carried out with a series of questions to analyze the impression they had had during the session.

- **Q1** *Do you think that thanks to the game, your level of motivation has been higher than other classes?*

Students could choose between the options "much lower, lower, higher, much higher". In this case, 46.2% of the students answered that the experience with respect to other classes had been "Much higher" and 46.2% answered "Higher" and only 7.7% "much lower".

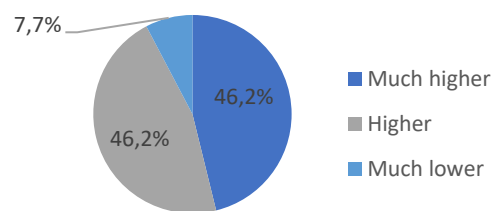


Figure 7 Q1 Responses percentage

On the other hand, we compared the experience using Kahoot, which is a game focused on questions about classroom content, with our proposal that integrates questions within a competitive video game. For this purpose, the following question was posed:

- **Q2** *What type of game do you prefer?*
- A. "A game of only questions based on classroom content (Kahoot type)."

B. A multiplayer video game in which answering questions can provide some competitive advantage in the game (Video game used in the session)

On this question, **92.3%** of the students chose the second option. This showed that their experience had been more positive.

We were also interested to know if the students preferred to do this type of review activities, together with their classmates creating a dynamic of competition, or if on the other hand they preferred to do a similar activity individually. In order to know their opinion, we asked them the following question.

- **Q3** *To what degree do you consider that doing these types of review exercises together with your peers is more satisfying than doing them individually?*

They could answer by choosing from a range of 1 to 5, with 1 being "Less satisfactory" and 5 being "More satisfactory". The average obtained in the students' answers was 4.46 with a deviation of 0.78.

In order to find out to what degree they had found the experience positive and believe that it would be useful to transfer this type of activities to other subjects, they were asked:

- **Q4** *Would you recommend using this game to other teachers?*

They were able to choose on a scale of 1 to 5 both included. The lowest score means that they would not recommend it and a 5 means that they would. The responses obtained an average of 4.46 and a standard deviation of 0.88.

Finally, they were also given the opportunity to make some comments about their experience with the game. And how they think it affected their motivation or how useful they think it can be in their learning process. Some comments highlight the usefulness of the application to set concepts, or memorize concepts that they needed for the subject. They also pointed out how positive it had been for them to carry out this type of activity after several hours of class.

5.2 Creation of in-game content

The incorporation of this type of video games in the classroom requires prior knowledge and effort on the part of the teacher. Therefore, in this evaluation we will try to estimate the amount of effort required by the teacher to prepare an activity with each of the proposed alternatives. We set the objective of creating and sharing a simple game with a question and 4 options, which offers feedback to the student when answers the question.

In order to measure the complexity of creating this game, two evaluations were carried out. A first evaluation to measure the user's keyboard and mouse activity with the mousetron tool. And a second measurement based on the KLM-GOMS technique [26] to estimate the amount of time it takes an average user to interact to complete a specific task. All games have been created by an expert user who knew how to operate the tools, no confusion or learning is being taken into account, this would be a near optimal iteration.

	Time (s)	Mouse movement	Key strokes	Mouse left button	Mouse Right button	Double click	Wheel
Propoal Game	86	190.5	118	21	0	0	0
Kahoot Game	89	358.14	63	19	0	1	10
Quizlet	76	388.62	75	15	1	0	33
Arcade Game Generator	72	198.25	79	13	0	0	0
Minecraft Game	627	1780.54	384	130	53	11	128
Scratch	235	2034.54	105	116	3	22	182
Roblox	973	16312.5	642	498	41	16	441

Table 2 Mousetron metrics

The results show how our proposal has a similar complexity to the applications based on questions. And it is much simpler with respect to more complex platforms such as Minecraft or Roblox, which require 7.29 and 11.31 times the time needed in our prototype.

The evaluation based on the KLM-goms technique, 5 variables were monitored. The number of times a keyboard key was pressed (K). The number of times it was necessary to point to an object (P). The number of mouse clicks (B). The number of transitions made between the mouse and the keyboard (H). The number of times

the user interface displayed an element on the screen that required extra mental preparation (M). And the ingame action needed (G). Assigning each action a time in seconds of 0.20 (K), 1.10 (P), 0.10 (B), 0.40 (H) , 1.20 (M) and 8.5 (G) respectively [26].

	k	p	b	h	m	g	Total (s)
Propuesta	27	7	5	3	9	0	25,6
Kahoot	26	4	4	3	8	0	20,8
Quizlet	27	6	4	3	8	0	23,2
Arcade Game Generator	32	6	5	4	9	0	25,9
Minecraft EDU	29	11	14	7	17	63	578
Scratch	52	17	20	11	21	11	154,2
Roblox	82	43	32	18	36	81	805,8

Table 3 KLM-goms metrics

The times obtained show that Kahoot, Quizlet, Arcade Game Generator and our proposal are the most agile platforms, with times of around 25 seconds, Kahoot being the fastest with 20,8. Minecraft Edu obtained a time of 578 seconds, 154,2 seconds for Scratch and 805,8 seconds for Roblox. This points how the most flexible platforms when it comes to creating customized experiences also require a greater amount of work on the part of the user. The times measured with the KLM-goms procedure, are the times that the user interacts only with the user interface, while the Mousetron measures the total time of the task. That means that KLM-goms skip the loading times of each platform.

5.3 Ease of understanding by students

In order to determine the degree to which the game is easy to learn, the actions performed by the students in the test scenario have been recorded. The following graph shows the evolution of a 6-player game and the number of actions the students performed in each minute. The actions recorded do not include the movements.

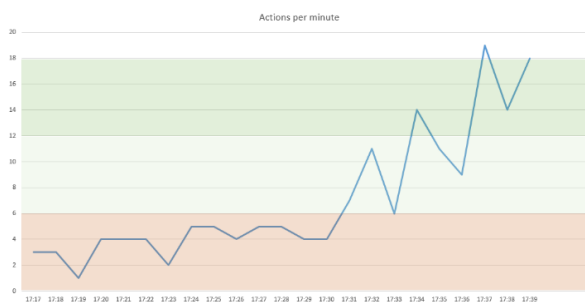


Figure 827 Actions from students per minute

The test performed had turns of 20 seconds, this time being extended when a student receives a question. In each turn, the students perform a movement and an action. When they finish the action, the turn ends. If no action is performed, the turn ends automatically after 20 seconds. The graph shows how, as the session progresses, the number of actions per second increases. It reaches up to 19 actions per minute. In the 22-minute period that the game lasted, an evolution in the speed of the game can be observed.

At the beginning of the test values are below 5 actions. Turns were running out for some players. This is due to the fact that it was the first time that the students used the game, and they did not know the controls and mechanics of the game well, despite having been briefly explained at the beginning of the test. When the number of actions per minute exceeds 6, it means that all 6 players have been able to perform their action in one minute, which means that each player takes about 10 seconds, half the preset time in one turn. When the number of actions exceeded 12 the number of actions was quite fast indicating that they already had a very high level of understanding of the game.

6. Conclusions and Future Work

In this research we have been studying how to use video games to increase motivation in educational environments. Our solution was to embed didactic content in competitive and collaborative multiplayer video games. The possibility of including questions in the video game means that it can be applied generically to many subjects, as opposed to video games that are designed to acquire a single type of knowledge.

The proposal had to include easy-to-understand mechanics in the video game. This objective was evaluated by measuring the number of actions registered by the students who tested the game. We obtained that in approximately 14 minutes they were able to play the videogame fluently.

