



MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

Creación automática de equipos de salas de escape basada en el estilo de juego de los jugadores

Autor:
Alejandro Villar Rubio

Director:
Prof. Dr. D. Carlos León Aznar

TRABAJO FIN DE MÁSTER
Curso 2021-2022



MASTER IN COMPUTER SCIENCE
Computer Science Faculty
Complutense University of Madrid

Automatic Team Creation of Escape Rooms based on User Play Style

Author:
Alejandro Villar Rubio

Supervisor:
Prof. Dr. D. Carlos León Aznar

MASTER'S THESIS
Year 2021-2022

MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial

Creación automática de equipos de salas de escape basada en el estilo de juego de los jugadores

Autor:
Alejandro Villar Rubio

Director:
Prof. Dr. D. Carlos León Aznar

Convocatoria: **Junio 2022**

Calificación: **10 / 10**

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
6 de JULIO de 2022

Agradecimientos

Mi trabajo se lo dedico con todo mi cariño a mis padres Fali y María del Mar por su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de estudiar lo que verdaderamente me apasiona. Gracias por creer en mi capacidad y apoyarme día tras día para que pueda cumplir mis sueños. Espero poder devolveros algún día todo lo que hacéis por mí.

A mi amiga Leonor, que aunque nuestros caminos se han separado un poco, siempre te llevaré conmigo. Has sido un gran apoyo estos últimos años, no podría haber soportado esta carga si no hubiera tenido a alguien con quien compartirla.

A mi tutor y director de tesis, Carlos León, quien sin esperar nada a cambio se esfuerza por ayudarme en este camino rocoso. Tú fuiste el que me enseñó que ser profesor de universidad no tiene por qué ser aburrido. Gracias a ti tomé la decisión de dedicarme a la vida académica, y este trabajo supone el inicio de este largo camino.

Gracias a todos.



Resumen

Los sistemas de creación de equipos en videojuegos (*matchmaking*) generalmente se centran en agrupar jugadores con habilidades similares en base su desempeño en partidas anteriores. Los objetivos específicos de los videojuegos en los que la condición de ganar está clara y específicamente definida por su diseño hacen que este enfoque sea eficaz. Sin embargo, este planteamiento puede no ser el correcto cuando el objetivo principal no es sólo ganar, sino también obtener algún otro tipo de recompensa, u objetivo, como el comportamiento creativo, el disfrute o la socialización con otros jugadores. En los juegos de salas de escape, por ejemplo, la comunicación entre los jugadores es muy necesaria. Este aspecto social del ser humano también se encuentra presente en los videojuegos, donde los perfiles psicológicos adquieren una importancia comparable a la habilidad del jugador. En este trabajo se describe un sistema automático para emparejar usuarios teniendo en cuenta unos estilos de juegos derivados de los modelos psicológicos, orientado a las salas de escape. Se proporciona una implementación del sistema, junto a una evaluación y los resultados. Los resultados preliminares sugieren que el enfoque es potencialmente eficaz.

Keywords: Videojuegos, emparejamiento, estilo de juego, personalidad, salas de escape, trabajo en equipo, virtual, rol, puzles, interacción humano-máquina.



Abstract

Automatic player matchmaking in video games is usually focused on grouping players with similar skills based on their performance in previous games. The clear objectives of video games in which the winning condition is clear and specifically defined by their design make this approach effective. However, this approach may not be correct when the main objective is not only winning, but also obtaining some other kind of reward, or goals, like creative behaviour, enjoyment, socialization with other players. In escape rooms, for example, communication between players is very necessary. This social aspect of the human being is also present in videogames, where psychological profiles take on as similar importance as player ability. This work describes an automatic system to match users that takes into account the players' play styles derived from psychological models, oriented towards escape rooms. An implementation of the system, along with evaluation and results are provided. Preliminary results suggest that the approach is potentially effective.

Keywords:

Video games, Matchmaking, Play-Style, Personality, Escape Room, Teamwork, Virtual, Role, Puzzles, Computer Human Interaction.



Índice de contenidos

1. Introducción	19
1.1. Motivación	20
1.2. Hipótesis	21
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivos generales	22
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4. Estructura del documento	23
2. Plan de trabajo	25
2.1. Metodología	25
2.2. Planificación temporal	26
2.3. Tecnologías empleadas	27
2.3.1. Exploración de tecnologías	27
2.3.2. Salas de escape virtuales	28
2.3.3. Sistema de recolección de datos	30
3. Estado de la cuestión	33
3.1. El perfil del jugador	33
3.1.1. Modelos psicológicos de la personalidad	33
3.1.2. Taxonomías de los jugadores	35
3.2. <i>Salas de escape</i>	38
3.3. Revisión de los videojuegos multijugador con mayor impacto	39
3.4. Algoritmos de agrupación de usuarios	41
4. Planteamiento teórico del <i>Sistema de Emparejamiento para Salas de Escape Virtuales</i>	43
4.1. El modelo DGD1 durante una sesión de salas de escape	43
4.1.1. Los roles y sus comportamientos	44
4.2. El equipo con la mejor combinación de roles para mejorar los resultados	46

4.3.	Algoritmo de <i>matchmaking</i>	47
4.3.1.	Datos de entrada necesarios para el cómputo del algoritmo	48
4.3.2.	Planteamiento matemático e implementación del SESEV	48
5.	Experimentos	53
5.1.	Descripción y enfoque del proceso de experimentación	53
5.2.	Diseño y desarrollo del experimento	54
5.2.1.	Primera etapa en remoto a través de un cuestionario	54
5.2.2.	Segunda etapa del experimento de forma presencial con usuarios	57
6.	Análisis de los resultados	63
6.1.	Metodología de análisis	63
6.2.	Estudio general por equipos	63
6.3.	Comportamiento e interacciones con el entorno	66
7.	Discusión	73
8.	Conclusiones y trabajo futuro	79
8.1.	Conclusiones del proyecto	79
8.1.1.	Definición de roles	79
8.1.2.	Planteamiento y despliegue del algoritmo	80
8.1.3.	Entorno de pruebas y resultados	81
8.2.	Trabajo futuro	82
9.	Introduction	85
9.1.	Motivation	86
9.2.	Hypothesis	87
9.3.	Objectives	87
9.3.1.	General Objectives	88
9.3.2.	Specific Objectives	88
9.4.	Document Structure	89
10.	Work Plan	91
10.1.	Methodology	91
10.2.	Temporal Planning	92
10.3.	Technologies Used	93
10.3.1.	Exploration of Technologies	93
10.3.2.	Virtual Escape Rooms	94
10.3.3.	Tracking System	95

11. Conclusions and Future Work	97
11.1. Conclusions of the Project	97
11.1.1. Role Definition	97
11.1.2. Algorithm Approach and Deployment	98
11.1.3. Testing Environment and Results	99
11.2. Future Work	100
Anexos	109
A. Cuestionarios	111
B. Documentos Adicionales	121

Índice de figuras

2.1.	<i>Diagrama de Gantt</i> donde se expone la planificación temporal del trabajo.	26
2.2.	Captura de una de las salas de escape que vienen por defecto en el videojuego.	29
2.3.	Panel de modificación del personaje en el videojuego <i>Escape Simulator</i> . 30	
2.4.	Ejemplo de entorno de grabación.	31
3.1.	Representación de los estilos de juego que define la taxonomía de Bartle	36
5.1.	Distribución de <i>géneros</i> de los participantes de la primera fase. . . .	55
5.2.	Distribución de <i>edades</i> de los participantes de la primera fase. . . .	56
5.3.	Distribución de los participantes de la primera fase en base a la pregunta de “ <i>sabes qué es una sala de escape</i> ”.	56
5.4.	Distribución de las <i>veces jugadas</i> por los participantes de la primera fase.	57
5.5.	Primera fase del experimento donde el participante creará su personaje.	58
5.6.	Primera parte del tutorial donde el participante aprenderá los controles básicos del juego.	59
5.7.	Segunda parte del tutorial, se realiza de manera cooperativa donde los integrantes del equipo pondrán en práctica lo aprendido en la primera parte del tutorial.	60
5.8.	Tercera fase del experimento donde el equipo deberá resolver los puzzles para conseguir escapar de la sala.	60
6.1.	Grabación del usuario modificada con los bordes oscurecidos para centrar el campo de visión del usuario.	67
6.2.	Relación entre los datos del usuario y su interacción con los <i>libros</i> .	69
6.3.	Relación entre los datos del usuario y su interacción con un <i>objeto movable</i>	70

6.4. Relación entre los datos del usuario y su interacción con un *puzle* . 71

Índice de tablas

3.1. Relación directa entre los estilos de juegos propuestos por Bateman en el DGD1 y las diversas combinaciones de personalidades del MBTI.	37
4.1. Listado de acciones que puede realizar un jugador durante una partida de salas de escape	44
4.2. Ventajas y desventajas de incluir a cada uno de los roles en un equipo.	46
4.3. Tipos de datos de entrada y sus posibles valores	48
4.4. Valores de ejemplo y resultado obtenido al aplicar las fórmulas del sistema de Elo.	50
6.1. Puntuaciones pertenecientes a los usuarios que ponen el equipo A y la puntuación total de dicho equipo.	64
6.2. Puntuaciones pertenecientes a los usuarios que ponen el equipo B y la puntuación total de dicho equipo.	65
6.3. Puntuaciones pertenecientes a los usuarios que ponen el equipo C y la puntuación total de dicho equipo.	65
6.4. Listado de posibles acciones e interacciones que puede realizar el usuario con cada uno de los elementos del juego. A la derecha podemos ver la descripción de cada una.	68

Introducción

El trabajo en equipo está muy presente en gran parte de la vida de los seres humanos [1]. El aspecto social [2] de las personas incita a las mismas a crear grupos con el objetivo de completar las tareas que se proponen, ya sean departamentos de una empresa, grupos de investigación, estudiantes realizando trabajos o videojuegos.

La idea de desarrollar algoritmos para crear equipos y los estudios sobre la mejora de las relaciones interpersonales son campos que llevan muchos años siendo explorados [3, 4]. Sin embargo, la unificación de estos dos conceptos aplicados en videojuegos es muy novedosa [5] y parece ser una herramienta muy eficaz para la digitalización del ocio y el entretenimiento, y el aún necesario trabajo en equipo.

En la mayoría de los casos, estas agrupaciones suelen crearse en base a las habilidades o por necesidades de la propia tarea a realizar, por ejemplo, estudiantes que no se conocen forman equipo para hacer los trabajos de clase. En cierta manera, esto obliga a las personas a formar equipos y puede generar en muchas ocasiones problemas internos provocando el retraso o incumplimiento de los objetivos propuestos [6]. Las empresas se han percatado de este problema y han decidido buscar una forma de crear agrupaciones buscando un mejor ambiente de trabajo y con ello una mejora en el rendimiento del equipo [7]. Esto ha llevado a numerosas empresas a introducir test de modelos psicológicos de la personalidad con el objetivo de mejorar en las relaciones interpersonales [8]. La cantidad de las empresas que utilizan estas técnicas en el proceso de selección de los trabajadores está aumentando. Esto se puede observar en la lista *Fortune 500*¹, donde más del 88% de las empresas que componen dicha lista utilizan modelos de personalidad. Actualmente se puede encontrar la empresa española, *Temps Multiwork*², que no usa estos modelos, sino que ha decidido diseñar una sala de escape para realizar este proceso.

¹Información proporcionada por *The Myers-Briggs Company* <https://www.themyersbriggs.com/en-US/Products-and-Services/Myers-Briggs>

²Información proporcionada por *Temps Multiwork* <https://www.temps.es/blog/noticia/58>

Por otro lado, la pandemia mundial iniciada en 2019 debido a la Covid-19 [9] ha incentivado la virtualización de los países y de los diversos eventos que se realizaban en presencial. Por ejemplo, ahora se encuentran casos de congresos, como *International Conference on Computational Creativity' 21*, o empresas virtuales donde los participantes deben crear un personaje con el que podrán moverse por el mundo e interactuar con sus otros compañeros de trabajo. Esto se encuentra muy cerca del mundo de los videojuegos, los cuales llevan años creando equipos e incluso comunidades de cientos de usuarios que se reúnen para poder cumplir diversos objetivos [10].

Los videojuegos cooperativos, y en su mayoría *online*, realizan esta creación de equipos a través de diversos algoritmos que unen la habilidad del jugador y el rol que desempeñará dicho jugador en el equipo [11], estos se conocen como algoritmos de creación de equipos. Además, dado el crecimiento masivo de los juegos *online* esta es una funcionalidad integrada por la gran mayoría de juegos multijugador actuales. Sin embargo, también necesitan aportar mejores experiencias que actualmente ponen el foco en la habilidad de los jugadores, pero en pocas ocasiones tienen en cuenta la constante interacción y comunicación de los usuarios, algo muy presente en una sala de escape.

Las salas de escape abren la posibilidad de encontrar un término intermedio entre la habilidad para cumplir los objetivos, y el perfil psicológico del jugador para mejorar las relaciones interpersonales. Teniendo esto en consideración, y debido a su base psicológica, las **taxonomías de jugadores** son una manera viable de definir los nuevos roles que este género de videojuegos necesita [12]. Además, realizando un análisis de la creación de las taxonomías se deduce que estas divisiones están influenciadas por las interacciones que tiene el usuario con el universo del videojuego [13]. Por ello, para poder aplicarlas en este nuevo entorno es importante observar cómo interactúa el jugador con los elementos de su entorno.

Considerando todo lo anterior, es posible ver estos algoritmos de agrupación de jugadores desde una nueva perspectiva. Así, no solo se le da importancia a la habilidad del jugador, sino que ahora su perfil psicológico es vital para conseguir unos buenos resultados finales.

1.1. Motivación

Como se ha comentado, hay una falta de un algoritmo que permita crear equipos de jugadores individuales en entornos de salas de escape. Además, el uso de la personalidad a través de los estilos de juego es algo novedoso y que añade un com-

ponente más a los algoritmos ya conocidos. Igualmente, este trabajo busca ahondar en la propia definición de los estilos de juego y así detectar la forma en la que se comporta el usuario dentro del juego.

La proliferación de las salas de escape alrededor del mundo no solo ha provocado la aparición del nuevo género, sino también la creación de competiciones donde se espera que esta herramienta también sea de gran utilidad. Además, el estudio se puede extrapolar a otros videojuegos o situaciones como las que se ha comentado anteriormente, por ejemplo, en entornos laborales.

El futuro de los videojuegos está considerando de vital importancia encontrar otras maneras que mejoren el entretenimiento de los jugadores. Debido a ello, aplicar el perfil psicológico del usuario a la experiencia virtual es una tendencia que está al alza actualmente en la industria [14]. De esta manera, buscan crear nuevas experiencias teniendo en consideración el perfil psicológico de sus jugadores [15].

1.2. Hipótesis

Un sistema de *matchmaking* automático que tenga en cuenta tanto el estilo de juego como la habilidad mejorarán el rendimiento y el disfrute de una sala de escape.

Teniendo en consideración el rumbo que marca la industria del videojuego y la necesidad de crear mejores experiencias, se ha planteado la siguiente hipótesis que establecerá el foco de este trabajo:

H1. Un sistema de *matchmaking* automático, que tenga en cuenta tanto el estilo de juego como la habilidad, mejorará el rendimiento y el disfrute de una sala de escape.

Para poder validar *H1* es necesario realizar un análisis previo del comportamiento de los usuarios durante la sesión de salas de escape. Con ello en mente se ha decidido suponer que las aportaciones del jugador y su interacción con el entorno permiten extraer suficiente información relacionada con el entretenimiento y la mejora de resultados [16] para poder desarrollar este algoritmo. De esta manera surge la siguiente subhipótesis:

H2. Existe una relación entre las acciones que realiza un jugador durante una sesión de salas de escape y su estilo de juego.

Validar esta segunda hipótesis permite encontrar patrones de comportamiento en los jugadores dentro de sesiones de salas de escape para poder crear y organizar

a los equipos de una manera más eficiente. Tener una mejor organización debería optimizar las tareas ya que los usuarios son conscientes del trabajo que les has sido designado.

1.3. Objetivos

Como se ha detallado en la sección 1.2 es posible mejorar el rendimiento y el disfrute con un algoritmo de agrupación para crear equipos de salas de escape en base al estilo de juego de sus jugadores. A partir de esta hipótesis, se definen los siguientes objetivos:

1.3.1. Objetivos generales

Los objetivos generales que guiarán a este trabajo son los siguientes:

1. **Identificación de las características de la personalidad relevantes para el emparejamiento en videojuegos.** Tras un estudio pormenorizado, se seleccionarán el modelo más apropiado entre los existentes y su relación con los videojuegos. Esto implica la definición de unos roles en un entorno lúdico en base a la personalidad y la implicación que tiene dicho perfil en una sesión de juego.
2. **Formalización del problema.** Creación de un modelo computacional de la personalidad, adaptado a videojuegos, donde se explicará las características que determinan a los diversos jugadores dentro de una sesión de salas de escape para poder extrapolarlo a un marco computacional.
3. **Creación de un algoritmo de emparejamiento basado en el estilo de juego.** Desarrollo del algoritmo que emparejará automáticamente a los jugadores basándose en su perfil psicológico. Para ello será necesaria un planteamiento teórico previo y su posterior implementación.
4. **Implementación de un sistema de experimentación.** Se necesitará crear un sistema para realizar los experimentos pertinentes. Será necesario explorar las diversas tecnologías que permitan un buen estudio adaptado a los recursos disponibles y a las necesidades del trabajo.
5. **Captura de datos y resultados.** Captura del comportamiento de los usuarios durante los experimentos y resultados del algoritmo de emparejamiento.

En base al sistema de experimentación seleccionado, se seleccionarán las tecnologías que se usarán para realizar una correcta captura de datos.

6. **Análisis de los resultados y conclusiones.** Para finalizar el trabajo, se realizará un estudio de los resultados obtenidos en los experimentos a partir del algoritmo desarrollado. Este análisis tendrá la finalidad de detectar aquellos problemas y virtudes que tenga tanto el concepto inicial como el planteamiento final. Además, permitirá deducir si las hipótesis planteadas son correctas.

1.3.2. Objetivos específicos

Una vez definidos los objetivos generales del proyecto, se entrará en mayor detalle con el siguiente listado:

1. Selección de una taxonomía de jugadores que unifique los modelos psicológicos de la personalidad y los roles de los jugadores de videojuegos.
2. Encontrar un inmersión similar entre mundo real y el digital usando entornos de salas de escape.
3. Identificación de las interacciones y aportaciones que puede tener realizar un usuario durante una sesión de salas de escape.
4. Crear un algoritmo de emparejamiento automático que agrupe a los jugadores basándose en la habilidad obtenida en anteriores sesiones y el estilo de juego del usuario.
5. Búsqueda de relaciones entre los jugadores. Es importante detectar las diferencias entre los distintos tipos de jugadores para poder crear los equipos en base a la forma de jugar de cada uno de los jugadores. Esto permitirá crear combinaciones en la que dichos usuarios tengan tareas específicas.
6. Una vez detectadas las relaciones, el algoritmo deberá ir en consonancia y así mejorar el rendimiento a través del emparejamiento de jugadores. La mejora de los resultados del algoritmo provendrá de un análisis de los resultados obtenidos en una fase de experimentación.

1.4. Estructura del documento

A continuación, se expone cómo está estructurado el resto del documento empezando por la metodología y la planificación temporal definidas en el capítulo 2. Además, se expondrán las tecnologías que se usarán durante este trabajo.

En el capítulo 3 se hará una revisión de la literatura existente hasta la fecha relacionada con el perfil psicológico de los jugadores de videojuegos, la virtualización de las salas de escape y los diversos algoritmos de creación de equipo. Esto permitirá sentar las bases de este trabajo exponiendo la taxonomía de jugadores que se usará, qué entorno virtual permitirá realizar la sesión de juego y las pautas que marcarán el desarrollo del algoritmo.

El capítulo 4 está reservado para el planteamiento teórico del algoritmo, su desarrollo, y el análisis del comportamiento de los usuarios que permitirán realizar el estudio de la eficacia de dicho algoritmo a través de las interacciones con el entorno del videojuego.

En los capítulos 5 y 6 se refleja el período de experimentación y el posterior análisis de los resultados, respectivamente. En sus secciones se explicará cómo se ha realizado los experimentos y qué pasos se han seguido para ejecutar un análisis exhaustivo de las sesiones de juego.

Los capítulos 7 y 8 se centran en la discusión de las limitaciones, alcance y resultados, así como en las conclusiones alcanzadas y el planteamiento de las posibles mejoras que se podrían realizar en un trabajo futuro en base a los análisis realizado en capítulos anteriores.

Plan de trabajo

En esta sección se expone la metodología que se ha llevado a cabo y su planificación temporal que permitió cumplir con los objetivos planteados en apartados anteriores.

2.1. Metodología

En primer lugar, es necesario hacer una revisión de la literatura de las dos vertientes existentes (ver Capítulo 3): la computacional, la cual se enfocará en el desarrollo del algoritmo, y la psicología de la personalidad, encargada de proporcionar el perfilado del usuario. Además, también se realizará una exploración para concretar las tecnologías que se usarán durante este período (ver Sección 2.3). A continuación, se pasará por diversas fases en las que se desarrollará el algoritmo, despliegue de experimentos y análisis de resultados.

Para empezar, se plantea un diseño teórico del algoritmo y, posteriormente, su implementación basada en la definición de los roles que pueden desempeñar los usuarios (ver Capítulo 4). Esto permitirá crear los grupos que realizarán las posteriores fases de experimentación.

La fase de experimentación (ver Capítulo 5) consistirá en el uso del algoritmo creado para crear diversos equipos y poder realizar experimentos para analizar el comportamiento de los jugadores. Una vez se haya recabado toda la información, se procederá a hacer una análisis final que mostrará si el algoritmo desarrollado permite extraer información válida para mejorar la creación de equipos.

Para realizar un seguimiento del desarrollo, se plantean el uso de *Trello* como software especializado en administración de proyectos y *Github* para el control de versiones, sumado a reuniones quincenales entre director y estudiante.

También cabe destacar que, en todo momento, se irá escribiendo la memoria técnica donde se explicará todo el proceso realizado y el desarrollo que se ha lle-

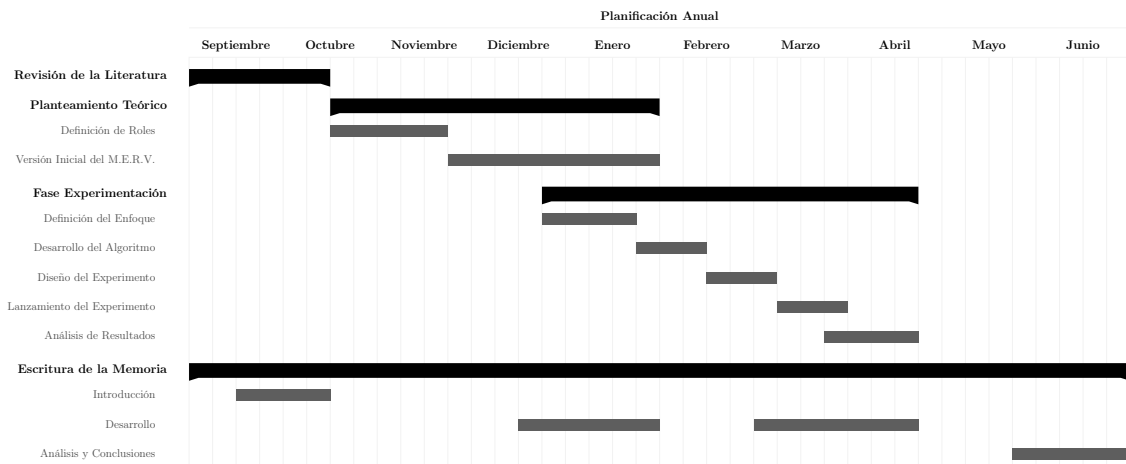


Figura 2.1: *Diagrama de Gantt* donde se expone la planificación temporal del trabajo.

vado acabo para conseguir los objetivos propuestos (ver Sección 1.3). Además, se buscará difundir las actividades y resultados que se obtengan a través de artículos y participación en congresos.

2.2. Planificación temporal

La planificación se ha realizado con una duración aproximada de diez meses, desde septiembre de 2021 hasta junio de 2022. Para poder realizar una planificación más aproximada, se ha decidido dividir la duración total del proyecto en un total de 40 semanas, las cuáles aparecen representadas a continuación a través de un *diagrama de Gantt* (ver Figura 2.1).

La metodología expuesta en la sección 2.1 está dividida en las siguientes fases:

1. Revisión de la literatura.
2. Se realizará el planteamiento teórico del algoritmo y se definirán nuevos conceptos que permitirán encontrar relaciones entre los usuarios y su comportamiento.
 - Definición de roles.
 - Versión inicial del algoritmo.
3. Fase de experimentación donde se probará el algoritmo planteado y las definiciones propuestas.
 - Definición del enfoque.

- Desarrollo del algoritmo.
 - Diseño del experimento.
 - Lanzamiento del experimento.
 - Análisis de resultados.
4. Una vez terminada la etapa de experimentación y análisis de los resultados se procederá a la escritura de la memoria.
- Introducción.
 - Desarrollo.
 - Análisis y conclusiones.

2.3. Tecnologías empleadas

En esta sección se exponen el conjunto de tecnologías, tanto las descartadas como las finalmente seleccionadas, para el desarrollo de este trabajo de forma justificada. Para tomar estas decisiones se han tenido en cuenta aquellas que mejor se adapten a los experimentos que se realizarán durante este trabajo dentro del marco de recursos y tiempo del que se dispone.

El objetivo para seleccionar las tecnologías empleadas ha sido buscar aquellas que permitiesen a varios usuarios formar equipos para jugar pequeñas salas de escape virtuales de manera *online* y cooperativa. Además, era necesario encontrar una tecnología que permitiera recolectar los datos de las sesiones de juego para posteriormente realizar un análisis.

Con este objetivo, se decidió realizar una exploración hasta encontrar aquellas que mejor se adapten a las necesidades. No obstante, todas las tecnologías descubiertas se tendrán en cuenta para trabajos futuros, ya que aportan diferentes beneficios como un control de las acciones realizadas por el usuario o una recolección de datos más eficiente.

2.3.1. Exploración de tecnologías

En primer lugar se planteó la idea de crear un entorno de experimentación desde el principio con la ayuda de diversos motores de videojuegos. Para ello se propusieron cuatro herramientas muy potentes, cada una con sus ventajas y desventajas.

- **Unreal Engine** [17]. Este es un motor de videojuegos muy utilizado en la actualidad y que permite prototipar de una manera muy sencilla.

- **Unity** [18]. Al igual que *Unreal Engine* es uno de los motores de videojuegos por excelencia en la actualidad. Es muy potente y, en ocasiones, el prototipado suele ser más rápido que en sus rivales más cercanos.
- **Phaser** [19]. Es una librería de JavaScript enfocada en el desarrollo de videojuego. Especializada en el desarrollo de juegos para navegadores web, por lo que es muy potente para pequeñas experiencias y *online*.
- **RPG Maker** [20]. Es un motor de videojuegos especializado en el género *Role Playing Games*. Permite al desarrollador total libertad, sin embargo, es complicado implementar características que estén fuera de ese género de videojuegos.

Después de un período de pruebas, se optó por descartar todas las opciones mencionadas y buscar alguna herramienta funcional que permitiera tener una base desde la que empezar a desarrollar en vez de crear el entorno desde cero. Para ello se hizo una búsqueda de herramientas para eventos en los que varios usuarios pudieran interactuar entre sí.

Todo ello condujo a poner el foco en *WorkAdventure* [21] desarrollado con *Phaser*. Considerado una oficina virtual, *WorkAdventure* fue creado con el propósito de virtualizar las empresas y que sus trabajadores pudieran realizar sus tareas desde casa y comunicarse con sus compañeros de una manera más creativa y divertida. Esta herramienta es muy potente para lo que busca este estudio, pero es bastante nueva y aún se encuentra en desarrollo. Estos constantes cambios pueden provocar una pérdida inconmensurable de tiempo, por lo que terminó siendo descartada.

Estas tecnologías obligan, en mayor o menor medida, a implementar todo el sistema desde el principio, tanto la recolección de datos como el entorno de experimentación que se enfoca en un videojuego de puzzles, *online* y cooperativo. Esto conlleva una cantidad de tiempo que no se puede asumir ya que saldría fuera de la planificación inicial. Por lo tanto, teniendo en cuenta que no es el foco de este trabajo, se llegó a la conclusión de utilizar herramientas ya creadas aunque esto significase sacrificar el control total de la herramienta.

2.3.2. Salas de escape virtuales

Al momento de iniciar el estudio no existía ningún videojuego que cumpliera con las necesidades, ya sea porque no tenían posibilidad de jugar varios jugadores a la vez como *Escape Room - Der kranke Kollege* (2020), o en el caso *Mad Experiments: Escape Room* (2020) que ofrecía escasa variedad de juegos. Sin embargo,

meses después se puso a la venta *Escape Simulator* [22]. *Escape Simulator* es un videojuego de puzzles en primera persona (ver Figura 2.2) que permite jugar de manera cooperativa y *online*. Este videojuego se compone de diversas salas de escape (ver Sección 3.2) que permitirán realizar los primeros prototipos sin la necesidad de crear salas propias. No obstante, el videojuego también permite crear salas por lo que es posible adaptarlo a las necesidades de los experimentos, si las hubiera. Por ejemplo, los desarrolladores recomiendan que no se supere el número de 3 jugadores por partida debido a las dimensiones y cantidad de puzzles que componen las salas por defecto, pero con la posibilidad de crear nuevas salas es viable aumentar el número de jugadores por partida.



Figura 2.2: Captura de una de las salas de escape que vienen por defecto en el videojuego.

Además de contar con salas por defecto y de un editor, también tiene una pequeña herramienta de creación de personaje donde el usuario puede modificar el avatar que lo representará durante el juego (ver Figura 2.3) y con un pequeño tutorial que permite mostrar los controles que necesita aprender el usuario para poder jugar e interactuar con los elementos del escenario.

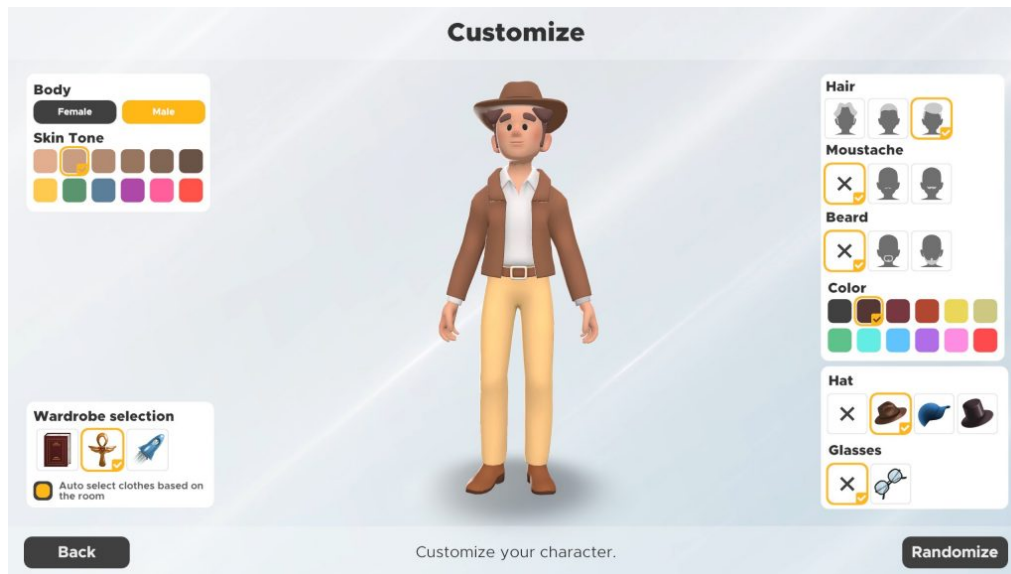


Figura 2.3: Panel de modificación del personaje en el videojuego *Escape Simulator*.

Al ser un videojuego comercial y muy actual es una tecnología idónea ya que reduce en gran medida el coste de desarrollo y tiene todas las características que este estudio necesita. Además, también evita esos posibles errores que pudiera provocar la realización de un desarrollo de un entorno desde cero. La parte complicada, que supone tomar la decisión de usar este videojuego como entorno, está relacionada con la recolección de datos debido a que no se puede realizar modificaciones sobre el propio videojuego y, por ello, en la sección 2.3.3 se expone la solución aplicada.