Another objective was that teachers could configure their game and teaching content in a simple way. Comparing the proposal with the different alternatives, we obtained a complexity

similar to the most optimal tools such as Kahoot or Quizlet. In which it has been calculated that it takes 89 and 76 seconds respectively to use compared to the 86 obtained in our proposal. An improvement is also observed when comparing other alternatives such as Minecraft Edu or Roblox that need around 627 and 973 seconds.

The research aimed to increase motivation compared to gamification tools that do not include video games. In order to analyze the impact on motivation, questionnaires were given to the students participating in the test. The acceptance of the proposal was resounding. **92.3%** preferred the proposed solution to a tool based on questions such as Kahoot. A total of 46.2% answered that the motivation with respect to other classes had been higher and another 46.2% answered that it was much higher. They were very satisfied with the possibility of carrying out the questions together (4.46/5) and most of them recommended the use of the proposal in other subjects (4.46/5).

As future work, we are considering the possibility of looking for systems that automate the generation of questions or content that can be implemented in this type of video games. For the preparation of the sessions, extra work has been required by the teachers to prepare the questions and configure the activity within the platform. Therefore, we are interested in evaluating whether the use of this type of tools achieves greater acceptance by the teachers, without losing quality of the learning content.

References

- [1] M. A.-A. Ismail and J. A.-M. Mohammad, "Kahoot: A promising tool for formative assessment in medical education.," *Educ. Med. J.*, vol. 9, no. 2, 2017.
- [2] C. González-González and F. Blanco-Izquierdo, "Designing social videogames for educational uses," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 1, pp. 250–262, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2011.08.014.
- [3] S. A. Barab *et al.*, "Transformational Play as a Curricular Scaffold: Using Videogames to Support Science Education," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 18, no. 4, p. 305, 2009, doi: 10.1007/s10956-009-9171-5.
- [4] M. C. Ramos-Vega, V. M. Palma-Morales, D. Pérez-Marín, and J. M. Moguerza, "Stimulating children's engagement with an educational serious videogame using Lean UX co-design," *Entertain. Comput.*, vol. 38, p. 100405, May 2021, doi: 10.1016/j.entcom.2021.100405.
- [5] Z. Zainuddin, M. Shujahat, H. Haruna, and S. K. W. Chu, "The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system," *Comput. Educ.*, vol. 145, p. 103729, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103729.
- [6] N. P. Zea, *Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo*. Universidad de Granada, 2011.
- [7] D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, and G. Angelova, "Gamification in education: A systematic mapping study," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. 3, pp. 75–88, 2015.
- [8] D. Orhan Göksün and G. Gürsoy, "Comparing success and engagement in gamified learning experiences via Kahoot and Quizizz," *Comput. Educ.*, vol. 135, pp. 15–29, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2019.02.015.
- [9] D. Buchinger and M. da Silva Hounsell, "Guidelines for designing and using collaborative-competitive serious games," *Comput. Educ.*, vol. 118, pp. 133–149, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2017.11.007.
- [10] S. Nebel, S. Schneider, and G. D. Rey, "From duels to classroom competition: Social competition and learning in educational videogames within different group sizes," *Comput. Human Behav.*, vol. 55, pp. 384–398, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2015.09.035.
- [11] J. Sánchez-Martín, F. Cañada-Cañada, and M. A. Dávila-Acedo, "Just a game? Gamifying a general science class at university: Collaborative and competitive work implications," *Think. Ski. Creat.*, vol. 26, pp. 51–59, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.tsc.2017.05.003.
- [12] J. Chaboissier, T. Isenberg, and F. Vernier, "RealTimeChess: Lessons from a Participatory Design Process for a Collaborative Multi-Touch, Multi-User Game," in *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, 2011, pp. 97–106, doi: 10.1145/2076354.2076374.
- [13] Z.-H. Chen, C.-Y. Chou, Y.-C. Deng, and T.-W. Chan, "Animal Companions as Motivators for Teammates Helping Each Other Learn," in *Proceedings of Th 2005 Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Learning 2005: The next 10 Years!*, 2005, pp. 43–47.

- [14] M. E. Gorman, "Serious games, sustainable civilizations and trading zones," in *2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology*, 2009, pp. 1–3, doi: 10.1109/ISSST.2009.5156702.
- [15] R. Takaoka, M. Shimokawa, and T. Okamoto, "A Development of Game-Based Learning Environment to Activate Interaction among Learners," *IEICE Trans. Inf. Syst.*, vol. E95.D, pp. 911–920, Apr. 2012, doi: 10.1587/transinf.E95.D.911.
- [16] D. Liu, X. Li, and R. Santhanam, "Digital Games and Beyond: What Happens When Players Compete?," *MIS Q.*, vol. 37, no. 1, pp. 111–124, 2013, [Online]. Available: <http://www.jstor.org/stable/43825939>.
- [17] G. Ekaputra, C. Lim, and K. I. Eng, "Minecraft: A game as an education and scientific learning tool," *ISICO 2013*, vol. 2013, 2013.
- [18] S. Nebel, S. Schneider, J. Schledjewski, and G. D. Rey, "Goal-Setting in Educational Video Games: Comparing Goal-Setting Theory and the Goal-Free Effect," *Simul. Gaming*, vol. 48, Feb. 2017, doi: 10.1177/1046878116680869.
- [19] J. C. D\`iez Rioja, D. Bañeres Besora, and M. Serra Vizern, "Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales= Gamification Experience in Secondary Education on Learning of Digital Systems," *Exp. gamificación en Secund. en el Aprendiz. Sist. Digit. Gamification Exp. Second. Educ. Learn. Digit. Syst.*, pp. 85–105, 2017.
- [20] G. Saposnik *et al.*, "Effectiveness of Virtual Reality Exercises in STroke Rehabilitation (EVREST): Rationale, Design, and Protocol of a Pilot Randomized Clinical Trial Assessing the Wii Gaming System," *Int. J. Stroke*, vol. 5, no. 1, pp. 47–51, Feb. 2010, doi: 10.1111/j.1747-4949.2009.00404.x.
- [21] Q. Kennedy, J. L. Taylor, G. Reade, and J. A. Yesavage, "Age and expertise effects in aviation decision making and flight control in a flight simulator," *Aviat. Space. Environ. Med.*, vol. 81, no. 5, pp. 489–497, 2010.
- [22] D. L. Aldana-Avilés, "El lenguaje de programación Scratch como material didáctico motivador para la aplicación y evaluación de contenidos en el área de inglés para alumnos con diagnóstico de TDAH." 2015.
- [23] C. Meier, J. Saorín, A. B. de León, and A. G. Cobos, "Using the Roblox Video Game Engine for Creating Virtual tours and Learning about the Sculptural Heritage," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 15, no. 20, pp. 268–280, 2020, [Online]. Available: <https://www.learntechlib.org/p/218337>.
- [24] A. I. Wang, "The wear out effect of a game-based student response system," *Comput. Educ.*, vol. 82, pp. 217–227, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2014.11.004.
- [25] M. Martín-Sómer, J. Moreira, and C. Casado, "Use of Kahoot! to keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by Covid 19," *Educ. Chem. Eng.*, vol. 36, pp. 154–159, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.ece.2021.05.005.
- [26] D. Kieras, "Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times," Mar. 2003.
- [27] S. Nebel, S. Schneider, J. Schledjewski, and G. D. Rey, "Goal-Setting in Educational Video Games: Comparing Goal-Setting Theory and the Goal-Free Effect," *Simul. Gaming*, vol. 48, no. 1, pp. 98–130, Nov. 2016, doi: 10.1177/1046878116680869.