2.3.3. Sistema de recolección de datos

Se optó por realizar una grabación de los vídeos de las sesiones de juegos de los participantes y posteriormente sus acciones serían transcritas para realizar un análisis. Esto permite tener un control total pero conlleva una gran cantidad de tiempo.

Open Broadcaster Software [23] es una herramienta de código abierto que permite grabar la pantalla y transmitir en vivo. Además, debido a su gran uso, existen numerosos complementos que permiten capturar diversa información como la hora actual o el *input* de teclado y ratón por parte del usuario [24].

El entorno de grabación está compuesto por diferentes paneles que mostraban la información necesaria para realizar el análisis (ver Figura 2.4).



Figura 2.4: Ejemplo de entorno de grabación.

1. El videojuego *Escape Simulator*.
2. *Web-cam* que graba la cara del participante.
3. *Input* de ratón y teclado del usuario.

Una vez los datos son recogidos en formato de vídeo, se pasa a una fase en la que se estudian dichas grabaciones y se contabilizan las acciones de los jugadores (ver Apéndice B y Sección 6.3).

Estado de la cuestión

En esta sección se expone una revisión de la literatura académica y técnica en la que se detallarán los diversos estudios existentes relacionados con el perfil psicológico del jugador, la digitalización de las salas de escape y los diversas variantes de los algoritmos que buscan crear mejores equipos para videojuegos multijugador.

3.1. El perfil del jugador

El aspecto psicológico del trabajo se centra en la definición del perfil del jugador enfocado en los modelos de la personalidad. Como se verá a continuación la aplicación de los varios conjuntos de perfiles validados científicamente tienen una aplicación parcial en las características de juego, por ello será necesario explorar otros modelos que se acerquen a los mundos virtuales sin alejarse por completo del ámbito psicológico.

3.1.1. Modelos psicológicos de la personalidad

En palabras generales, la personalidad se podría definir como el conjunto de sentimientos, pensamientos y comportamientos que tiene un individuo y que lo diferencian del resto [25,26]. Este concepto básico para la psicología, aunque complejo, ha obtenido diversas definiciones que a veces suelen ir ligadas por el pensamiento y conocimientos de la época [27].

Durante el último siglo han aparecido numerosos métodos que permiten catalogar el comportamiento humano a través de múltiples modelos con sus respectivos cuestionarios, empezando por el principal aporte realizado por Raymond Cattell en 1947, con su modelo de 16 factores [28], pasando por el **Inventario Tipológico Myers-Briggs** (MBTI) [29], hasta llegar al modelo más utilizado y aceptado por la ciencia actualmente, el **Modelo de los Cinco Grandes** (FFM) [30]. Las bases

psicológicas de este trabajo se enfocarán en los dos últimos modelos citados.

El MBTI fue creado en 1942 por Katherine Cook Briggs y su hija, Isabel Briggs Myers, con el objetivo de proporcionar una herramienta desarrollada a partir del vínculo entre la personalidad y el desempeño laboral, para ser usada en la selección de personal. Esto se sigue conservando hoy en día en diversas empresas que distribuyen un cuestionario, relacionado con este modelo, entre sus trabajadores, y así, poder crear equipos eficientes y competitivos. Además, es de gran utilidad para la definición de taxonomías de jugadores (ver Sección 3.1.2). El modelo está formado por conceptos básicos donde se definen diversos tipos de comportamientos y cada uno de los usuarios debería elegir su preferencia. Según este modelo las personas pueden estar clasificadas por cuatro dicotomías divididas en sus dos extremos:

- Extraversión (E) o introversión (I). Cómo enfocan su atención.
- Sensación (S) o intuición (N). Cómo perciben o toman la información.
- Pensamiento (T) o sentimiento (F). Cómo prefieren tomar decisiones.
- Juzgador (J) o percepción (P). Cómo se orientan hacia el mundo exterior

Esto provoca una explosión combinatoria, con un total de dieciséis tipos, que permite al usuario sentirse identificado con personalidades concretas. Por ejemplo, la persona puede ser ENTJ, ISFP, o INTP, entre otros.

Sin embargo, los expertos nos están muy a favor de este modelo debido a que los resultados del test no siempre predicen el comportamiento en general en todas las situaciones. Por ello, es importante estar respaldado por el modelo más aceptado en la ciencia, el FFM. Creado en 1993 por Lewis Goldberg, el FFM divide la personalidad en 5 factores donde los usuarios se pueden sentir en mayor o menor medida descrito por cada uno de ellos, consiguiendo así identificar su personalidad. *Apertura a la experiencia* (O), relacionado con la creatividad y curiosidad de la persona; *responsabilidad* (C), definido por cómo es de organizada y eficiente; *extroversión* (E), las personas extrovertidas y enérgicas consiguen puntuaciones altas en este factor, *amabilidad* (A), relacionada con lo amable y empática que es la persona, e *inestabilidad emocional* (N), que trata lo sensibles y nerviosas que son las personas. También se le conoce como modelo *OCEAN* debido a las siglas en inglés de cada factor [31].

Dada a la repercusión que tienen ambos modelos, diversos investigadores han intentado encontrar medios que los relacionen [32] y así poder, por una parte, darle una base psicológica más sólida al MBTI [33] y, por otra, una posible ampliación del uso del FFM en otros campos.

Aunque los modelos de la personalidad estén compuestos gracias a cientos de estudios que buscan comprender el comportamiento del ser humano, han sido desarrollados y estudiados en el mundo real algo que podría exponer diferencias cuando se introducen en el mundo virtual. Por muy realista que se pueda ver esta experiencia virtual, está muy lejos de ser el mundo que nos rodea y por ello el usuario puede llegar a tener comportamientos distintos. Esto lleva a los diseñadores de videojuegos a buscar una manera de crear estos modelos psicológicos aplicados a los jugadores de videojuegos, y con ello nacen las *taxonomías de los jugadores*, o también llamadas, *estilos de juego*.

3.1.2. Taxonomías de los jugadores

Al igual que los modelos de la personalidad, los modelos de estilos de juego tienen como objetivo agrupar a los usuarios según ciertas características en su manera de jugar, es decir, su comportamiento en el mundo digital.

La observación y análisis de las diversas conductas en videojuegos multijugador (ver Sección 3.3), concretamente en los *Multi-User Dungeon*, llevó a Richard Bartle en 1996 a definir un modelo en el que separaba a los usuarios en 4 estilos de juego [34]. *Asesinos (killers)*, que buscan imponerse sobre otros jugadores; *triunfadores (achievers)*, definidos por la obsesión de conseguir todos los tesoros posibles; *exploradores (explorers)*, a los cuales les encanta descubrir todos los rincones y secretos del mundo, y *socializadores (socializers)*, movidos por el deseo de jugar con otros y comunicarse.

Para poder definir estos estilos de juego, Bartle utiliza dos conceptos como ejes, el contenido y el control. El contenido, relacionado con la manera de interactuar del usuario con el mundo, ya sea de una manera simple y directa (*acting*) o de una manera más compleja (*interacting*). El control distingue la manera en la que los jugadores deciden vivir la experiencia, ya sea centrándose en otros jugadores (*players*) o enfocándose en el mundo que les rodea (*world*). Al poner estos conceptos como ejes en un plano, Bartle consigue determinar 4 cuadrantes donde se definen los estilos de su taxonomía (ver Figura 3.1).

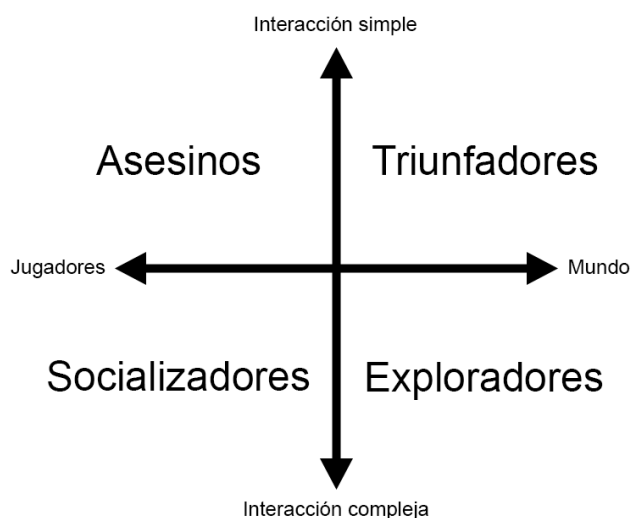


Figura 3.1: Representación de los estilos de juego que define la taxonomía de Bartle

Sin embargo, esta división presenta la limitación de que no contemplaba la posibilidad de que los jugadores se sintieran identificados con varios estilos de juego. Este inconveniente se agranda dada la gran variedad de géneros de videojuegos que se encuentran en la actualidad. Por ello, surgen variantes de este modelo con el fin de dar solución a este problema, siendo el *Demographic Game Design Model* (ver Sección 3.1.2) uno de los más influyentes hasta la fecha.

Demographic Game Design Model

Propuesto en 2005 por Chris Bateman, el *Demographic Game Design Model* (DGD1) [35], no busca desacreditar a Bartle, sino que se apoya en él con el propósito de mejorar esta taxonomía y arreglar aquellos problemas que surgieron.

Además de explorar la relación con el modelo de Bartle, con esta nueva taxonomía, Bateman también le agrega una base psicológica a través del modelo de Myers-Briggs (ver Sección 3.1.1), unificando así aquellos roles propuestos por Bartle y las diversas personalidades que se aplican al mundo real. De esta manera, Bateman consigue definir otros 4 estilos de juego:

- **Conquistador (*conqueror*)**. Los jugadores que se identifican con este estilo tienden a completar todos los juegos que comienzan de una manera abrumadora. Su objetivo es “destrozar” el videojuego por completo.
- **Administrador (*manager*)**. Este estilo se encuentra relacionado con aquellos jugadores que buscan la “maestría” en el juego, quieren controlarlo en todos los aspectos. Sin embargo, aunque suelen terminar la mayoría de juegos

que empiezan, la victoria no es su fin, acabar el juego es la recompensa que demuestra su total dominio.

- **Errante (*wanderer*)**. Así se define a aquellos jugadores que no les importa el desafío, su principal meta es encontrar todas las historias que se esconden en el juego, es decir, su pasión es la exploración del mundo sin importar la victoria.
- **Participante (*participant*)**. Jugadores emotivos y sociales son definidos por este estilo de juego. Estos jugadores tienden a preferir aquellos videojuegos que aportan una gran cantidad de sensaciones y emociones. Además, son los jugadores más sociables, los cuales disfrutan de la compañía de otros usuarios.

Dada su intención por relacionarlo con los modelos psicológicos de la personalidad del mundo real, Bateman también demuestra cómo cada uno de los estilos que ha propuesto está ligado directamente con las diversas posibilidades que ofrece el MBTI (ver Tabla 3.1).

Modelo DGD1	Tipos Myers-Briggs
Conquistador	INTJ, ENTJ, ISTJ, ESTJ
Administrador	INTP, ENTP, ISTP, ESTP
Errante	INFP, ENFP, ISFP, ESFP
Participante	INFJ, ENFJ, ISFJ, ESFJ

Tabla 3.1: Relación directa entre los estilos de juegos propuestos por Bateman en el DGD1 y las diversas combinaciones de personalidades del MBTI.

Esta división de los jugadores tiene una gran importancia ya que, como se ha comentado anteriormente (ver Sección 3.1.2), tiene la necesidad de solucionar aquellos problemas que tenía la taxonomía previa y añade una base psicológica. Además, estudios demuestran cierta relación entre estos estilos de juego y el FFM [36], algo que ayuda a afianzar este puente entre los videojuegos y los modelos psicológicos de la personalidad.

La selección del DGD1 como taxonomía para este trabajo permite aunar el aspecto psicológico vinculado con la relaciones sociales de los jugadores y los diversos roles que pueden desempeñar los usuarios en los videojuegos donde el trabajo en equipo es muy importante para conseguir los objetivos.

3.2. *Salas de escape*

Una gran cantidad de géneros de juego, tanto reales como virtuales, no están pensados como experiencias individuales, sino que están pensados para jugar en equipo, por lo tanto, el trabajo en equipo es muy importante para alcanzar la meta. La colaboración y comunicación son muy importantes para cumplir los objetivos, sobre todo cuando se habla de salas de escape.

Las salas de escape (*escape rooms*), son salas del mundo real donde se encierra a un grupo de personas con un objetivo definido en un tiempo determinado. El objetivo final suelen ser situaciones como “salir de la habitación” o “desactivar una bomba” antes de que se acabe el tiempo. En el transcurso de la partida, los jugadores deberán ir encontrando pistas y resolviendo diversos enigmas hasta conseguir completar la historia. Este tipo de juegos el trabajo en equipo es muy importante para poder completar los puzzles en el tiempo estipulado. Además, los jugadores tienen la posibilidad de pedir pistas en el caso de que se queden atascados. Sin embargo, esto en algunas ocasiones puede ser perjudicial, ya que existen salas de escape que utilizan sistemas de puntuaciones y pedir pistas suele penalizar en el resultado final.

El inicio de las salas de escape se remonta a la década de los 80, curiosamente en el mundo digital con la aventura basada en texto, *Behind Closed Doors* (1988). Esta tendencia siguió con varios videojuegos más como *Crimson Room* (2004) y *Origin* (2006), siendo este último el más avanzado tecnológicamente y audiovisualmente. No fue hasta 2008 cuando un emprendedor japonés, Takao Kato creó la primera sala de escape de la historia de la cuál ha surgido el fenómeno actual por este tipo de juegos. Posteriormente, en 2011, este nuevo concepto de juego llegó a Europa de la mano del húngaro Attila Gyurkovics que decidió crear Parapark, cuya idea residía en usar la propia ciudad como escenario. Esto se popularizó y extendió a tal magnitud que llegó a Barcelona en ese mismo año, siendo la primera experiencia de salas de escape de España.

En las últimas décadas ha habido una proliferación masiva de este nuevo sistema de entretenimiento alrededor del mundo. Además, podemos ver una gran cantidad de estudios y revisiones sobre el diseño de estos juegos [37] que aportan mucha información necesaria para aquellas personas que quieran crear sus propias salas de escape, ya sea como emprendimiento o para jugar con sus amigos y familiares. Por otro lado, es un sistema que ha recibido grandes inversiones para realizar mejoras, y si a esto se le suma el avance de la tecnología, les permite una evolución muy rápida hasta tal punto que se pueden hablar de generaciones [37].

La *primera generación* está caracterizada por el concepto básico sobre el que

están formadas las salas de escape: estás en una habitación, sal de la habitación. Esto no es tan simple ya que, para que el juego resulte más interesante, los diseñadores proponen una historia principal para poner en contexto a los jugadores. Los puzzles eran prácticamente hechos a mano, algún sistema de comunicación sencillo para poder hablar con el “narrador” y apenas había efectos especiales o sonidos.

La *segunda y tercera generación* se basan en mejorar las carencias de las generaciones anteriores. Por ejemplo, el espacio cada vez está mejor ambientado, se usan aparatos tecnológicos de más calidad, puzzles mucho más realistas, sistemas de cámara y comunicación mejorados, y la historia es más creíble, entre otros.

Por último, se puede encontrar que está apareciendo una *cuarta generación* a la cuál la adaptación de las salas de escape es compleja, principalmente por aspectos económicos, ya que busca el uso de la Realidad Virtual para poder realizar una inmersión real en un mundo totalmente imaginario [38]. De esta manera, las paredes pueden estar vacías que los jugadores estarán “interactuando” en el mundo virtual.

Sin embargo, existe otra vertiente que no se contempla en estas generaciones y en la cuál se encuentra este trabajo, la sala de escape como videojuego. Esta forma de ver las salas de escape consiste en llevar este sistema de entretenimiento a los ordenadores, consolas y dispositivos móviles como un videojuego más [39,40], como los primeros juegos de escape que se han comentado al principio de la sección. Esto permite la posibilidad de que cada usuario juegue desde su propia casa reduciendo el coste y aumentando el alcance. Además es otra manera de ver este ocio, ya que no existiría una empresa dedicada a las salas de escape, sino que una empresa desarrolladora de videojuegos tendría la posibilidad de crear su propia experiencia.