Anexo 4 – Revisión del estado del arte

Durante la revisión del estado del arte se ha realizado un documento interno, anotando los artículos que se han revisado. Cada artículo cuenta con una valoración propia en una escala del 1 al 10, en el que hemos valorado tanto la calidad que consideramos que tiene el artículo, como la relevancia que tiene dicho artículo en nuestra investigación. Cada uno cuenta con un enlace al artículo analizado. Un pequeño comentario en forma de resumen, destacando los puntos que nos parecen relevantes o las conclusiones que han realizado en la investigación. También se han destacado aspectos positivos o negativos que hemos detectado en cada artículo.

Este documento únicamente incluye los artículos revisados durante la fase de estudio del estado del arte. Se han revisado algunos artículos en el resto de las fases del proyecto, que no están incluidos en este análisis.

3 Designing social videogames for educational uses

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511001928>

Habla sobre la investigación en los videojuegos y su uso en la educación (videojuegos multijugador en muchos casos). Presenta un videojuego propio multijugador en **secundaria y educación**.

El general el artículo tiene una pinta un poco rara, no se ve mucho del juego, se supone que es el WOW entiendo que modificado. En lugar de ir a clase iban avanzando por un mundo RPG, debían tomar notas de cosas que hacían. **Tenía equipos donde podían cooperar y comunicarse.**

Lo han probado con 25 estudiantes universitarios, la evaluación fue una encuesta en escala liker (1-5), era relativa a la **actividad y motivación** durante cada sesión. Un 79% considero la actividad motivante y un 71% dijo que era útil para estudiar. También hay un experimento con primaria.

Cosas que “criticar”:

- No prueba su eficiencia contra cualquier otra herramienta de aprendizaje que podamos usar como “referencia”
- Muy pocos datos sobre cómo se presenta el conocimiento (como aprenden), o como colaboran.

4 Stimulating children’s engagement with an educational serious videogame using Lean UX co-design

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952121000021>

Trata la **falta de motivación**, esta investigación pretende aumentar sea motivación mediante **serious games**, exclusivamente para **aprender programación en niños de entre 10 y 12 años**.

Proponen el juego “Mobi” para aprender programación, pero me entran dudas sobre si lo han creado ellos o no. Dicen que Mobi **está diseñado para aprender conceptos básicos de programación y maximizar la satisfacción**.

La hipótesis es que favorece la participación y facilita el aprendizaje. Para validarlo **han usado una encuesta** un tanto cuestionable, basada en “preguntas abiertas”:

- RQ1 grado de satisfacción de los niños respecto al videojuego
- RQ2 cuál es la percepción de los niños sobre haber participado en el diseño de un videojuego
- RQ3 Que perciben que han aprendido (learning perfection) tras 6 meses de uso del juego.

También han usado la **opinión de 3 expertos, saca muchísimas tablas y análisis con relación a la opinión de estos expertos**. De este estilo:

Table 4
General opinion: Spearman's correlation between experts (p values in brackets).

Opinion correlations	Expert 1	Expert 2	Expert 3
Expert 1	1	0.78 (p value ≤ 0.0001)	0.68 (p value ≤ 0.0001)
Expert 2	0.78 (p value ≤ 0.0001)	1	0.67 (p value ≤ 0.0001)
Expert 3	0.68 (p value ≤ 0.0001)	0.67 (p value ≤ 0.0001)	1

Luego analiza las preguntas realizadas a los alumnos (RQ1, RQ2, RQ3) para concluir cosas como que el 85% recomendarían Mobi a sus amigos, el 94% percibían que estaban creando un videojuego de verdad, el 60% percibían que estaban aprendiendo a programar. En general me parece una evaluación un poco floja, basada en percepciones y sin compararla con otros métodos como scratch, aunque claro scratch es lo de menos, lo que importa es como diseñes el aprendizaje. En nuestro caso creo que la comparación es más simple, deberíamos compararnos con una herramienta de "sistema de preguntas" (con o sin gamificación, examen de un Moodle o un kahoot).

Cosas que "criticar":

- Son videojuegos solo para aprender a programar, no sirven para otras materias
- Orientados a un público muy infantil
- No llega a demostrar que sea mejor opción que otros videojuegos educativos similares.
- No hay interacción entre los alumnos

7 Students' and Teachers' Perceptions of Using Video Games to Enhance Science Instruction

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-012-9421-9>

Este estudio se centra en estudiar la utilidad de los videojuegos en materias científicas en personas con problemas en la comprensión lectora o en personas con algún tipo de discapacidad.

El estudio se centra en responder dos preguntas:

- ¿Existe alguna diferencia entre alumnos con distintos niveles de discapacidad o problemas de lectura, en sus hábitos fuera de clase para leer o jugar a videojuegos?
- ¿Afecta de alguna forma el nivel de discapacidad del alumno o su capacidad lectora, la actitud que el alumno tiene a la hora de aprender materias de ciencias o aprender estas materias utilizando videojuegos?

Los investigadores han preparado un videojuego específico para ayudar a los alumnos a entender conceptos de materias científicas. Se ha realizado una encuesta a los alumnos antes de exponer a los alumnos al videojuego. Otra encuesta tras probar el juego con los alumnos. Y otra encuesta a los profesores. También se han realizado entrevistas en persona con alguno de los alumnos para hablar de la experiencia que han tenido utilizando dicho videojuego.


En el estudio concluyen como con los métodos más tradicionales de enseñanza, la comprensión de conceptos abstractos y el vocabulario utilizado en este tipo de materias, dificulta la comprensión por parte de este tipo de alumnos. Y como este tipo de juegos ayudan a los alumnos a comprender la materia. También apuntan como este tipo de alumnos tienen problemas con métodos tradicionales debido a la necesidad de memorizar datos específicos. Para finalizar explican cómo estas técnicas de enseñanza más innovadoras consiguen que los alumnos aprecien mejor lo que significa **hacer ciencia** y tengan mayor interés en la misma.

Las encuestas realizadas a los alumnos se basan en preguntas cortas que tienen distintas opciones de respuesta, donde el alumno elige la respuesta que más se aproxime a su caso:

Student Science and Gaming Pre-intervention Survey

The next few questions will help us understand what you think about science and video games. You do not have to fill out this section if you don't want to. It might help other students and teachers in the future if you do. Thanks for considering it! Answer the questions on the same blue bubble sheet you used for your test. It should only take a couple of minutes. Please be honest.

Skip down to number 51 on the response sheet!



51. Do you have a computer at home? (A) Yes (B) No

52. Do you have your own computer? (A) Yes (B) No

53. Do you like to play video games for fun? (A) Yes (B) No

54. Do you have a phone with Internet access? (A) Yes (B) No

55. How many hours do you spend each week playing video games?
(A) Less than 1 (B) 1 - 3 (C) 4 - 6 (D) 7 - 10 (E) more than 10

56. Which of the following gaming platform do you like the best?

Observaciones

- No cuentan con datos extraídos de las sesiones de juego que han realizado los alumnos en clase, sus conclusiones se basan principalmente en encuestas realizadas antes y después de utilizar el videojuego.
- Todos los datos los tienen clasificados según el tipo de perfil de cada estudiante, lo que consiguen conclusiones muy precisas para cada tipo de perfil.
- Gracias a las entrevistas explican otros efectos positivos, que no hubieran obtenido con las encuestas, como el hecho de estudiar utilizando videojuegos en clase cuenta con un componente social entre los alumnos que influyó positivamente la experiencia del aprendizaje.
- Centrado únicamente en el ámbito de las ciencias, y con el desarrollo de un videojuego específico para explicar dicha materia. Por lo que migrar este método a otras materias conlleva un elevado coste/esfuerzo para la creación de un nuevo juego distinto.