Las salas de escape no solo sirven para entretener a las personas, también se está estudiando su uso en temas académicos o para potenciar el trabajo en equipo [40,41]. Esta idea lleva con ella el concepto de “los seres vivos aprenden jugando” y sobre todo los de menor edad [42,43]. Por lo tanto, se puede concluir que este estilo de ocio es una herramienta muy potente tanto para fines lúdicos como para algo más serio como el aprendizaje de ciertos ámbitos o la mejora de la colaboración y las relaciones.

3.3. Revisión de los videojuegos multijugador con mayor impacto

Los inicios de las salas de escape se enfocaban en aportar una experiencia para un solo jugador. Sin embargo, como se ha comentado, en la actualidad este nuevo género de juego se centra en el trabajo en equipo, en ese aspecto social del ser

humano que busca sentirse parte de un grupo o una comunidad [44].

No fue complejo llevar este aspecto al ámbito de los videojuegos, ya que, por ejemplo, todos los deportes existentes se podrían considerar juegos multijugador donde dos o más personas se enfrentan entre ellas. Y por ello, el concepto aparece desde los inicios con *Tennis For Two* (1958), considerado el primer videojuego de la historia, el cual ya estaba desarrollado con la idea de enfrentar a dos jugadores humanos. La denominación de “multijugador” hace pensar en aquellos videojuegos que permiten jugar gracias a internet con otros usuarios en lugares dispares, pero esto es un concepto erróneo. Los videojuegos multijugador son aquellos que permiten a más de un usuario jugar a la vez, ya sea en el mismo o en distintos dispositivos, por ejemplo a través de la red.

Con la aparición de internet, la industria vio la posibilidad de modificar algunos de aquellos juegos que eran en solitario incluyendo en el diseño un modo multijugador *online* [44] y hoy en día es muy sencillo encontrar juegos que permitan jugar con otros usuarios. Toda esta evolución se desarrolló debido a la necesidad de mejorar el entretenimiento [45] y esto lleva a citar dos casos que resumen de buena manera la evolución del sistema multijugador. La saga de *Call of Duty* (2003), incluyendo desde sus inicios este modo *online* que cada vez tenía más aceptación por la comunidad hasta llegar al punto de que la empresa desarrolladora decidió publicar *Call of Duty: Warzone* (2020), completamente multijugador *online*, y por el otro lado, está su predecesor, *Fornite* (2017). *Fornite* en un principio fue desarrollado con una historia y un modo *battle royale* (todos contra todos), el cuál obtuvo tanto apoyo por los usuarios que directamente decidieron abandonar el modo historia, y actualmente este juego ha conseguido numerosos premios y logros que lo posicionan como uno de los más influyentes de la época.

No obstante, hay un género de videojuego adorado por los usuarios y muy utilizado en la ciencia, el *Massively Multiplayer Online Role-Playing Game* (MMORPG) [46]. Este género surgió en la década de los 80 inspirado en los *Multi-User Dungeon* (MUD), los cuáles han sido el ingrediente principal para la creación de las taxonomías (ver Sección 3.1.2). Este género consiste en reunir cantidades masivas de usuarios en un mundo donde cada uno de ellos puede elegir qué ser y con ello crean comunidades complejas. En resumen, su meta es crear una adaptación del mundo real a través de videojuegos de fantasía, y por tanto, es un gran campo de estudio para la ciencia que busca detectar patrones de comportamiento en el ser humano.

De todas formas, hay una pequeña diferencia entre los MMORPG y otros géneros donde la competición es mucho más importante, como pueden ser los juegos de deportes o de enfrentamientos. El no tener que enfrentar a jugadores permite un

sistema de agrupación sencillo, ya que no se necesita equilibrar la partida, algo distinto a los demás. Por ejemplo, en una partida de ajedrez es necesario que ambos contrincantes tengan un nivel similar para que la disputa esté balanceada. Con esto en mente, los juegos han desarrollado sistemas basados en la habilidad de cada uno de los jugadores para agruparlos y que tengan experiencias agradables y, que a la vez, supongan un reto.

3.4. Algoritmos de agrupación de usuarios

Los algoritmos para agrupar usuarios, o también llamados algoritmos de *match-making*, son, en su mayoría, una evolución de lo que actualmente se sigue denominando **Elo Rating System**. Implementado en 1960 por la *United States Chess Federation*, este sistema fue creado por Arpad Elo con el objetivo de equilibrar los enfrentamientos en las partidas de ajedrez [47]. Su funcionalidad se basaba en asignar puntuaciones a los jugadores usando información de los enfrentamientos que ha tenido dicho jugador, por ejemplo, cuántas partidas llevaba ganadas. Esto permitía crear un *ranking* compuesto por todos los jugadores que se encontraban federados para así enfrentar a aquellos que tenían niveles similares y por ello, también se podría decidir quién era el mejor jugador hasta la fecha.

Estos sistemas se siguen encontrando hoy en día y con muchas variantes, algunas de las cuáles se han diversificado tanto que el Elo se ha convertido en una familia de algoritmos. Por ejemplo, dichos algoritmos se pueden seguir encontrando en los deportes, aplicaciones de citas [48] e incluso en videojuegos, el foco principal de este trabajo.

Existen numerosos videojuegos que tienen implementado su propio sistema de Elo, como pueden ser *World of Warcraft* (2004), *League of Legends* (2009) u *Overwatch* (2016). Sin embargo, estos sistemas suelen estar enfocados en obtener un enfrentamiento equilibrado entre diversos usuarios, poniendo especial atención a los resultados de partidas anteriores, y por ejemplo, no tienen en consideración la conexión de la red del usuario [49], algo muy importante para proporcionar un enfrentamiento agradable.

Teniendo esto en mente, numerosos estudios han sido lanzados con la finalidad de desarrollar algoritmos que mejoren la experiencia con el uso de diversos aspectos que rodean al videojuego y sus jugadores [50]. Esto lleva a realizar una división entre aquellos algoritmos que buscan mejorar la calidad de los ya existentes para obtener unos mejores resultados [11, 51], y aquellos que se preocupan por ese aspecto social que se comenta en este trabajo [52].

Los videojuegos no son solo herramientas de ocio individual, en ocasiones es necesario agrupar a los jugadores, y por ende, es importante una buena comunicación y relaciones interpersonales. Los sistemas citados anteriormente solo buscan la perfección a través de la habilidad del jugador y no ponen el foco en el componente social [53], algo muy significativo para evitar malos comportamientos [54].

Como se puede observar, la industria del videojuego tiene en consideración que el ser humano es un ser social y que en ocasiones necesita de otras personas para que su entretenimiento mejore [55]. Sin embargo, el entretenimiento no es lo único importante, también lo es la satisfacción de ganar y completar el objetivo propuesto. Por ello, este trabajo explorará la idea de usar este aspecto psicológico de los usuarios de videojuegos para crear un algoritmo que los agrupe y que les permita cumplir sus objetivos.

Planteamiento teórico del *Sistema de Emparejamiento para Salas de Escape Virtuales*

Este capítulo está centrado en el planteamiento tanto teórico como práctico del algoritmo de *Sistema de Emparejamiento para Salas de Escape Virtuales* (SESEV). Para ello primero se hará un breve análisis del posible comportamiento que tendrán los jugadores relacionados con cada uno de los estilos de juego. Esto ayudará al planteamiento del algoritmo y al posterior análisis de los resultados.

4.1. El modelo DGD1 durante una sesión de salas de escape

El modelo DGD1 (ver Sección 3.1.2) propone una serie de estilos de juego que establecen unas relaciones directas entre los jugadores y cómo se comportan durante la experiencia interactiva. Los estilos que se proponen en esta taxonomía no tienen por qué estar relacionados con los roles que se proponen en la mayoría de los juegos comerciales, debido a que estos roles vienen determinados por el diseño del juego y no por las preferencias de los jugadores. Por ejemplo, un usuario que decide tener un rol denominado como *soporte* (es el rol que apoya a los jugadores desde las líneas de defensa de una batalla, ya sea soportando golpes o restaurando vida) puede tener diversos estilos de juego. Sin embargo, estos roles y estilos suelen ir muy acompañados, ya que si usamos el ejemplo anterior, no tiene mucho sentido que este tipo de jugadores tengan un estilo de *asesino*, sino más bien de *socializador* o *explorador* por esa necesidad de ayudar a los demás.

Dada esta relación y el estudio que se busca realizar en este trabajo, se ha

decidido definir unos roles a partir de estos estilos de juego, es decir, fijar unos posibles comportamientos para cada uno de los estilos dentro de una sesión de salas de escape. Gracias a ello, se espera poder determinar qué roles aportan más en una partida de salas de escape y así se puede hacer una primera aclaración de los integrantes que deben componer el equipo para que este obtenga unos resultados favorables.

4.1.1. Los roles y sus comportamientos

La definición aportada para cada uno de los estilos de juego es suficiente para poder encapsular el comportamiento de los jugadores de una forma general, pero es importante analizar cómo actuará el usuario si se enfrenta específicamente a una sala de escape. No obstante, para poder determinar la actuación de cada usuario, es imprescindible listar aquellas interacciones o acciones que puede realizar el usuario dentro del juego. Por ello hemos definido una serie de acciones que puede realizar el usuario durante una sesión. El siguiente listado de acciones básicas (ver Tabla 4.1) de las cuáles surgen diversas interacciones más concretas (ver Sección 6.3):

Resolver	El usuario podrá resolver los puzles planteados.
Relacionar	El usuario relacionará diversos elementos del escenario para poder realizar acciones como resolver el puzle o unir piezas.
Explorar	La exploración es muy importante debido a la necesidad de encontrar los diversos elementos que componen los puzles o posibles elementos coleccionables.
Rendición	El usuario se puede rendir de manera definitiva o puede pedir pistas porque no consigue avanzar.
Comunicarse	La comunicación es muy importante para el trabajo en equipo y los usuarios necesitarán usarla constantemente.
Mirar el reloj	El jugador mirará el temporizador, posiblemente provocado por la presión de ir contra-reloj.

Tabla 4.1: Listado de acciones que puede realizar un jugador durante una partida de salas de escape

Una vez explicadas las principales acciones que puede realizar un usuario, nos ha sido posible especificar qué comportamientos son los esperados de cada uno de los estilos de juego propuestos en la taxonomía DGD1 en una sala de escape, destacando diversas de estas actuaciones en mayor o menor medida:

- **Conquistador.** Un jugador independiente que buscará ganar por encima de todo. No tiene una comunicación excesivamente buena, ya que su trabajo es resolver puzles antes de que se acabe el tiempo y así poder tener mejores resultados que otros equipos. La rendición es inviable para este usuario y estará constantemente pendiente del tiempo.
- **Administrador.** Este tipo de jugador es muy importante en cualquier equipo debido a su afán de ser el líder que organiza al equipo y las tareas que debe realizar cada usuario. Es un buen comunicador y organizador. Suele enfocarse más en cumplir las misiones que en explorar, ya que su objetivo es terminar el juego. En ningún momento tiene en mente rendirse, aunque no es algo que le afecte de manera considerable. Es posible que mire el reloj en determinadas situaciones, pero su foco no es terminar en el tiempo propuesto, sino terminar consiguiendo hacer y encontrar todo lo que se propone en el juego.
- **Errante.** Un jugador que principalmente busca explorar y encontrar la mayor cantidad posible de elementos que hay en el juego. Además, encontrar objetos coleccionables será considerado un premio para este jugador, independientemente de si es útil o no para la partida. Resolver puzles no es un foco principal, pero le gusta que gracias a su exploración otros jugadores puedan seguir avanzando. La comunicación con este usuario es muy importante aunque a veces es innecesaria, ya que encontrará cualquier objeto que esté escondido en el entorno sin conocer su importancia o incluso el estado actual de la partida.
- **Participante.** Es el usuario más comunicativo. Le gusta jugar con otros jugadores por lo que es perfecto para mantener a un equipo animado en todo momento. No se le da especialmente bien nada en concreto, simplemente disfruta de la compañía aunque no se cumplan los objetivos propuestos.

Establecer estos comportamientos permite al estudio cambiar la denominación de “estilos de juego” por “roles” basándonos en las posibles acciones que puede realizar el usuario en una sala de escape. Esto ayuda al estudio a acercarse más a la industria del videojuego. Además, esto permite fijar las pautas para crear el *mejor equipo para salas de escape*, es decir, la mejor combinación de roles para obtener buenos resultados.

4.2. El equipo con la mejor combinación de roles para mejorar los resultados

Teniendo en cuenta el objetivo del trabajo donde se quiere mejorar el rendimiento usando los roles, se ha definido el concepto de *mejor combinación*. Este concepto propone un equipo con una combinación de roles específica que tendrá implicación directa en la mejora de los resultados finales.

A la hora de crear el mejor equipo usando los roles basados en los estilos de juego hay que detectar las ventajas y desventajas de cada uno de ellos orientado a las aportaciones que pueden tener al equipo (ver Tabla 4.2).

Rol	Ventajas	Desventajas
Conquistador	Muy competitivo, buscará ganar a costa de todo.	Mal comunicador.
Administrador	Buen organizador y comunicador. Le gusta ganar.	Quiere ser el centro de la atención, el lider.
Errante	Explora continuamente para encontrar los elementos escondidos.	No le importa ganar.
Participante	Anima y mantiene alta la moral del equipo.	No le importa ganar, solo divertirse.

Tabla 4.2: Ventajas y desventajas de incluir a cada uno de los roles en un equipo.

Los roles que componen el modelo DGD1 y que se exponen previamente se encuentran ordenados de mayor a menor competitividad y, a su vez, de menor a mayor colaboración. El *conquistador* es el usuario más competitivo pero menos colaborador, y por el otro lado, el *participante* no busca en ningún momento la victoria, solo quiere colaborar y divertirse. Ambas actitudes son necesarias para conseguir los objetivos con el esfuerzo que implica un buen trabajo en equipo, y para ello existen los dos roles intermedios. El *administrador* sería un buen integrante del equipo debido a su ímpetu por cumplir con los objetivos y la resolución de todos los problemas, además es un buen comunicador. Y el *errante* lleva el papel de explorador y no quiere interferir en la finalidad de los puzles, solo está interesado en encontrar elementos ya sean útiles o no.

De esta manera, este trabajo expone que, suponiendo que los integrantes del equipo tienen habilidades similares, para crear un equipo competitivo es necesaria la victoria deseada del *administrador* y la exploración del *errante*, quedando como

rol secundario el *conquistador* con su mala comunicación pero con ansias de ganar, y en último puesto, el *participante*, el cuál no aporta nada al cumplimiento del propósito inicial.

Definir estos roles y cómo sería el equipo que maximice los resultados finales, permite al estudio plantear de manera teórica el algoritmo de *matchmaking* y su posterior implementación. Sin embargo, como ya se verá, dicho algoritmo estará limitado tanto por falta de recursos como por necesidades diseño y entorno de desarrollo.

Todo ello es probado en una fase de experimentación (ver Sección 5) donde se realizará un minucioso análisis que determinará si las pautas para crear un equipo competitivo, planteadas en este mismo apartado, tienen cierta veracidad.

4.3. Algoritmo de *matchmaking*

El algoritmo ¹ que se quiere plantear en este trabajo tiene como finalidad estar en contraposición a los algoritmos ya encontrados en los videojuegos comerciales. En este caso, los roles serán el ingrediente principal que permitirá realizar el cálculo de las puntuaciones de los jugadores y su posterior agrupación, a diferencia de los demás donde la habilidad supone un gran peso en el resultado final.

Para ello, el algoritmo se ha dividido en dos fases. Una primera etapa donde se plantea y despliega el sistema de Elo (ver Sección 3.4). Este sistema es el encargado de asignar puntuaciones a los usuarios. La segunda etapa está dedicada al sistema que, independientemente de los cálculos realizados para extraer las puntuaciones, agrupe a los usuarios en base a unas condiciones (ver Sección 4.3.2).

No obstante, para un correcto funcionamiento del algoritmo es necesario que se definan sus parámetros de entrada, es decir, los datos que recibe el sistema para poder realizar el cómputo. En los videojuegos, estos datos se obtienen en base a las partidas que se juegan a cada momento, es decir, se pueden conseguir millones de datos diarios. Sin embargo, este proyecto no cuenta con un conjunto de datos inicial con los que poder realizar las primeras iteraciones. Para ello, es necesario experimentar con prototipos iniciales con los que extraer datos y unas primeras conclusiones. De todas formas, como se comentará en la sección 7, este estudio no cuenta con un volumen de muestreo significativo, a diferencia de los videojuegos comerciales más destacados.

¹Enlace al repositorio donde se encuentra alojado el sistema: <https://github.com/PHD-Ale/merv>

4.3.1. Datos de entrada necesarios para el cómputo del algoritmo

En este primer prototipo, los datos de entrada son proporcionados por el usuario (ver Sección 5). Esta entrada se compone de un total de seis variables, cuatro de las cuales corresponden a los roles y los restantes a la habilidad del jugador (ver Tabla 4.3).

Como se explica en la sección 3.1.2, los roles son un total de 4 estilos de juegos basados en el modelo DGD1: conquistador, administrador, errante y participante. Cada uno de estos roles tendrá un valor entre 1 y 5, con el objetivo de dar cierta libertad al usuario para que pueda expresar sus preferencias dando una mayor o menos puntuación a cada uno de los estilos. Además, se ha tomado la decisión de poner ese rango de valores en consonancia de las escalas *likert* que usan gran parte de los modelos psicológicos de la personalidad, especialmente el FFM (ver Sección 3.1.1), permitiendo así que los usuarios sean más concretos con sus preferencias.

Por otro lado, están los parámetros relacionados con la habilidad que tiene el usuario en base a su historial con las salas de escape. Para ello se ha decidido tener en cuenta (1) si el jugador sabe con anterioridad qué son las salas de escape y (2) cuántas veces ha participado en una de ellas.

Tipo	Dato	Posibles Valores
Rol	Conquistador	[1, 5]
Rol	Administrador	[1, 5]
Rol	Errante	[1, 5]
Rol	Participante	[1, 5]
Habilidad	Saber qué es una sala de escape	Sí o No
Habilidad	Veces jugadas	[0, ∞)

Tabla 4.3: Tipos de datos de entrada y sus posibles valores

Una vez definidos los atributos de entrada para el algoritmo, se procede a su planteamiento teórico y matemático. Todo ello se usará y comprobará la efectividad en una fase de experimentación que se explica en el capítulo 5.

4.3.2. Planteamiento matemático e implementación del SESEV

La primera fase del desarrollo del algoritmo está orientada a la creación del sistema de Elo, es decir, extraer la puntuación del usuario usando los datos de

entradas proporcionados. Este sistema emplea las siguientes variables:

- $S_{1,2,3,4}$ son las puntuaciones para cada uno de los 4 estilos de juego asociados al jugador.
- t representa las veces que el usuario ha jugado a una sala de escape. Si el jugador ha participado en estas experiencias un total de 5 o más veces, se ha decidido considerar que esta persona es una experta y obtiene la máxima puntuación.
- k representa el conocimiento que tiene el jugador sobre las salas de escape. Si el jugador conoce con anterioridad el concepto de sala de escape, obtendrá la máxima puntuación.
- $c_1 = 0,8$ es una constante que proporciona mayor peso a los datos relacionados con los roles. La importancia de este valor proviene de que se quiere estudiar principalmente los resultados en relación a los estilos de juego. Actualmente, con los usuarios accesibles, no existe una diferencia significativa en los equipos creados con valores entre 0,7 y 0,9, por lo que se ha decidido utilizar la media entre ambos valores. Usar un valor mayor que 0,9 implicaría que la habilidad no tendría importancia en el cómputo, y usar un valor inferior a 0,7 supondría ofrecer demasiado peso a la habilidad, algo que sí cambiaría los datos creando equipos que obtendrían resultados bastante alejados de las definiciones de roles.

Estas variables son usadas para diseñar las ecuaciones 4.1, 4.2 y 4.3, las cuales representan el sistema de Elo integrado en el algoritmo de *matchmaking*. La ecuación que calcula la puntuación del jugador da la misma importancia a cada estilo de juego con el objetivo de no sesgar el cálculo previamente a los estudios. También se puede observar que los valores de S_i son duplicados debido a que el dato de entrada es una puntuación entre 1 y 5, y se busca que cada uno de los roles tenga una puntuación entre 1 y 10. A cada uno de estos estilos se les suma el porcentaje de habilidad, algo que, posiblemente en posteriores versiones del algoritmo se vea modificado para que esta habilidad realice el cómputo de una manera más específica sobre determinados roles. Sin embargo, actualmente se quiere tratar a todos los roles de la misma manera, por lo que se ha decidido que se le aplique a todos la misma fórmula.

$$puntuacion_jugador = \sum_{i \in \{1,2,3,4\}} c_1 \times (S_i \times 2) + \frac{(1 - c_1) \times t}{5} + 0,1k \quad (4.1)$$

$$t = \begin{cases} 5 & \text{si } x \geq 5 \\ x & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4.2)$$

$$k = \begin{cases} 1 & \text{si } x = \text{Sí} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4.3)$$

Una vez asignada la puntuación a cada uno de los usuarios (ver ejemplo en Tabla 4.4) a través de los datos que se proporcionan en un principio, se procede a plantear el algoritmo que creará los equipos.

Conquistador	4
Administrador	2
Errante	1
Participante	2
Veces jugadas	3
Qué es una sala de escape	Sí
Total	20.8

Tabla 4.4: Valores de ejemplo y resultado obtenido al aplicar las fórmulas del sistema de Elo.

Para esta primera versión se ha tomado la decisión de crear los equipos de una manera básica sin descartar ningún usuario ni posibles datos. Además, el algoritmo es escalable en número de jugadores, es decir, designará equipos compuestos por 2 o más usuarios. De esta forma quedaría la ecuación 4.4 que emplea las siguientes variables:

$$puntuacion_equipo = \sum_{i \in [1, n]} J_i \quad (4.4)$$

- n es el número de jugadores que compondrán el equipo.
- J es el conjunto de puntuaciones de los jugadores.

La arquitectura actual hace estos cálculos por fuerza bruta, es decir, crea todas las combinaciones posibles con los participantes. Posteriormente, ordena estos equipos en orden decreciente en base a la puntuación del equipo y elimina aquellos donde haya repeticiones de usuarios. Por lo tanto, el resultado de este algoritmo será un listado con los equipos ordenados de mayor a menor sin repeticiones de

usuarios. De esta manera, se espera que el primer equipo de la lista obtenga el mejor resultado, a diferencia del último que ser el que peor resultados obtenga.

Se puede observar que este planteamiento del algoritmo de *matchmaking* no tiene en cuenta si los usuarios destacan en determinados roles, es decir, no quiere conseguir la mejor combinación (ver Sección 4.2). El objetivo de estas ecuaciones es que el equipo esté compuesto por los usuarios que maximizan las puntuaciones de todos los roles en general, además de priorizar aquellos usuarios que ya han tenido experiencias previas. Con ello, se espera que los equipos con mejores puntuaciones, obtengan mejores resultados que aquellos con puntuaciones bajas.

CAPÍTULO 4. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL *SISTEMA DE
EMPAREJAMIENTO PARA SALAS DE ESCAPE VIRTUALES*

Experimentos

Las hipótesis, ideas y planteamiento del algoritmo han sido probados en una fase de experimentación. En esta sección se explicará todo el proceso realizado pasando por una descripción de lo que se quiere realizar y el enfoque dado; cómo se ha diseñado y desplegado, y por último, se explicará la metodología que se seguirá para realizar el análisis (ver Capítulo 6).

5.1. Descripción y enfoque del proceso de experimentación

Este experimento se ha realizado con la intención de validar las ideas presentadas y el correcto planteamiento del algoritmo que creará los equipos.

Para ello, se les pedirá a los usuarios que aporten diversos datos a través de un cuestionario. Estos datos se utilizarán para realizar los cálculos pertinentes y, posteriormente, el algoritmo los usará para crear los equipos en base a lo dictaminado en secciones anteriores (ver Sección 4.3). Una vez creados los equipos se les someterá a una prueba donde deberán jugar a una sala de escape mientras su partida estará siendo grabada. Para finalizar, las partidas de los jugadores serán transcritas, lo que permitirá un análisis exhaustivo de sus interacciones con el entorno. Además, no solo se estudiarán sus interacciones, sino que también es importante examinar su comportamiento global, tanto individual como en equipo, en relación a sus estilos de juego.

Además, este experimento servirá para aportar evidencias a favor de la hipótesis de trabajo. Esto permite comprobar si es importante añadir el concepto de la *mejor combinación* (ver Sección 4.2) al planteamiento del algoritmo, ya que en este momento los equipos creados no contemplan dichos conceptos para el cómputo.

5.2. Diseño y desarrollo del experimento

El experimento estará dividido en dos fases, la primera donde se distribuirá un cuestionario *online* entre los participantes para que aporten datos sobre su personalidad y estilo de juego, y posteriormente, en base a estos datos, se crearán los equipos que jugarán al videojuego (ver Sección 2.3.2) en un experimento presencial, es decir, los usuarios serán reunidos en un lugar y allí realizarán su participación.

5.2.1. Primera etapa en remoto a través de un cuestionario

Esta primera etapa se puede realizar tanto en presencial como en remoto debido a que se distribuyó un cuestionario *online* donde se les hacía una serie de preguntas a los participantes (ver Apéndice A):

- **Datos personales anónimos.** Se piden una serie de datos personales para poder hacer un balance global de la demografía de los participantes. Por ejemplo, en este caso se piden la edad y el género.
- **Conocimiento y experiencia con salas de escape.** Al usuario se le hacen una serie de preguntas para conocer su cercanía con el mundo de la salas de escape. Estas preguntas supondrán la habilidad del jugador. Para ello se preguntará si conocen qué es una sala de escape y cuántas veces han jugado.
- **Test de personalidad.** Cuestionario correspondiente al Modelo de los Cinco Grandes (ver Sección 3.1.1) para identificar la personalidad del usuario. Este cuestionario se incorporó de manera preventiva por si era necesario a posteriori, pero al final no ha sido necesario.
- **Selección de estilo de juego.** El jugador podrá seleccionar sus preferencias. Se le mostrarán los diferentes estilos correspondientes a la taxonomía DGD1 (ver Sección 3.1.2) y podrá dar una puntuación de 1 a 5 en relación a cómo se siente representado por cada uno de los estilos.
- **Continuar participando.** Al final, el usuario deberá decidir si quiere continuar participando. De esta manera, aquellos que respondan afirmativamente serán candidatos para la segunda fase, es decir, se les incluirá en un equipo.

El cuestionario fue diseñado para una duración aproximada de 20 minutos y los participantes podían rellenarlo cuando quisieran. De esta manera se dio un plazo de 1 mes durante el cual respondieron un total de 35 personas y 26 de ellas decidieron participar en la siguiente fase del experimento.

Género

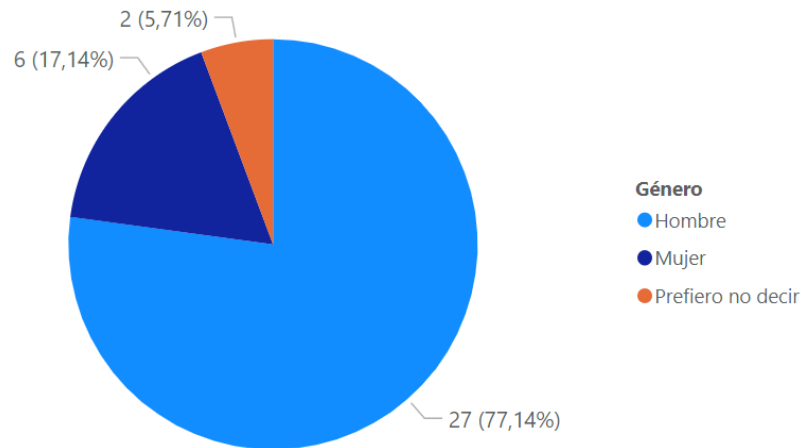


Figura 5.1: Distribución de *géneros* de los participantes de la primera fase.

En relación al balance global de los resultados fueron bastante homogéneos ya que el grupo estudiado estuvo enfocado en estudiantes universitarios de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid. Con esto queda que el género mayoritario fueron 27 hombres, seguidos de 6 mujeres y 2 personas que prefirieron no decir su género (ver Figura 5.1). Las edades fueron más dispares, ya que se encuentran entre los 19 y los 39 años (media=20,69, desviación estándar=3,62), siendo 19 y 20 las edades más comunes con un total de 15 y 10 personas, respectivamente (ver Figura 5.2).

También es importante analizar cuánto saben de salas de escape los participantes, por lo que gracias a las preguntas realizadas con este propósito se puede hacer un estudio sobre las muestras. En general, los resultados eran los esperados, ya que el entorno de los participantes de este experimentos tiende a conocer lo que son las salas de escape, siendo un total de 34 de 35 personas las que sí conocen este tipo de ocio (ver Figura 5.3).

Se desconocen los motivos, pero gran parte de los jugadores no había participado anteriormente en una sesión de salas de escape (media=2,8, desviación estándar=4,6), un total de 11 personas. Después, con 8 personas para cada respuesta, se encuentran aquellas que han jugado 1 o 3 veces. Más allá de eso solo hay un participante por cada resultado, siendo el pico máximo de 20 veces (ver Figura 5.4).

Una vez que la encuesta fue cerrada se pudo pasar a la siguiente fase, el experimento presencial con equipos (ver Sección 5.2.2).

Edad

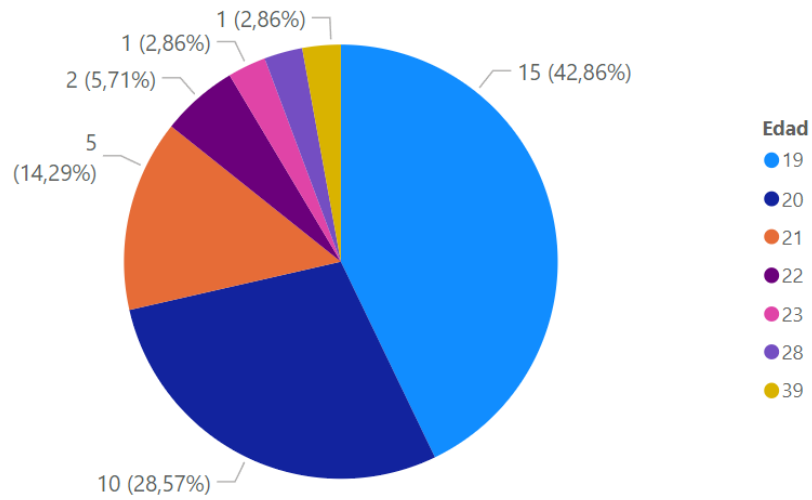


Figura 5.2: Distribución de *edades* de los participantes de la primera fase.

Sabes qué es un Escape Room

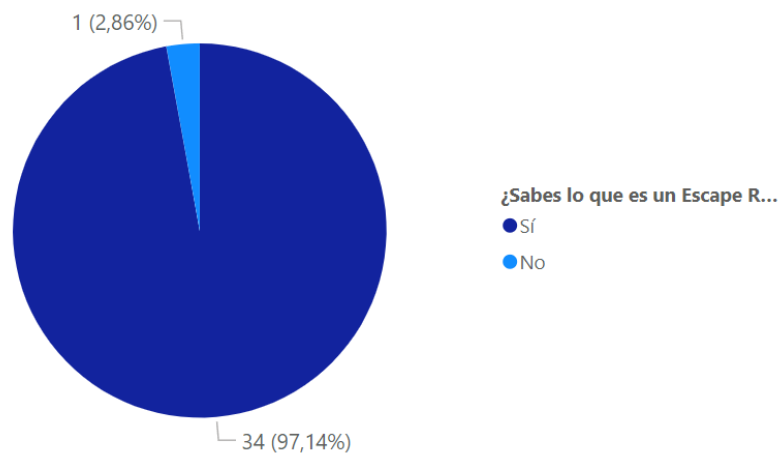


Figura 5.3: Distribución de los participantes de la primera fase en base a la pregunta de “*sabes qué es una sala de escape*”.