5 Students' perception of Kahoot!'s influence on teaching and learning

<https://telrp.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s41039-018-0078-8.pdf>

En esta investigación han hecho uso de la herramienta Kahoot.

Han utilizado la herramienta de distintas formas:

- Exponiendo a los alumnos a una serie de preguntas para validar el conocimiento previo en una materia.
- Haciendo cuestionarios para que aprendan materia nueva.
- Haciendo cuestionarios para repasar y asentar contenidos dados en clase.
- Dejando que los alumnos diseñen sus propios kahoots.

Utilizaron la herramienta durante 7 sesiones, un tiempo de una media hora.

Para evaluar la experiencia realizaron entrevistas semiestructuradas con alguno de los alumnos que accedieron a participar. En dichas entrevistas se les hacían preguntas sobre la experiencia que han tenido utilizando la herramienta en clase.

En el estudio realizan un análisis descriptivo de los alumnos que han entrevistado y realizan discusiones, a partir de las transcripciones de las entrevistas con los alumnos.

Table 2 Descriptive statistics for participants' demographics

Gender	Statistic	Age	Years of study	Hours of study each week	Performance (%)	
					Coursework (/100)	Exam (/100)
Overall	Mean	21.4	3.4	6.1	81.7	73.4
	Std. Dev.	1.3	0.8	2.7	8.8	15.2
Male	Mean	21.2	3.5	6.3	81.5	73.8
	Std. Dev.	1.2	0.7	3.0	10.0	15.1
Female	Mean	21.8	3.3	5.8	82.1	72.4
	Std. Dev.	1.7	1.0	2.2	5.8	17.9

Analizan temas como:

- Atención y concentración en el aula
- Interacción y discusión generada en clase
- Aspecto competitivo de la actividad
- Cómo de bien funciona el juego para aprender nuevos conceptos
- Cómo de bien funciona el juego para repasar conceptos ya aprendidos

Comentan cosas como la posibilidad de ser anónimo en el juego, hace que los alumnos puedan responder sin estar presionados por el resto al ver que responden.

O como en ocasiones la competitividad de algunos alumnos hace que se centren en responder rápido (cosa que influye en la puntuación), y no tanto en aprender o responder bien.

Observaciones

- No cuentan con datos cuantitativos que respalden sus conclusiones (ellos mismo lo mencionan como trabajo futuro), únicamente se basan en las percepciones de los alumnos
- Utilizan un juego con un sistema de preguntas similar al que queremos utilizar en nuestra investigación
- Utilizan el juego de formas variadas. Para aprender cosas nuevas, repasar, permitir que los alumnos creen sus propios kahoots y los jueguen en clase.
- Las entrevistas ofrecen un feedback por parte de los alumnos interesante que se puede tener en cuenta en nuestra investigación

7 Transformational Play as a Curricular Scaffold: Using Videogames to Support Science Education

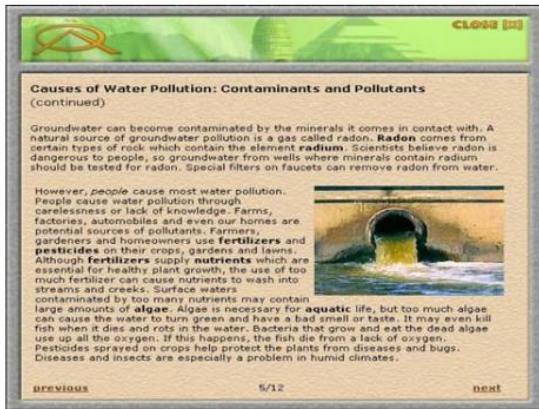
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-009-9171-5>

En este estudio se centra en observar el rendimiento en el aprendizaje de alumnos a los que se exponen de distintas formas y contextos a conceptos sobre aspectos que afectan a la calidad del agua.

Exponen a los alumnos de forma agrupada a una explicación de un texto (a). También se explican los conceptos en un entorno de un cartel interactivo (b), que cuenta con un mapa representativo en 2d de una zona geográfica. También se les expone a un entorno virtual (c) en un mapa similar y que pretenden explicar los mismo conceptos,

en este entorno virtual se puede hablar con distintos NPC (leñadores, usuarios de un parque...) que explican sus puntos de vista, y cómo les afecta el agua (contaminación, uso agrícola...).

a



b



c



La investigación trata a responder a las preguntas de:

- ¿Existe diferencias entre utilizar el método a b o c (solo y cooperativo)?
- ¿Existen diferencias en usar el método c sólo o cooperando con otro estudiante?
- ¿Qué diferencias cualitativas existen en usar los 3 métodos presentados?

Se han recogido una serie de datos de las prácticas realizadas de forma online y realizado entrevistas a alumnos, las cuales han sido transcritas y analizadas. También se realizaron una serie de postest después de las sesiones. Concluyen que el dar un contexto a las explicaciones a través de los videojuegos es útil para aprender nuevos conceptos. Y como es capaz de transferir los conceptos explicados en el juego a los conocimientos que se quieren explicar en la materia.

3 Kahoot: A Promising Tool for Formative Assessment in Medical Education

http://eduimed.usm.my/EIMJ20170902/EIMJ20170902_02.pdf

Estudio realizado con estudiantes del área de la medicina en Malasia. Los investigadores realizaron varias sesiones con kahoot, tras las cuales pedían a los alumnos rellenar un formulario con 12 preguntas. En este estudio se centran en estudiar la efectividad de kahoot en los alumnos, y si existe diferencia en la experiencia entre hombres y mujeres.

No.	Items	Median (IQR)
1	Kahoot helps me to focus on the subjects	3 (1)
2	Kahoot motivates me to learn more	3 (1)
3	Learning with Kahoot is fun	4 (1)
4	I'm more engaged with feedback through Kahoot	3 (2)
5	Kahoot enhances my understanding on the subjects	3 (1)
6	Kahoot helps to retain my knowledge	3 (0)
7	Kahoot simplifies the complex subjects	2 (1)
8	Kahoot facilitates my learning on the subjects	3 (0)
9	Kahoot is an effective method to provide feedback	4 (2)
10	Kahoot is an effective method to correct my misconception on the subjects	3 (1)
11	Kahoot is an effective method for reflective learning	3 (0)
12	Kahoot is a better platform than e-learning for feedback to students	4 (2)

A partir de las respuestas de los alumnos a la encuesta, obtienen una serie de conclusiones y discusiones que respaldan con otra literatura ya existente. No encontraron ninguna diferencia en las respuestas obtenidas en hombres y mujeres, excepto en la pregunta 2, en la que los hombres, encontraban la herramienta más motivadora que otras alternativas.

Observaciones

- Datos únicamente basados en las encuestas de los alumnos
- Discusiones obtenidas de la literatura, pero que no se justifican ni explican con los experimentos realizados
- La comparación con la alternativa destaca puntos que no guardan relación con la mejora del rendimiento que es lo que se esperaba estudiar y son muy subjetivos

2 Minecraft: A Game as an Education and Scientific Learning Tool

http://is.its.ac.id/pubs/oajis/index.php/file/download_file/1219

Explican brevemente la utilidad de los videojuegos a la hora de fomentar y educar a los alumnos. Resumen el juego Minecraft, que cuenta con una versión específicamente enfocada a la educación de alumnos en varios niveles. Explican varios campos donde el juego puede ser utilizado con fines educativos, como puede ser la ecología, ciencias y temas con un componente más cultural y social.

Observaciones

- No realizan ningún tipo de experimentación, únicamente exponen el uso de las herramientas que ofrece el juego

- No llega a cuantificar en qué medida las herramientas son útiles o las compara con alternativas ya existentes

7 Gamification Experience in Secondary Education on Learning of Digital Systems

<https://www.redalyc.org/pdf/5355/535554766006.pdf>

En el artículo expone cómo han intentado aplicar técnicas de gamificación en un juego, con el objetivo de que los alumnos aprendan sobre lógica combinacional. **Para ello identifican** una serie de elementos utilizados en los videojuegos que invitan a los jugadores a intentar superarse, como son los sistemas de:

- **Puntos**
- **Rankings**
- **Retos**

Implementan un juego sencillo, donde tienen que ir completando una serie de niveles en un tiempo predeterminado. El juego también cuenta con un ranking que permite al usuario ver su progreso y compararlo con el progreso del resto de jugadores.

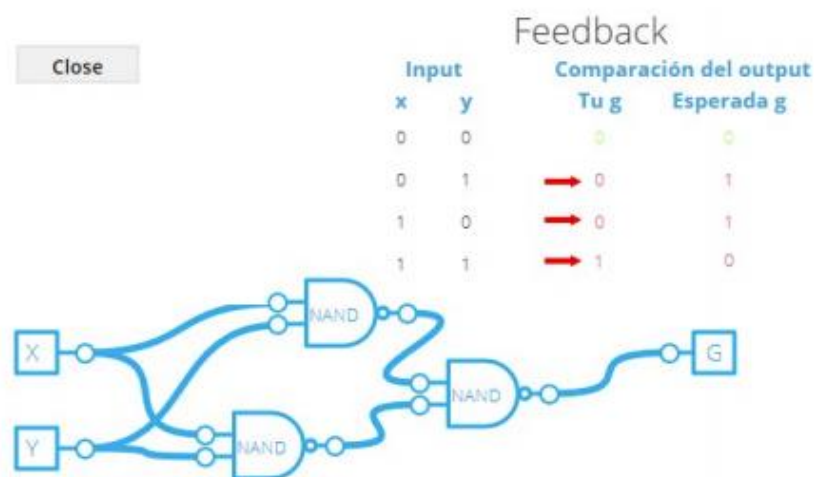


Figura 4. Feedback con las tablas de verdad del circuito propuesto y del requerido

Los experimentos se realizaron con alumnos de Tecnología Industrial en un grupo de 17. A estos alumnos se les presentó el juego, y se les ofrecieron una serie de recompensas por ir completando los niveles. Con los **datos obtenidos de la aplicación** y una serie de **encuestas** para analizar la percepción de los alumnos, han extraído información sobre el comportamiento de los alumnos a la hora de realizar estas tareas que **habían planteado como opcionales**.

Concluyen la utilidad de este tipo de técnicas y como el uso de estos elementos de gamificación han incentivado la participación por parte de los alumnos.

Observaciones

- Aportan datos extraídos del uso de su juego, que respaldan sus discusiones y conclusiones
- Cuentan con feedback de los alumnos, los cuales prácticamente un 60% del total ha querido participar de forma voluntaria en las encuestas
- Identifican y validan la utilidad de una serie de elementos aplicados en la gamificación de videojuegos comerciales al ámbito educativo

9 From duels to classroom competition: Social competition and learning in educational videogames within different group sizes

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.035>

Estudio realizado con 115 alumnos de “Technical University in Chemnitz”, de distintas carreras. Explican como con MinecraftEDU y una modificación del juego original llamada, ComputerCraftEDU (haciendo uso de Lua) tienen la capacidad de modificar el juego para adaptarlo a fines educativos.

En este caso querían enseñar conceptos de programación y lógica. Para ello establecieron una serie de retos que tenían que completar mediante un aparato de minado programable.



- Para ello **clasificaron a los participantes por sus conocimientos previos** para hacer grupo igualados.
- Les expusieron a un **tutorial** para sentar unas bases y que todos contaran con unos conocimientos básicos.
- Les expusieron a las pruebas de forma competitiva, donde podían ir avanzando por una serie de niveles y compitiendo contra sus rivales.
- Las pruebas iban **introduciendo conceptos progresivamente**, que debían ir utilizando para completar los niveles sucesivos.
- Tras el experimento les realizaron una encuesta para obtener feedback de la experiencia de los alumnos. Analizaron conceptos como el esfuerzo, la retención de conocimiento, la transferencia de conocimientos, etc...

Analizan una serie de parámetros mediante todos los datos que han recogido:

- La diferencia de percepción de los alumnos, sobre lo retos que se encontraban al realizar la actividad. Cuando mostraban la información competitiva (ej .puntuaciones) y cuando no la mostraban
- Cómo afecta la competición con la carga al alumno, durante la sesión de juego
- Cómo afecta la competición al interés, concentración, satisfacción y percepción de la utilidad
- Analizan en qué punto la competición puede llegar a disminuir el aprendizaje profundizado en un tema
- Analizan cómo afecta a la eficiencia el entorno competitivo

Table 2
Effects of social competition on learning outcomes.

Variable	Solo play		Duel		Group		Classroom		F(3,105)	p	η_p^2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
Retention	4.57	0.81	4.16	0.82	4.36	0.81	4.26	0.81	1.53	0.210	0.04
Transfer	3.12	0.99	2.75	0.94	3.06	0.98	2.49	0.98	2.48	0.065	0.07
Far-Transfer*	4.38	1.09	4.04	1.26	3.69	1.24	3.52	1.24	2.84	0.042	0.08
Detail***	3.33	1.00	2.18	1.15	2.23	1.14	1.93	1.14	9.60	<0.001	0.22

Note. Estimated Means based on gaming experience = 2.26 and informatics experience = 1.74. *p < .05. **p < .01. ***p < .001.

Table 3
Effects of social competition on CL-based instructional process efficiency.

Variable	Solo paly		Duel		Group		Classroom		F(3,105)	p	η_p^2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
Retention*	0.43	0.99	-0.21 [#]	1.01	-0.15	0.99	-0.26 [#]	0.99	3.42	0.020	0.09
Transfer**	0.41	0.89	-0.12	0.91	-0.04	0.90	-0.43 [#]	0.89	4.81	0.005	0.12
Detail***	0.72	0.91	-0.22 [#]	0.92	-0.31 [#]	0.91	-0.50 [#]	0.90	11.38	<0.001	0.25
Far-Transfer**	0.45	1.09	-0.03	0.99	-0.34 [#]	0.98	-0.46 [#]	0.97	5.18	0.002	0.13

Note. Estimated Means based on gaming experience = 2.26 and informatics experience = 1.74. *p < .05. **p < .01. ***p < .001. # Groups that differ significantly from the solo play condition as shown by Sidak-corrected pairwise comparisons.

Observaciones

- Estudio muy detallado
- Análisis bastante profundo sobre distintos aspectos, de cómo afecta un entorno multijugador al aprendizaje
- Fases muy bien definidas, con grupo de alumnos clasificados según sus conocimientos y con un tutorial previo para marcar unas bases a todos los alumnos por igual
- Indican cuáles han sido sus limitaciones

9 Goal-Setting in Educational Video Games: Comparing Goal-Setting Theory and the Goal-Free Effect

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878116680869>

Realizan un experimento utilizando minecraft como plataforma de aprendizaje, con 87 alumnos. En este experimento buscan validar las siguientes hipótesis:

1. ¿Se puede reducir la carga de trabajo estableciendo el objetivo correcto?

Hipótesis 1a (H1a): La carga cognitiva cambia al fijar objetivos centrados en el rendimiento y objetivos fijados en aprendizaje

Hipótesis 1b (H1b): La carga cognitiva en grupo es inferior si no existe un objetivo específico, comparado cuando si existe un objetivo de aprendizaje

Hipótesis 1c (H1c): La carga cognitiva en grupo es inferior si no existe un objetivo específico, comparado cuando si existe un objetivo de rendimiento

2. ¿El fijar un objetivo concreto aumenta la motivación?