Veces jugadas

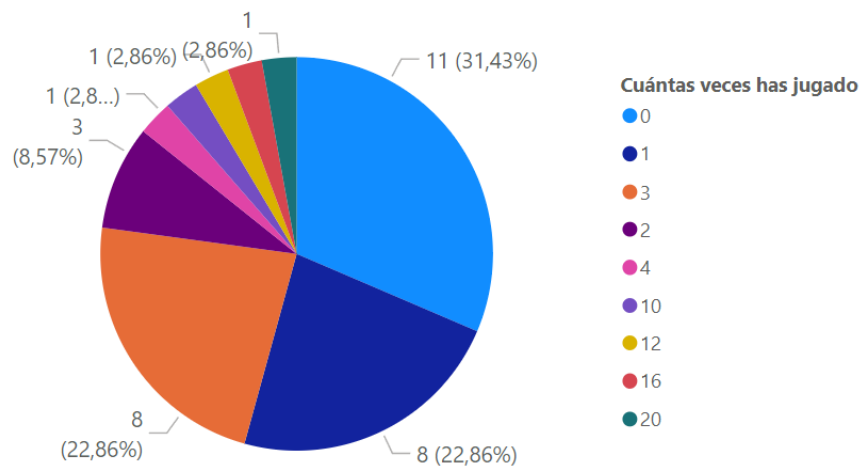


Figura 5.4: Distribución de las *veces jugadas* por los participantes de la primera fase.

5.2.2. Segunda etapa del experimento de forma presencial con usuarios

Esta segunda fase tiene como objetivo comprobar el correcto funcionamiento del algoritmo desarrollado (ver Sección 4.3). Con ello se crearon equipos con todos los participantes que aceptaron continuar con el experimento. Durante el experimento, los participantes debían jugar al videojuego *Escape Simulator* (ver Sección 2.3.2) mientras su partida y su cara estaban siendo grabadas a través del *software* de OBS (ver Sección 2.3.3). La duración total del experimento se estableció en 45 minutos por cada uno de los equipos.

Para maximizar el número de equipos a partir de los sujetos disponibles, y a que el videojuego usado recomienda ser jugado por un máximo de 3 personas, se tomó la decisión de crear equipos de 2 jugadores. De esta manera, quedaron un total de 13 equipos, de los cuales solo participaron 4 de ellos. Sin embargo, uno de estos fue descartado debido a la falta de asistencia de un participante, provocando de esta manera que la muestra fuera invalidada al quedar solo un jugador individual.

Una vez creados los equipos, los participantes fueron citados sin conocimiento alguno sobre esta parte de la prueba, a excepción de que iban a jugar a una sala de escape. En ningún momento se les aportó más información, es decir, no sabían qué iban a hacer, ni eran conscientes de que se jugaba en equipos, evitando así que los participantes se pusieran en contacto con sus futuros compañeros.

Primero se les explicó a los participantes todo aquello relacionado con el experi-

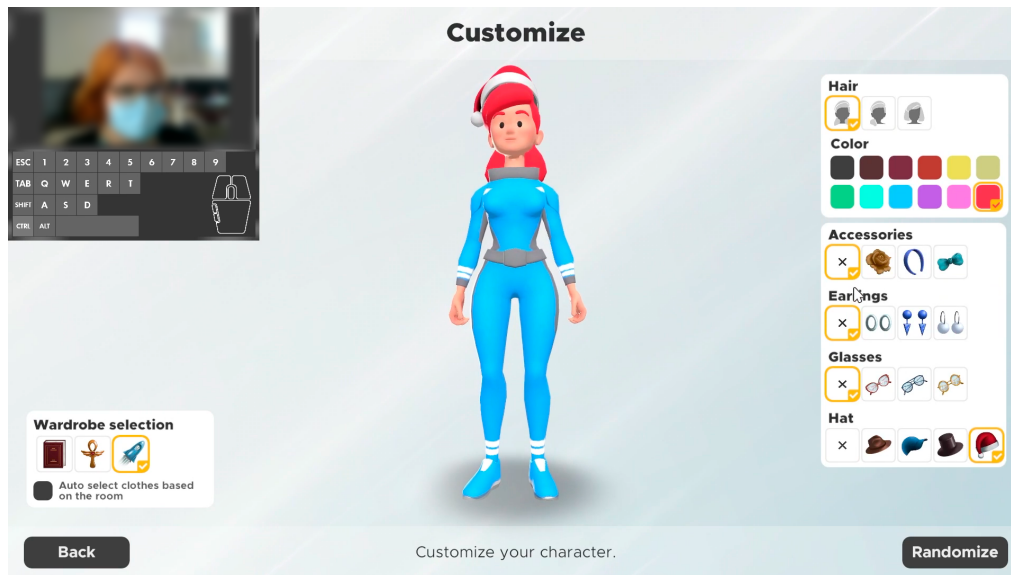


Figura 5.5: Primera fase del experimento donde el participante creará su personaje.

mento usando un guion (ver Apéndice B) que resumen todo lo que se va a explicar a continuación. Además de recalcar la prohibición de hablar sobre lo ocurrido dentro de la sesión para así evitar producir un sesgo en posibles futuros participantes.

Cuando los participantes fueron informados del formato que tendrá el experimento, pasaron a leer el «Informe de Consentimiento» (ver Apéndice B) en el cual, ellos se informarían sobre el objetivo de dicho experimento y de las pautas que rigen dicha prueba. Su participación es totalmente voluntaria y podrían revocar su consentimiento y dejar de participar en cualquier momento. Además, sus datos son tratados con total confidencialidad y de forma anónima. Este informe deberá ser leído con detenimiento y, en el caso de estar de acuerdo, deberá ser firmado por el participante. Si todos los integrantes del equipo están de acuerdo a lo dictaminado en el informe, pasarían a realizar el experimento que se divide en tres fases.

Primera fase. Los jugadores crearían el personaje que les iba a representar durante la experiencia, utilizando el panel de personalización que proporciona el videojuego (ver Figura 5.5). Esta fase no aporta nada al objetivo de este trabajo, sino que se realizó con la posibilidad de realizar un estudio futuro. Tiene una duración máxima de 5 minutos.

Segunda fase. Durante este período, los jugadores aprenderán los controles básicos del juego y los pondrán en práctica a través de un par de tutoriales. El primer tutorial se realiza de manera individual, donde se les explican los controles con puzzles sencillos (ver Figura 5.6), y el segundo tutorial es cooperativo, por lo que para llegar a él, ambos jugadores del equipo deben haber terminado la primera parte. Esta segunda parte se encuentra ambientada en una “habitación de un niño



Figura 5.6: Primera parte del tutorial donde el participante aprenderá los controles básicos del juego.

pequeño” donde los jugadores pondrán en práctica lo aprendido para poder escapar de ella (ver Figura 5.7), es decir, los participantes se encuentran frente a su primera sala de escape. Dado que es el tutorial, se compone de una sala es muy simple, pero sumerge a los jugadores en la dinámica del juego. En ella también se pueden observar dos funcionalidades muy importantes, ya que en alguna parte de la habitación se puede ver (1) el contador que indica cuánto tiempo les queda a los jugadores, y (2) un botón para pedir pistas en el caso de que no sepan continuar y necesiten ayuda. Además, también podrán encontrar los llamados *tokens*, coleccionables escondidos por la habitación que son innecesarios para completar el juego pero con los que el jugador obtiene unos logros internos del propio videojuego. Un detalle importante que se le explica a los participantes es que aunque el tiempo se agote, podrán seguir jugando hasta que se les acabe el tiempo del experimento, ya que el videojuego te permite seguir jugando sin problemas. Esta fase tiene una duración total de 15 minutos.

Tercera fase. Fase final, la cual aporta los datos que se buscan para poder realizar el análisis y validar las hipótesis. Durante esta parte los jugadores deberán intentar escapar de una sala con ambientación egipcia (ver Figura 5.8) creada por los propios desarrolladores del juego. Según el videojuego, tendrán un 15 minutos para conseguirlo, pero como ya se ha comentado, en el caso de que los participantes no lo hayan conseguido a tiempo, podrán seguir jugando hasta que acabe el tiempo del experimento. Tuvieron un total de 25 minutos para poder resolver los puzzles y escapar de la sala.



Figura 5.7: Segunda parte del tutorial, se realiza de manera cooperativa donde los integrantes del equipo pondrán en práctica lo aprendido en la primera parte del tutorial.



Figura 5.8: Tercera fase del experimento donde el equipo deberá resolver los puzles para conseguir escapar de la sala.

CAPÍTULO 5. EXPERIMENTOS

Una vez recabados todos los datos se pasó a realizar el análisis y, para ello, primero se decidió plantear una metodología en la que basar dicho estudio (ver Capítulo 6).

Análisis de los resultados

En esta sección se pretende analizar los datos adquiridos durante el experimento y, con ello, poder encontrar los puntos fuertes y débiles del algoritmo ideado.

6.1. Metodología de análisis

El análisis de los datos adquiridos con los experimentos se ha realizado desde dos puntos de vista para poder estudiar el comportamiento de los jugadores de una manera general a través de los resultados del equipo, y las interacciones y aportaciones que ha realizado cada uno de los usuarios. Dividir dicho análisis en dos partes busca poder dar una respuesta cualitativa y general con la que detectar la *mejor combinación*, y posteriormente, hacer un estudio cuantitativo que permita en un futuro aplicar estos datos numéricos al cómputo del algoritmo, dando la posibilidad de implementar un módulo aprendizaje automático en trabajos futuros.

La primera parte (ver Sección 6.2) se ha llevado a cabo comparando el resultado final de cada equipo, es decir, si han acabado en el tiempo establecido y en cuánto tiempo lo han acabado, con las puntuaciones asignadas a cada uno de los participantes del equipo a través del algoritmo. Y por otro lado, la segunda parte del análisis (ver Sección 6.3) se ha realizado transcribiendo las interacciones que realizaba cada uno de los jugadores, por ejemplo, cuántas veces cogía un objeto o cuántos puzles ha completado, y encontrar correlaciones con cada una de las puntuaciones de estos usuarios a través del uso de *aprendizaje máquina*.

6.2. Estudio general por equipos

Con el objetivo de poder comprobar la veracidad de las hipótesis a través del concepto de *mejor combinación* planteado en este trabajo (ver Sección 4.2), se ha decidido realizar un análisis observando los resultados finales de cada uno de

EQUIPO A					
ID	Conquistador	Administrador	Errante	Participante	Puntuación
user_1	8,4	10,0	6,8	6,8	32,0
user_2	4,6	7,8	7,8	9,4	29,6
TEAM_A	13,0	17,8	14,6	16,2	61,6

Tabla 6.1: Puntuaciones pertenecientes a los usuarios que ponen el equipo A y la puntuación total de dicho equipo.

los equipos y qué tipos de usuarios lo integran. La complejidad del experimento implica que la muestra de estudio no tenga un volumen suficiente para que el análisis cuantitativo sea suficiente, pero eso se hace estudio cualitativo también. A pesar de que los resultados son preliminares, indican que la metodología es adecuada. Para ello se contempla las puntuaciones asociadas a cada uno de los usuarios, y el total del equipo, que han sido asignadas a través del algoritmo de *matchmaking* implementado (ver Sección 4.3).

Antes de realizar el análisis es importante refrescar el concepto de *mejor combinación* (ver Sección 4.2), la cual se refiere a una composición del equipo, basada en los roles, que se espera que obtenga los mejores resultados. Según el concepto planteado, los roles más importantes para una sala de escape son el *administrador* y el *errante*, siendo secundarios los otros dos estilos de juego, es decir, *conquistador* y *participante*.

El *equipo A* (ver Tabla 6.1) es el grupo con mayor puntuación total, es decir, está compuesto por lo que se considera en este trabajo como los mejores jugadores de salas de escape. Según el planteamiento del algoritmo, esto se debería traducir en mejores resultados, pero no es así. Este equipo no consiguió salir de la sala en el tiempo establecido y tardó un total de 17 minutos y 30 segundos, es decir, casi 3 minutos más. Los integrantes, *user_1* y *user_2*, tienen en general puntuaciones muy elevadas en la mayoría de los estilos de juego, siendo el *user_1* el que mayor puntuación total tenía. Este usuario destaca por los roles de *administrador* y *conquistador*, y se considera polivalente en el resto de roles, por lo tanto, se siente identificado por todos los estilos de juego. Su compañero, el *user_2*, tiene puntuaciones elevadas, pero sus preferencias están mejor diferenciadas. Se puede detectar una preferencia por *errante* y un rechazo hacia el *conquistador*, quedando los otros dos como estilos genéricos. Con esta disección se puede comprobar que los usuarios no concuerdan con la composición planteada, por ello se quiere concluir que sus malos resultados se deben al ser un equipo fuera de la definición de *mejor combinación*.

El *equipo B* (ver Tabla 6.2) está compuesto por jugadores que tienen puntuaciones medias, y por ello, es la agrupación que se encuentra en el punto medio de los

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

EQUIPO B					
ID	Conquistador	Administrador	Errante	Participante	Puntuación
user_3	7,4	9,0	4,2	7,4	28,0
user_4	6,4	3,2	9,6	8,0	27,2
TEAM_B	13,8	12,2	13,8	15,4	55,2

Tabla 6.2: Puntuaciones pertenecientes a los usuarios que ponen el equipo B y la puntuación total de dicho equipo.

EQUIPO C					
ID	Conquistador	Administrador	Errante	Participante	Puntuación
user_5	3,6	5,2	8,4	6,8	24,0
user_6	3,0	9,4	6,2	4,6	23,2
TEAM_C	6,6	14,6	14,6	11,4	47,2

Tabla 6.3: Puntuaciones pertenecientes a los usuarios que ponen el equipo C y la puntuación total de dicho equipo.

3 equipos. Este equipo, aun teniendo menor puntuación que el equipo A, consiguió acabar el juego en el tiempo establecido, en un total de 14 minutos. En este caso sí se cumple la composición definida, teniendo a *user_3* como el *administrador* y a *user_4* como *errante*. Ambos jugadores tienen puntuaciones similares en *conquistador* y *participante*, pero ninguno de estos estilos se destacan por ser los preferidos ni los rechazados. Además, ambos jugadores rechazan el rol en el cual destaca su compañero, algo favorable para no solapar tareas.

El último, el *equipo C*, tiene una composición parecida al equipo B, sin embargo no consigue acabar a tiempo, con un total de 18 minutos y 50 segundos. Es el equipo con la peor puntuación de los tres, y con esto se detecta una relación directa entre las puntuaciones y el tiempo final, pero no concuerda con lo estipulado en la *mejor combinación*. En esta agrupación también encontramos un usuario que destaca como *errante* y otro como *administrador*. Sin embargo, ambos usuarios rechazan el rol de *conquistador*, lo que se diferencia con el equipo B, donde cada usuario rechazaba el rol en el que su compañero destacaba. Además, rechazar al *conquistador* indica una baja necesidad de competición, algo que se refleja en el mal resultado.

Como se puede observar, el concepto de *mejor combinación* parece ser acertado en gran medida, ya que el único equipo en cumplirlo ha sido el ganador. Los otros dos equipos no han conseguido el objetivo de acabar en el tiempo y se puede detectar que ninguno de los dos cumple la composición, estando el equipo A más alejado de dicha definición. Sin embargo, el A ha obtenido mejores resultados que el C, algo que se puede relacionar con la puntuación total de dichos equipos.

6.3. Comportamiento e interacciones con el entorno

En este segundo análisis se espera encontrar relaciones entre las acciones que realiza el usuario con el entorno y su rol preferente, así como con sus aportaciones a la partida. Esto permite verificar la segunda hipótesis en la que se estipula que la interacción del usuario está relacionada con su estilo de juego. La veracidad de esta hipótesis permite diferenciar entre las preferencias de los roles en referente a las tareas que realiza y así poder crear equipos más organizados.

Para poder realizar este estudio se contabilizaron todas las interacciones que se podían visualizar en los vídeos grabados. Las interacciones eran almacenadas en tablas que recogían información como el número de veces que se observaba un objeto, cuántas veces lo ha cogido, y la cantidad de puzles que ha resuelto, entre otros (ver Apéndice B). Sin embargo, no todos los elementos que hay en una sala de escape tienen el mismo comportamiento ni el mismo propósito, por lo que se decidió realizar una distinción de los elementos principales:

- **Objetos recogibles.** Estos son elementos que pueden ser almacenados por el usuario en su inventario. Suelen ser objetos pequeños y son aquellos con los que más va a interactuar el usuario. Además, en el juego seleccionado, no todos los objetos tienen el mismo comportamiento, algunos son especiales. Por ejemplo, un libro se puede coger, mirar o soltar, y también se puede abrir.
- **Objetos movibles.** Presentes en el escenario y que no pueden ser recogidos por el jugador, pero sí pueden ser movidos. Estos elementos suelen tener un tamaño bastante grande. Las interacciones con estos elementos son mucho más limitadas.
- **Puzles.** El juego es una sucesión de puzles, por lo que es un elemento que indica el proceso del equipo, ya que a más puzles resueltos, más cerca del final. Los puzles son las tareas que deben ir realizando los usuarios como “introducir el código correcto” o también se puede considerar como puzle que encontrar todas las piezas necesarias. Como los puzles, pueden ser o no resueltos, las interacciones son bastante pocas.
- **Pistas.** En ocasiones, los jugadores pueden encontrarse en una situación en la que no sepan cómo avanzar o cómo resolver un puzle, y estos elementos están para ayudarlos. El videojuego permite a los usuarios pedir pistas cuando lo necesiten. En total hay 20 pistas relacionadas con cada uno de los puzles.



Figura 6.1: Grabación del usuario modificada con los bordes oscurecidos para centrar el campo de visión del usuario.

- **Tokens.** Son objetos coleccionables que se encuentran escondidos por la sala, y a veces, hay que resolver puzles para encontrarlos. No son necesarios para conseguir la victoria, pero son elementos que se encuentran en la mayoría de los videojuegos en los que existe la exploración. Estos elementos se tienen en cuenta para observar el afán de exploración del usuario, comportamiento esperado del *errante*.

Una vez distinguidos todos los elementos, se realizó un listado de posibles acciones e interacciones para cada uno de ellos (ver Tabla 6.4).

A continuación, se analizaron los vídeos para contabilizar todo lo que hacía cada uno de los usuarios, independientemente del equipo en el que se encontrara. Sin embargo, había un problema relacionado con la acción de *mirar*, ya que sin un sistema de «seguimiento ocular» era muy complicado saber si un usuario ha mirado un objeto o no. Este problema se solucionó agregando a la grabación unos bordes negros que permitieran descartar todos los elementos que se encontraran fuera. De esta manera, habíamos cerrado el posible campo de visión del usuario [56] y, con ello, solo se contabilizaban aquellos elementos que se encontraran enmarcados por esos bordes (ver Figura 6.1).

Una vez que todos los datos fueron recogidos, se decidió buscar una correlación, usando el coeficiente de correlación de Pearson [57], entre las diferentes acciones de cada uno de los elementos con la información proporcionada por los usuarios ¹.

¹Enlace al repositorio donde se encuentra el sistema implementado para realizar el análisis: <https://github.com/PHD-Ale/experimentresults>

Acción	Elementos relacionados	Descripción
Mirar	Objetos recogibles y objetos movibles	Cuando el usuario mira el objeto, sin necesidad de recogerlo.
Coger	Objetos recogibles, pistas y <i>tokens</i>	Cuando el usuario recoge el objeto y se lo pone en la mano o lo almacena en el inventario.
Soltar	Objetos recogibles	Cuando el usuario suelta, en alguna parte del escenario, el objeto que ha cogido.
Observar	Objetos recogibles	Cuando el usuario analiza el objeto que tiene en la mano.
Tirar	Objetos recogibles	Cuando el usuario arroja el elemento que tiene en la mano.
Buena idea	Objetos recogibles, objeto movible y puzles	Cuando el usuario tiene una idea correcta sobre la funcionalidad del objeto.
Mala idea	Objetos recogibles, objetos movibles y puzles	Cuando el usuario tiene una mala idea sobre la funcionalidad del objeto
Buen uso	Objetos recogibles y objetos movibles	Cuando el usuario usa correctamente el objeto.
Mal uso	Objetos recogibles y objetos movibles	Cuando el usuario usa de manera incorrecta el objeto.
Mover	Objetos movibles	Cuando el usuario mueve un objeto de sitio sin cogerlo.
Buena solución	Puzles	Cuando el usuario soluciona de manera correcta una tarea.
Mala solución	Puzles	Cuando el usuario no soluciona una tarea.
Desbloquear	<i>Tokens</i>	Cuando el usuario desbloquea el objeto para poder interactuar con él.
Encontrar	<i>Tokens</i>	Cuando el usuario encuentra el objeto.

Tabla 6.4: Listado de posibles acciones e interacciones que puede realizar el usuario con cada uno de los elementos del juego. A la derecha podemos ver la descripción de cada una.

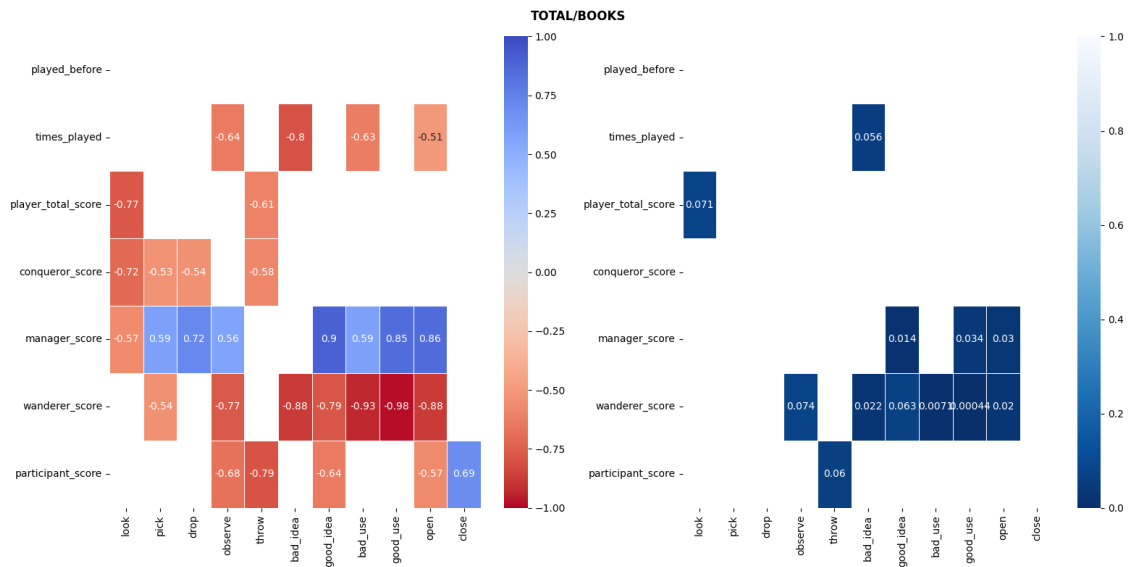


Figura 6.2: Gráfica que muestra la relación entre los datos del usuario y su interacción con los *libros*. El eje Y se encuentran los resultados del sistema de Elo. En el eje X se encuentran las acciones que se pueden realizar sobre el objeto. A la izquierda se puede ver la correlación. A la derecha se pueden ver sus *p-values*.

La gran cantidad de *objetos recogibles* y las numerosas acciones que se pueden realizar sobre ellos ha facilitado la extracción de datos. Con esto sale a la luz la necesidad de un gran conjunto de muestras, ya que como ahora veremos, se ha podido extraer datos favorables de estos elementos, pero ha sido imposible extraer alguna conclusión de elementos como las *pistas* o los *tokens*. Además, se ha observado que la relevancia de un elemento para resolver un puzzle también incrementa el número de interacciones con este. Por ejemplo, los libros son elementos usados en numerosas ocasiones durante el juego y es el objeto que mejores datos ha aportado (ver Figura 6.2).

Cuando observamos las interacciones con los *libros*, destaca que los *administradores* tienen una tendencia positiva a tener buenas ideas y a darles un buen uso, obteniendo correlaciones positivas entorno al 0,85 y $\rho < 0,04$. Sin embargo, se puede ver que los *errantes* actúan de la manera contraria, ya que tienen resultados similares pero en sentido negativo. Esto es un descubrimiento muy positivo debido a que indica que estos dos roles no se solapan entre ellos en las tareas, lo cuál concuerda totalmente con el concepto del *mejor equipo* analizado (ver Sección 6.2).

No obstante, como se ha mencionado anteriormente, los resultados de los otros elementos no son estadísticamente significativos, siendo los *objetos movibles* los únicos que parecen tener relación con el comportamiento del usuario, a falta de un mayor muestreo (ver Figura 6.3). Los *puzzles*, las *pistas* y los *tokens* parecen no

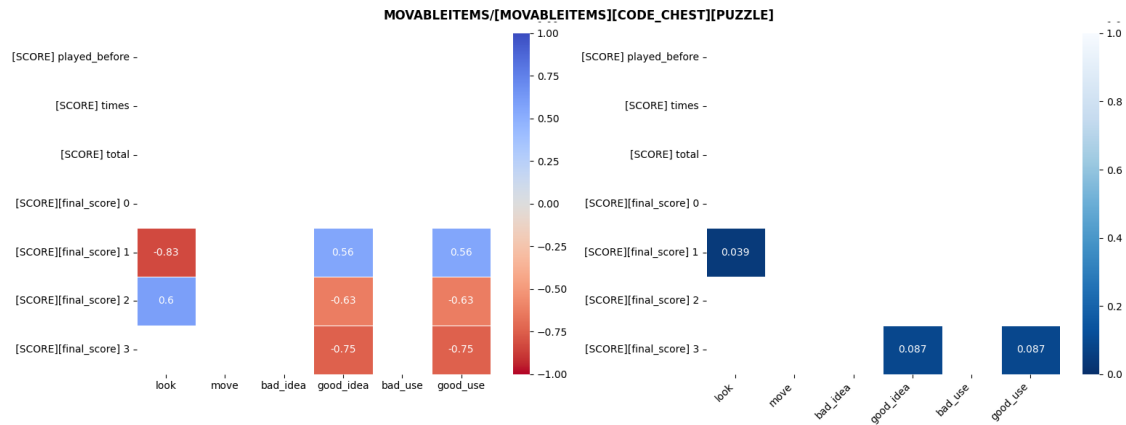


Figura 6.3: Gráfica que muestra la relación entre los datos del usuario y su interacción con un *objeto movable*. El eje Y se encuentran los resultados del sistema de Elo. En el eje X se encuentran las acciones que se pueden realizar sobre el objeto. A la izquierda se puede ver la correlación. A la derecha se pueden ver sus *p-values*.

proporcionar información al estudio (ver Figura 6.4).

Con este análisis se ha afianzado más el concepto de *mejor combinación* y ha permitido detectar la importancia de un gran número de interacciones para buscar una relación con los datos del usuario.

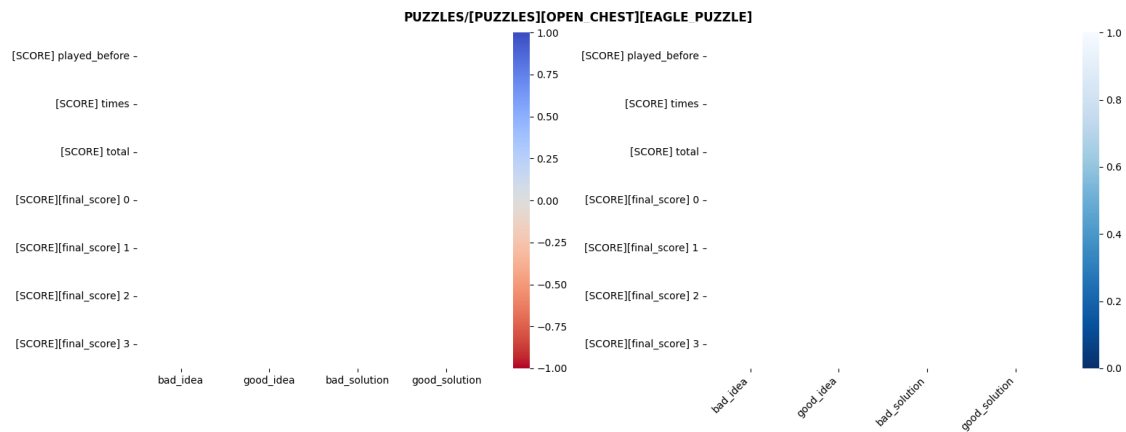


Figura 6.4: Gráfica que muestra la relación entre los datos del usuario y su interacción con un *puzle*. El eje Y se encuentran los resultados del sistema de Elo. En el eje X se encuentran las acciones que se pueden realizar sobre el objeto. A la izquierda se puede ver la correlación. A la derecha se pueden ver sus *p-values*.

Discusión

El algoritmo planteado en este trabajo ha permitido realizar un estudio de las capacidades y comportamientos de los diversos jugadores en entornos de salas de escape, con el objetivo de crear equipos en base a los estilos de juego para conseguir unos mejores resultados finales.

La metodología planteada (ver Sección 2.1) divide el desarrollo de este trabajo en cuatro fases diferenciadas. Esto ha ayudado a comprender en qué etapa del proyecto nos encontramos en cada momento y a poder realizar un análisis crítico del trabajo realizado en cada una de ellas:

- **Definición de roles** (ver Sección 4.1), centrada en establecer unas relaciones entre los estilos de juego del modelo DGD1 (ver Sección 3.1.2) y los posibles comportamientos de los usuarios en una sesión de salas de escape. La finalidad de esta fase era poder acercar dichos estilos, con base psicológica, a los roles establecidos en los videojuegos actuales. Además, estas definiciones nos permitieron hacer una breve explicación de lo que se podría considerar como la *mejor combinación* (ver Sección 4.2), la cuál se espera que tenga los mejores resultados finales. Esta fase posibilitó establecer las bases del algoritmo que posteriormente iba a ser desarrollado. Sin embargo, aunque los resultados posteriores parecen ser favorables, dada la falta de estudios previos, estas definiciones no pueden ser consideradas de aplicabilidad general hasta que no avance la experimentación y se obtenga un mayor número de experimentos.
- El **planteamiento teórico del algoritmo** es el foco principal del trabajo (ver Sección 4.3). Este algoritmo sigue el concepto de sus predecesores que utilizan un sistema de puntuación denominado *Elo*, que afecta a los usuarios de manera individual, y una posterior agrupación de dichos jugadores en equipos. Se parte de la premisa de buscar la manera de reunir a los jugadores para que obtengan los mejores resultados posibles al finalizar la sesión de juego.

Esta agrupación tiene en cuenta la habilidad de los usuarios, pero el papel principal lo tienen los estilos de juego, es decir, los roles. Al igual que en la etapa anterior, los estudios sobre los que se busca sustentar este trabajo son bastante escasos, algo que dificulta enormemente para verificar que el planteamiento es el correcto. De esta manera, se ofrece un algoritmo funcional y general, pero que se puede mejorar a medida que avance la experimentación. Con este sistema se busca obtener unos resultados globales con los cuales, tras un proceso de análisis, se pueda llegar a concretar en futuras iteraciones.

- **Proceso de experimentación** (ver Capítulo 5). La finalidad de esta fase de experimentación fue usar el algoritmo planteado para una creación de equipos y, posteriormente, extraer datos de ellos. El proceso se dividió en dos fases donde (1) todos los posibles participantes tuvieron que completar un cuestionario en el que se les hacía unas preguntas personales, otras de su conocimiento sobre salas de escape y, al final, una elección de los roles preferentes, y (2) donde, después del uso del algoritmo para crear equipos, se seleccionaron 3 de estos grupos que tuvieron que jugar a un videojuego. Estas sesiones presenciales fueron grabadas para una posterior análisis en la fase final.
- El **análisis general** (ver Capítulo 6) constituye la fase final de este trabajo, en el cuál se quiere estudiar los datos arrojados por los experimentos para comprobar la veracidad del estudio. La primera fase (ver Sección 6.2) tiene como finalidad comprobar si aplicar el concepto del *mejor equipo* puede mejorar los resultados. El análisis posterior (ver Sección 6.3) quiere estudiar las acciones y aportaciones de los diversos usuarios en base a sus estilos preferentes. Estos dos análisis permitirán aplicar las conclusiones a futuras iteraciones del algoritmo para conseguir resultados más favorables.

Inicialmente se hizo una revisión de las posibles tecnologías que podían ser utilizadas en el proyecto (ver Sección 2.3) y, al final, el estudio se decantó por utilizar un videojuego comercial dada la falta de tiempo necesario para crear una sala de escape desde el principio. Esta decisión viene tomada en consideración a una serie de ventajas:

- Prototipado y experimentación inmediata al no tener que desarrollar una experiencia completa desde el principio. Al ser un videojuego totalmente creado, los investigadores no se ven obligados a crear contenido ni a mantener servidores para poder jugar *online*.

- Gran variedad de tipos de salas de escape que permitirán realizar diversos experimentos. El videojuego cuenta con un total de 20 salas por defecto. Además, los usuarios pueden crear sus propias salas y cualquiera puede jugarlas.
- Posibilidad de crear las propias salas de escape. Algo beneficioso por si varían las necesidades del experimento y hay que modificar el escenario.
- Proporcionar una herramienta de creación de personajes con el objetivo de un trabajo futuro.
- Multijugador *online* ya desarrollado. Esto evita el despliegue y mantenimiento de un servidor propio.