Hipótesis 2 (H2): La motivación aumenta al fijar un objetivo concreto

3. ¿Qué tipo de objetivo es más beneficioso para el aprendizaje?

Hipótesis 3a (H3a): Bajo ciertos tipos de objetivos se puede mejorar la retención de información

Hipótesis 3b (H3b): Bajo ciertos tipos de objetivos se puede mejorar la transferencia de conocimiento

Se les hace una prueba a los alumnos para tener sus conocimientos en lógica, circuitos, puertas lógicas y videojuegos. Se agrupan en 3 partes a los alumnos. A cada grupo se les darán instrucciones distintas. El primer grupo se les proporciona **instrucciones abiertas**, el segundo grupo recibió instrucciones basadas en **objetivos de aprendizaje** y el tercer grupo recibirá instrucciones basadas en **conseguir un objetivo**:

Table 1. Examples of Instructions for Each Experimental Group (Translated Into English).

	Goal Condition		
	Goal-free	Specific learning goal	Specific performance goal
Welcoming statement	Welcome to the world of Atlantis! Have fun in this foreign world!	Welcome to the world of Atlantis! Here, it's your goal to learn everything about gates, logic circuits, and binary counters!	Welcome to the world of Atlantis! It's your goal to reach the top of the church with a train!
Tutorial instruction	You have found an illuminated passage! Lamps and colourful bases border your path.	You have found an illuminated passage! Here, it's your goal to learn everything about gates.	You have found an illuminated passage! Here, it's your goal to open the door of the exit with a lever.
Task instruction	You have discovered a hidden temple! The stairs lead to a room, illuminated by glowing stones, where lianas overgrow walls covered with moss.	You have discovered a hidden temple! Here, it's your goal to learn how a seven-segment display works, and which circuits are needed to operate it.	You have discovered a hidden temple! It's your goal to repair the damaged circuit at the purple input to open the door.

Los alumnos tenían que resolver puzzles, utilizando conceptos de puertas lógicas y circuitos que iban aprendiendo progresivamente.

Según los resultados concluyen que la hipótesis 1a es cierta, pero no pueden afirmar la hipótesis 1b y 1c. También afirman la hipótesis 2. Para la hipótesis 3a y 3b no han obtenido diferencias significativas que confirmen la hipótesis.

The Development of a Gamebook for Education

Describen el estado del arte antes el mobile learning y la tecnología actual de los ebooks. Desarrollan un g-book que consiste en un libro educativo que puede tener distintas historias alternativas, utilizando Unity3D que les permite desarrollar y exportar juegos en distintas plataformas. Prueban un prototipo con niños.

Concluyen que su experiencia con los estándares actuales no es buena y que deben usar otro tipo de tecnologías como motores de videojuegos tradicionales y destacan el potencial de los g-book para entornos educativos.

- No validan con datos técnicos, ni porque es más fácil, ni porque son buenos los g-books.
- Describen su experiencia

The effect of using Kahoot! for learning – A literature review

Revisan un conjunto de artículos que hablan de cómo afecta Kahoot al aprendizaje. Tras un filtrado de los artículos más relevantes.

Hacen una clasificación sobre artículos que hablan de Kahoot

Table 3

Attributes used in the synthesis of data.

Attribute	Description
L	Studies measuring the learning effect from using Kahoot! typically through comparing pre- and post-tests, or final exams (perceived learning is excluded)
CD	Studies investigating how Kahoot! affects classroom dynamics
A	Studies investigating how Kahoot! affects students' anxiety
SP	Studies investigating students' perceptions of using Kahoot!
TP	Studies investigating teachers' perceptions of using Kahoot!
ST	Studies that include statistical significance testing
EF	Studies that include computation of statistical effect sizes
QT	Studies that contains quantitative data and analysis
QL	Studies that contains qualitative data and analysis

E intentan responder en términos generales cada una de las research questions basándose en los datos de los artículos.

Teachers' perceptions

Hablan del impacto positivo en los profesores, y alguno que no había tenido una buena experiencia por problemas técnicos. Encontraban la herramienta como fácil, motivadora, útil y en general una valoración positiva de su uso en clase.

10 Guidelines for designing and using collaborative-competitive serious games

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131517302518#bib35>

Señala como en otros papers que los juegos se usan para aumentar la **diversión** y/o la **motivación**.

Cita este otro paper "**A teachable-agent-based game affording collaboration and competition: Evaluating math comprehension and motivation**" y unos cuantos que hablan sobre competir y colaborar.

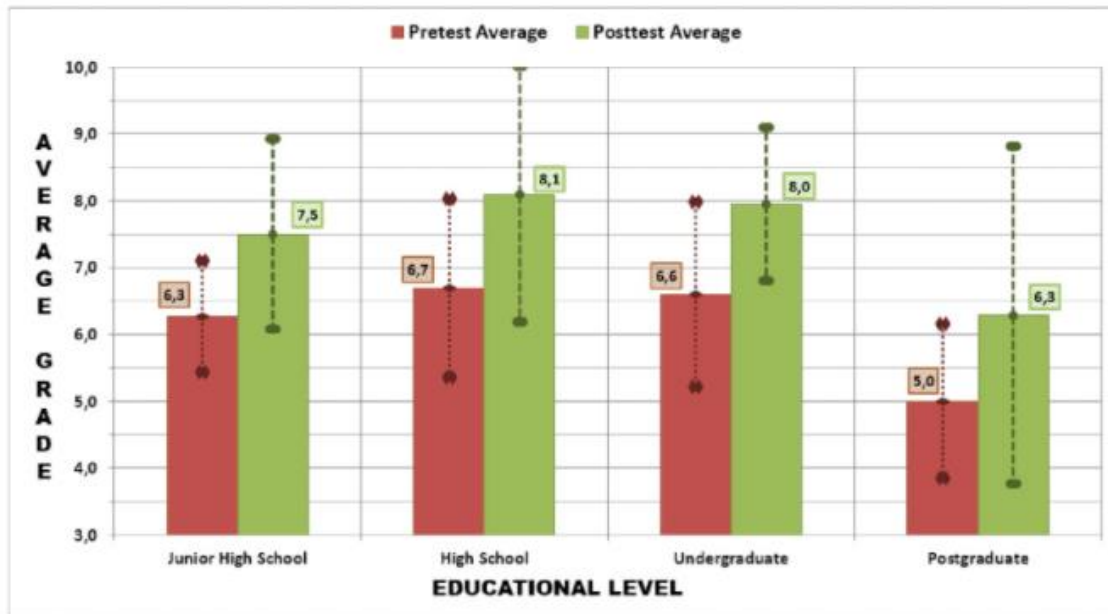
Señala los beneficios de poner de forma conjunta **colaboración y competición** y señala que no hay mucha investigación al respecto.

Tiene un **estado del arte muy bueno**, con muchos ejemplos de juegos colaborativos, el problema es que casi todos parecen para enseñar una cosa muy concreta, por ejemplo, inglés, electrónica, matemáticas, medicina, etc.

Hace una lista bastante buena de las características que considera importante

- 1) **Intra interacción entre jugadores**, "equipos" o similar ofreciendo la posibilidad de cooperar o colaborar de forma conjunta con otros jugadores.
- 2) **Sincronización**, los jugadores deben poder hacer acciones de forma síncrona o asíncrona (por turnos), aunque por un lado lo defiende luego parece que critica un poco lo de los turnos.
- 3) **Roles**, que existan diferentes roles puede favorecer la iteración y las dependencias entre jugadores. Me imagino que se refiere a que haya un médico, un constructor, etc.
- 4) **Recursos**, objetos recolectarles en el juego, pueden ser finitos o no finitos, consumibles o no consumibles. Dice que estos objetos se tienen que relacionar con la temática del juego, me imagino que si es un juego de energía que los recursos tengan que ver con la materia (aunque en este caso no creo que no se refiere a juegos de preguntas como el nuestro).
- 5) **Puntuaciones**: debe incluir un sistema de puntuación cuantitativo para motivar y estimular la competencia. Los premios puntúan y pueden utilizarse castigos que hagan perder puntos.
- 6) **Retos**. Debe haber objetivos claros que los jugadores tengan que cumplir pueden ir poniéndose cada vez más difíciles para requerir más habilidad. Estos retos deberían ser poco repetitivos para que los jugadores no pudieran predecir los resultados (entiendo que nosotros estamos compitiendo contra gente, es difícil predecir que van a hacer).
- 7) **Recompensa**. Es una forma de estimular a los jugadores, normalmente las recompensas te hacen escalar puntos en un ranking o recibir alguna distinción, objeto o medalla que te sirva para algo u otros jugadores puedan ver.
- 8) **Inteligencia artificial**, construye a la inmersión (en nuestro caso no procede mucho, aunque podría llegar a incluirse).
- 9) **Operacionalización**. Consideración de los requerimientos hardware.

Es bastante generalista sobre todo basada en preguntas, analiza **los resultados de las respuestas de los alumnos y una encuesta**.



10 The wear out effect of a game-based student response system

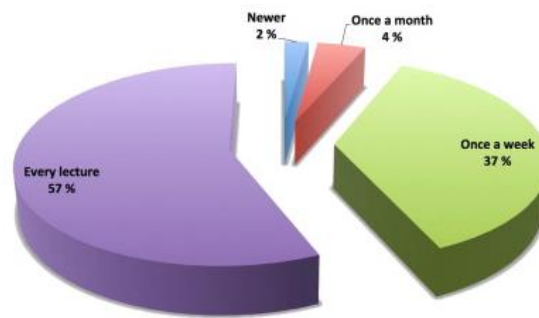
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002516>

Para cita puntual, estudia el efecto de los videojuegos en **compromiso, motivación y dinámica en el aula**. Se basa en utilizar kahoot en clase y medir datos con encuestas. En una clase lo usa solo una vez y en otra todo un semestre, compara las respuestas.

Evaluación, solo utiliza un cuestionario con 5 preguntas, y respuestas (de acuerdo, neutral y desacuerdo), me gusta la evaluación, aunque no tiene mucho que ver con lo nuestro se puede ver como el kahoot gusta más a los que solo juegan una vez "event" que a los que lo hacen siempre "semester"

STATEMENT	Group	Disagree	Neutral	Agree	Z	P
It was easy to use a mobile device to play the game	Event	0%	6%	94%	0.73	0.4754
	Semester	4%	9%	87%		
I communicated with other players while playing	Event	14%	19%	67%	3.62	0.0003
	Semester	28%	20%	52%		
It was fun to compete against others	Event	0%	5%	95%	1.14	0.2543
	Semester	9%	7%	85%		
It was fun to play together in the same room	Event	0%	1%	99%	3.62	0.0003
	Semester	0%	22%	78%		
I concentrate more when playing against other students	Event	3%	8%	89%	1.9	0.0574
	Semester	11%	17%	72%		
I was engaged while playing	Event	1%	3%	95%	0.63	0.5287
	Semester	2%	9%	89%		
I was emotionally engaged while playing	Event	13%	35%	52%	0.55	0.5823
	Semester	24%	24%	52%		
It was fun to play the game	Event	0%	5%	95%	0.6	0.5485
	Semester	2%	9%	89%		
I wish Kahoot! was used in other lectures	Event	3%	12%	85%	0.26	0.7949
	Semester	4%	13%	83%		
I am more positive towards topic after playing the game	Event	2%	33%	64%	1.02	0.3077
	Semester	9%	35%	57%		
I learned something from playing the game	Event	4%	22%	74%	-0.28	0.7795
	Semester	2%	22%	76%		

Tiene alguna cosa interesante, por ejemplo, les pregunta **cada cuanto les gustaría usar kahoot en clase** (esto solo se lo preguntaron a los que lo usaron todo el semestre).



Creo que podemos fijarnos en las cuestiones que tienen mayor y menor porcentaje de acuerdo.

- Mayor acuerdo: les gusta competir, estar todos en la misma partida, se concentran más cuando compiten, tienen un mayor nivel de compromiso mientras compiten, se han divertido mientras compiten.
- Menor de acuerdo, no se han comunicado con otros alumnos mientras juegan.

8 Comparing success and engagement in gamified learning experiences via kahoot and Quizizz

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519300442>

Creo que Podemos fijarnos bastante en este paper de referencia, sobre todo en el estado del arte y evaluación, propuesta no porque no propone nada.

Tiene una introducción bastante interesante donde habla sobre que los jóvenes actuales están **acostumbrados al uso del ordenador** o móvil, también de la **falta de interés y motivación**

Habla bastante sobre los inicios de la **gamificación**, “añadir elementos de juegos a algo que no es un juego”

Habla de varias herramientas de gamificación comunes principalmente **Quizizz** y **Kahoot** pero cita otras.

Compara sobre todo estos dos enfoques en base a 6 criterios.

- Presentación de la pregunta
- Progresión
- Feedback
- Requerimientos técnicos
- Longitud de las preguntas
- Desarrollo de la pregunta y las opciones.

Evaluación.

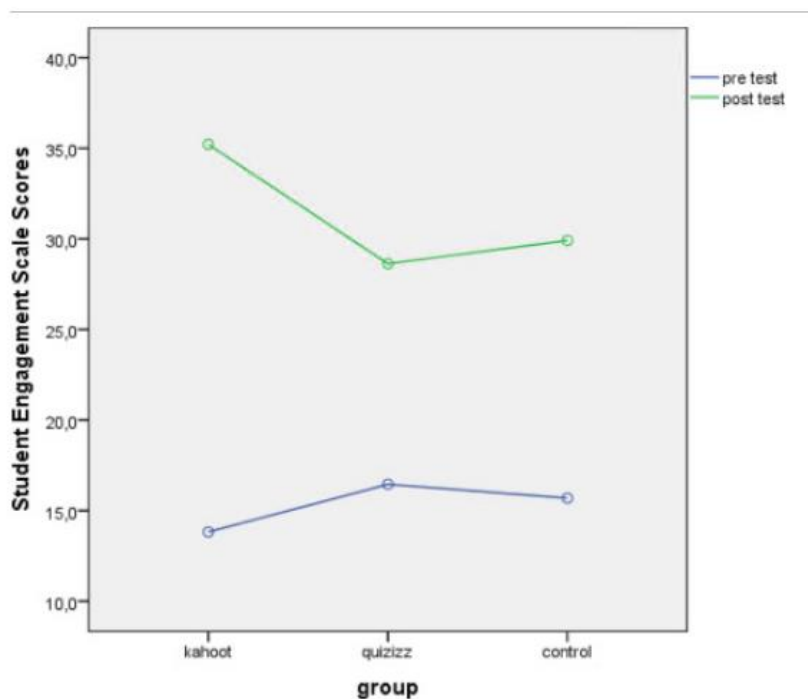
Esta bastante bien, con un grupo de control y dos grupos más uno con **Quizizz** y otro con **Kahoot**

Mide bastantes cosas de una **forma objetiva**, mete bastante **análisis de datos** (una ANOVA o algo similar)

Tested Measure	(I) Group	(J) Group	$\Delta\bar{x}_{(I-J)}$	Se	p
SRM academic achievement* student engagement	kahoot	quizizz	1.977	1.6143	.476
		control	1.720	1.6292	.575
	quizizz	kahoot	-1.977	1.6143	.476
		control	-.257	1.5378	.986
	control	kahoot	-1.720	1.6292	.575
		quizizz	.257	1.5378	.986

No tengo claro todo lo que mide, parece que son varias cosas, pero en lo que más se centra al final es en el resultado de los tests,

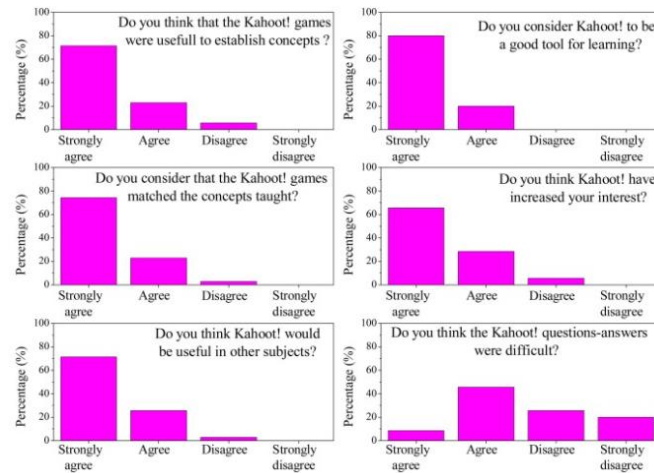
A parte del dato cuantitativo tiene mucho resultado de encuesta.



8 Use of Kahoot! to keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by Covid 19

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174977282100035X>

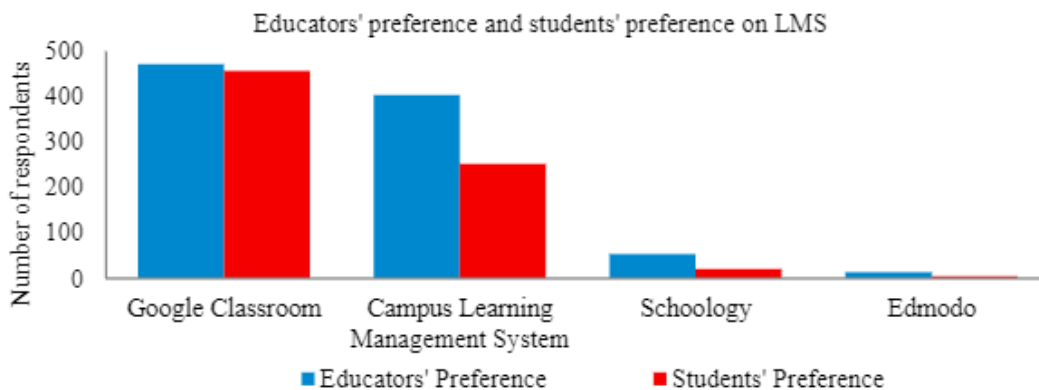
Este estudio habla claramente del impacto del Kahoot en la motivación, podemos comprar los datos y tratar de mejorarlos. Es posible que no nos interesen todas las cuestiones que plantea, pero los resultados de alguna sí. Algunas de las cosas que pregunta tienen totalmente que ver con el contenido de las preguntas, eso nos interesa menos. Luego también habla mucho de la clase Online por el COVID, pero esa parte ya no es relevante para nosotros.



5 Evaluating Students' Preferences of Open and Distance Learning (ODL) Tools

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921001162>

Este artículo es básicamente una encuesta, sobre que prefieren alumnos y profesores, tiene una cosa bastante interesante cuando analiza las preferencias de varios LMS y plataformas, normalmente el % de preferencias va muy parejo entre profesores y alumnos, pero cuando llegamos a las LMS del propio centro la preferencia por parte de los alumnos es muchísimo más baja que por parte de los profesores.



5 Just a game? Gamifying a general science class at university: Collaborative and competitive work implications

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187117300585>

Este artículo tiene una segunda hipótesis donde habla de implementar cooperación en lugar de competición en los juegos, indicando que se introducen beneficios. Aunque tampoco demuestra si realmente es mejor o peor.

La primera hipótesis es que los alumnos que mejor puntuación sacan en el juego son los que mejores notas sacan, se comprueba que es cierto (educación secundaria).

5 The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519302829>

Dice cosas bastante interesantes como:

- La competición entre estudiantes en juegos de pregunta los motiva
- Los videojuegos de preguntas no son útiles solo para aprender, también para saber de forma rápida el estado de la clase, como llevan el aprendizaje
- Son divertidos, interesantes y crean entusiasmo.

Tiene buenas referencias sobre la pérdida de motivación, tanto en secundaria como en la universidad.

Evaluación, usa cuestionarios (1-5) y **una entrevista**.

Tiene 4 hipótesis, algunas de ellas nos interesan directamente:

(2) es ¿hay diferencias significativas entre hacer un quizz en un papel o en una aplicación de gamificación? Parece que sí aunque lo analiza de una forma muy estadística, creo que no es fácil de ver claramente el resultado.

Groups	N	Paper-based quiz I			Paper-based quiz II			Paper-based quiz III		
		M	SD	Mdn	M	SD	Mdn	M	SD	Mdn
a. Group 1	31	74.68	5.62	75	84.84	4.18	85	85.97	4.73	85
b. Group 2	33	74.24	6.63	75	88.03	5.14	85	90.00	6.25	90
c. Group 3	30	74.00	5.32	75	82.83	5.83	85	85.83	5.27	85
Kruskal-Wallis test		df=2, p=.898			df=2, p=.001*			df=2, p=.004*		
Post-hoc pairwise comparisons					a=c (p=.667)			a=c (p=.999)		
					b>c (p=.001*)			b>a (p=.008*)		
					b>a (p=.044*)			b>c (p=.018*)		

*p < .05

Groups	N	Gamified e-quiz I			Gamified e-quiz II			Gamified e-quiz III		
		M	SD	Mdn	M	SD	Mdn	M	SD	Mdn
a. Socrative	31	75.16	5.70	75	85.00	6.19	85	85.97	5.07	85
b. Quizizz	33	75.91	6.78	75	86.67	4.62	85	90.30	5.99	90
c. iSpring LMS	30	74.67	5.71	75	83	5.02	82.5	84.17	5.27	85
Kruskal-Wallis test		df=2, p=.643			df=2, p=.023*			df=2, p=.000*		
Post-hoc pairwise comparisons					a=c (p=.308)			a=c (p=.362)		
					b>c (p=.018*)			b>c (p=.000*)		
					a=b (p=.820)			a>b (p=.027*)		

*p < .05.

(3) como influye la gamificación en mejorar el “compromiso” con el aprendizaje?

(4) ¿Cuál es la percepción de aprendizaje de los alumnos en diferentes plataformas (Socrative, Quizizz, iSpring Learn LMS)?

Tiene al final del paper el cuestionario completo que le pasa a los alumnos, creo que es bastante interesante, pero muy largo.

* Use of Kahoot! to keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by Covid 19

NO es de nuestro ámbito, pero trae datos concretos y bien medidos sobre la aplicación de Kahoot en entornos online.

Analizó con encuestas y los resultados en el examen la "eficacia" de usar kahoot.

* Designing social videogames for educational uses

Este habla un poco de ciertos juegos que pueden ser usados en la educación, son juegos comerciales en su mayoría, puede ser un ejemplo de videojuegos que solo valen para enseñar una cosa.

Habla sobre **experimentos en juegos colaborativos**, puede ser una buena referencia. Lo malo es que no aporta ninguna evidencia de que sean mejor o peor.