Aunque como ahora se discutirá, también tiene algunas desventajas que fueron limitaciones aceptadas:

- Impide realizar modificaciones sobre el propio videojuego en base a las necesidades del estudio.
- Imposibilidad de implementar un sistema de captura de datos.
- Limitaciones en el número de experimentos que se pueden realizar al mismo tiempo dada la gran cantidad de recursos necesarios para ello.

Esto se traduce en un rápido despliegue de experimentos para hacer prototipado, pero dificulta la captura de datos y ralentiza el proceso de análisis.

Una vez seleccionada la tecnología de experimentación, se pasó a la primera fase en la que se tuvieron que definir los roles de los usuarios participantes en una sala de escape. Para ello se realizó un estudio exhaustivo de las acciones que puede realizar el usuario durante una sesión y de los estilos de juego, con el fin de encontrar posibles relaciones. Por otro lado, se plantea un posible concepto de *mejor combinación*, el cual no será introducido en el algoritmo inicial, pero que se estudiará su posible uso en versiones posteriores a través de los datos que arrojen los experimentos realizados. Estas relaciones fueron definidas por los propios investigadores, pero es importante que sean verificadas por algún experto en taxonomías de jugadores y diseño de salas de escape. Además, después de dicha revisión sería interesante realizar pruebas en salas de escape reales para comprobar si estos conceptos se aplican tanto al mundo real como al digital. Esto lleva a plantear una posible pregunta sobre si los jugadores se comportan de manera similar en ambas realidades al ser un género distinto que busca acercarse a la realidad. Es posible que el uso de realidad virtual o aumentada

elimine ciertas posibles diferencias al ser un punto intermedio entre los dos mundos, así que esto se dejará para trabajo futuro.

En base a lo establecido en las definiciones de roles se plantea el algoritmo de manera teórica y su posterior desarrollo. Dicho planteamiento lleva consigo la idea de estar abierto a posibles cambios, y por ello, se evita realizar cálculos concretos y cerrados. Este algoritmo busca aplicar los conceptos básicos de los roles definidos y un pequeño porcentaje de habilidad, consiguiendo de esta manera que los estilos de juego sean los principales componentes con los que se buscarán relaciones. La versión inicial es un primer prototipo que se irá adaptando en sucesivas iteraciones en base a lo analizado tras los experimentos. Además, actualmente no realiza ningún tipo de optimización ni de aprendizaje automático, algo que se reserva para siguientes versiones, esperando así una mejora de eficiencia y de los resultados.

Centrándonos en el planteamiento del algoritmo y las definiciones de los roles es importante destacar la necesidad de un experto que permita verificar los conceptos plasmados en dicho estudio. Además, sería interesante comprobar el uso del algoritmo en salas de escape reales que nos permitieran, gracias a los expertos, encontrar un punto común entre los videojuegos y el mundo real. De esta manera, se podría detectar diferencias y con ello mejorar y/o concretar dicho algoritmo.

Los experimentos se desarrollaron como se esperaba teniendo en cuenta las posibles limitaciones de tiempo y espacio. La decisión de realizar la primera parte de manera remota fue acertada, ya que dio a los usuarios una total libertad para completar el cuestionario dentro de un tiempo establecido y aplicar el algoritmo sobre los usuarios que iban a ser agrupados para así poder ir analizando las combinaciones que se creaban, lo cual permitió luego seleccionar a los tres equipos que participaron en la segunda parte. En la fase presencial, los equipos fueron reunidos y llevaron a cabo su participación sin ningún problema tras entender todo lo expuesto gracias al guión preparado y al informe de consentimiento. Sin embargo, dado el obstáculo que supone el tiempo necesario para la realización de dichas pruebas, solo se pudieron efectuar esas tres, aunque arrojaron suficiente información para poder sacar unas conclusiones que se aplicarán en posteriores iteraciones.

Recapitulados los datos se pasó a la última fase de este trabajo, el análisis, y para ello se decidió plantear una metodología. En un primer estudio se pudo detectar una concordancia entre los estilos de juego que componían un equipo y los resultados finales, algo muy favorable para verificar la existencia de una *mejor combinación* que permitiera modificar el algoritmo para obtener mejores resultados. Además, esta metodología también define la manera en la que se iba a analizar el comportamiento de cada uno de los usuario por separado. Este sistema era necesario

debido a la imposibilidad de modificar el videojuego para realizar una captura de eventos, lo que acabó en la observación de las partidas grabadas durante las sesiones de experimentos para contabilizar las acciones de los participantes. Esto puede generar un gran problema a la hora de capturar datos, ya que la observación de estos vídeos las realizaban directamente los investigadores, por lo que podía sumar ruido a las muestras, tanto en exceso como por escasez. La validación de varias personas y de expertos es necesaria antes de aceptar estos datos recogidos como totalmente válidos. Otra limitación que enfrentaba este método de análisis a través de la observación era detectar a qué punto de la pantalla miraba el usuario sin la ayuda de sistemas de seguimiento ocular. No obstante, esto se solucionó gracias estudios que muestran el campo de visión de un usuario en videojuegos 3D, lo cuál ayudó a minimizar el rango de visión y enfocarlo en el centro de la pantalla. Una vez almacenadas las muestras se pasó a encontrar correlaciones y se detectó cierta relación entre las interacciones con objetos importantes del juego y algunos roles. Sin embargo, se comprobó que las pocas muestras, y con ello el bajo número de datos globales, suponen una barrera para poder encontrar abundantes relaciones.

Por último queda discutir la veracidad de las hipótesis (ver Sección 1.2). Gracias al análisis final se puede considerar que $H1$ es *plausible* ya que las muestras permiten sacar la conclusión de que en posteriores planteamientos del algoritmo se podrán extraer unos mejores resultados gracias a aplicar el concepto de *mejor equipo*. Sin embargo, no se han extraído datos suficientes para confirmar $H2$, aunque los resultados indican que puede existir cierta relación. No obstante, las conclusiones que se extraen del análisis permiten modificar un poco el rumbo del estudio para concretar qué tipos de acciones realizan los usuarios que puedan ser interesantes para nuestro algoritmo.

Conclusiones y trabajo futuro

Este capítulo irá enfocado a la exposición de las conclusiones sobre el planteamiento, desarrollo y resultados finales de este estudio. Además, será importante establecer unas pautas para posibles trabajos futuros que busquen usar y posiblemente mejorar esta metodología.

8.1. Conclusiones del proyecto

Este trabajo presenta un sistema que permite crear equipos de jugadores utilizando el estilo de juego como principal componente de cálculo con el objetivo de mejorar el rendimiento y disfrute de la experiencia. Este algoritmo se desarrolla en un entorno de salas de escape donde los jugadores deberán organizarse y mantener una buena comunicación constantemente, lo cuál se espera conseguir con el uso de los roles basados en modelos psicológicos de la personalidad.

Tras los análisis realizados, se considera que la primera hipótesis, *H1*, es *parcialmente* válida debido a que se puede observar ciertas relaciones entre los resultados y la combinación de los equipos, pero se necesita un mayor volumen de muestras para realizar un estudio más profundo. Por esta misma razón, no se ha conseguido demostrar la segunda hipótesis, *H2*, donde aún existiendo cierta relación en ciertas interacciones con el entorno, es imprescindible la obtención de más datos.

8.1.1. Definición de roles

El factor más importante para este estudio son los estilos de juego, asentados sobre modelos psicológicos reales, con los que se buscará realizar esta creación de equipos. Para comprender el comportamiento que tendría cada usuario durante la sesión, se decidió realizar una definición de cada uno de estos estilos para acercarlo al ámbito de las salas de escape.

Dichas descripciones fueron fruto de un listado de posibles acciones que se podían encontrar dentro de una sesión. La enumeración se compone de los principales comportamientos que pueden tener los usuarios a partir de los cuales extraen todas aquellas interacciones correspondientes a objetos, puzles y coleccionables, entre otros.

Teniendo en consideración estas definiciones, fue posible crear la *mejor combinación* que indica cómo debe estar compuesto un equipo en base a sus roles. Aunque este último concepto parece ser acertado no fue aplicado en el algoritmo que presenta este trabajo debido a:

- Necesidad de **validación de las definiciones por expertos**, ya que la creación de roles usando una aproximación de un modelo psicológico sin supervisión puede traer problemas en el planteamiento inicial y con ello, en los resultados finales.
- Se tomó la decisión de **no aplicar conceptos no probados**, por lo que se desarrolló un algoritmo sin definiciones que pudieran modificar los resultados.

Sin embargo, aunque estos conceptos no fueran añadidos en el planteamiento del algoritmo, sí fueron estudiados en el análisis. Los resultados obtenidos demostraron que existen evidencias razonables para que en posteriores versiones se puedan aplicar dichas definiciones. La principal evidencia es que durante el experimento, el único equipo que consiguió terminar la sala de escape fue el que estaba compuesto por los roles dictaminados en la *mejor combinación*.

8.1.2. Planteamiento y despliegue del algoritmo

El algoritmo que presenta este trabajo quiere aportar una nueva manera de agrupar a los usuarios. Al igual que los algoritmos de *matchmaking* actuales que se usan en el mundo del videojuego, está dividido en dos partes, (1) una puntuación individual para cada jugador, aplicada por un sistema de *Elo*, y (2) una posterior agrupación de los usuarios.

En su mayoría, los sistemas de *Elo* están relacionados con la habilidad del jugador, pero en este trabajo se ha decidido dar más importancia a los roles que cumplan los jugadores dentro de una partida. Además, esta decisión fue tomada debido a la limitación en la información que se obtenía por parte de los usuarios en relación a sus competencias en salas de escape. Con esto en mente, se obtuvo un algoritmo que creaba los equipos usando los roles de los usuarios aportando un poco de su habilidad al cálculo.

En términos de eficiencia, se determinó que esta versión del algoritmo no iba a tenerla en cuenta, dada que la prioridad de este trabajo es demostrar que un determinado sistema puede mejorar los resultados. No obstante, la eficiencia será muy importante en las versiones finales, debido a que, este planteamiento limita la cantidad de usuario que pueden participar.

8.1.3. Entorno de pruebas y resultados

La gran parte de las limitaciones se encuentran en el entorno de prueba elegido, la captura de datos y, por consiguiente, el análisis de los mismos.

Como ya se ha comentado se realizó una revisión de las posibles tecnologías que podían ser utilizadas para crear el entorno, es decir, para crear la sala de escape. Al principio se optó por un desarrollo completo, pero esto significaba usar la mayoría de tiempo del proyecto para este desarrollo. Por ello, se optó por elegir un videojuego ya creado que permitiera jugar en modo multijugador y *online* y que diera opción a realizar diversos experimentos. *Escape Simulator* fue el videojuego seleccionado como entorno de experimentación. Sin embargo, este no puede ser modificado debido a ser un juego oficial y comercial, lo cual impedía desarrollar un sistema de captura de eventos que permitiera extraer los datos de una manera más clara. Esto llevó a usar *software* de grabación para poder registrar las partidas de los usuarios.

Este entorno fue usado en la segunda parte del experimento, tras un primer período donde los posibles participantes debían responder a un cuestionario en el que respondían a preguntas personales, a conocimientos sobre salas de escape y a una selección de preferencias sobre los estilos de juego. Este cuestionario cuenta con una serie de problemas que se ven reflejados en el algoritmo:

- **Poca información relacionada con el conocimiento de salas de escape.** Estas preguntas corresponden a la habilidad que tiene el jugador en el cómputo del algoritmo. En total se utilizan 2 preguntas, por lo cuál los datos para este cálculo están muy restringidos y no permiten realizar muchas modificaciones en su implicación en la puntuación final.
- **Los usuarios deben elegir su estilo de juego,** ya que no se ha encontrado ningún cuestionario que permita identificar de manera automática esta preferencia.
- **Escala de preferencia de estilo.** Los participantes puntúan del 1 al 5 la relación que tienen con cada uno de los estilos. Esto debería ser supervisado

por algún experto de esta taxonomía. De todas formas, esto se evitaría si se consiguiera un cuestionario como se comenta en el punto anterior.

Una vez extraídas las muestras se puede detectar una homogeneidad en los datos, ya que la mayoría de los participantes tienen una edad de 19 o 20, suelen ser hombres, y casi todos los participantes saben lo que es una sala de escape. Esto provoca la necesidad de realizar más experimentos con muestras más heterogéneas para comprobar si hay diferencia en los resultados finales. Cuando los equipos estuvieron creados, tres de ellos fueron llamados para hacer la segunda fase en la que se les grabaría mientras jugaban al videojuego de salas de escape. Estos equipos eran de dos jugadores debido a limitaciones de recursos y a que el propio videojuego estaba especialmente diseñado para esa cantidad de jugadores.

La elección de grabar las partidas obliga a los investigadores a analizar dichos vídeos para contabilizar las acciones que realizaban los usuarios. El principal problema que puede acarrear esto es que los investigadores están sesgados y es posible que haya errores en este proceso, ya que puede provocar un exceso o un defecto de interacciones. Además, hay acciones que son complicadas de detectar, como “mirar un objeto”, complicado de observar sin un sistema de seguimiento ocular. Para ello se usó el oscurecimiento de bordes, consiguiendo así eliminar gran parte de este problema. Por otro lado, como ya hemos comentado, la grabación de la partida puede dar lugar a diversos errores posteriores, pero dados los recursos, ha sido la única posibilidad viable.

Para finalizar vamos a hablar brevemente de los resultados obtenidos en el análisis. Estos resultados muestran posibles relaciones entre las interacciones que tienen los usuarios con algunos objetos importantes para completar el juego. Estas correspondencias suelen pertenecer principalmente a los jugadores con un rol de *administrador* o *errante*. Ambos roles están posicionados como los más importantes para la *mejor combinación* de jugadores. Según los datos obtenidos, esta combinación parece ser relativamente acertada y es digna de ser aplicada en siguientes versiones del algoritmo.

En definitiva, los resultados mejorarían si se pudiera utilizar un sistema de seguimiento y captura de datos correcto; muestras más diversas y un aumento de las mismas, aplicación de los resultados en posteriores versiones del algoritmo.

8.2. Trabajo futuro

La mejora del rendimiento y el disfrute a través de un sistema de creación automática de equipos para salas de escape ha sido el foco principal de este trabajo.

Para ello se ha necesitado realizar definiciones y planteamientos teóricos con el fin de desarrollar dicho algoritmo. Esta implementación fue probada usando una fase de experimentación y un posterior análisis de los datos para detectar las mejoras que necesita el sistema para incrementar su precisión. Las versiones posteriores del algoritmo se plantearán haciendo uso de lo aprendido en este trabajo como el concepto de *mejor combinación* o las interacciones que tienen los diversos tipos de jugadores con los elementos del entorno. Sin embargo, como ya hemos dicho, antes de aplicar estos nuevos conceptos, será necesaria una revisión por parte de un experto. Además, el volumen de muestreo con el que se ha llegado a esas conclusiones es limitado, por lo que se deberán realizar algunas pruebas más para poder consolidar el análisis.

No se puede tener en cuenta exclusivamente la cantidad de muestras, sino que también es necesario que cada una de ellas arroje un mayor número de datos. Como ya se ha visto, dadas las limitaciones de los recursos, ha sido necesaria una transcripción de los vídeos para poder analizar las acciones de los usuarios, algo que puede dar lugar a errores. Estos errores son producidos en la mayoría por el sesgo del investigador que realiza el conteo de interacciones y a que sin una revisión por parte de otro investigador puede dar lugar a la pérdida de información. Dicho problema se buscará arreglar desarrollando experiencias propias, que permitan realizar modificaciones sobre ellas, implementando así un sistema de captura de eventos para obtener los datos de una manera objetiva y precisa.

La experiencia que se espera desarrollar variará en función de los recursos que se dispongan y de la fase futura en el que se encuentre el trabajo. Para unas primeras pruebas donde se apliquen los conceptos de este prototipo, se quiere implementar una experiencia muy parecida al videojuego usado en este trabajo. En períodos más avanzados del proyecto, se estudiará el uso de realidad virtual o aumentada para romper la barrera del mundo real y el virtual. Con esta aplicación se quiere mejorar la inmersión del jugador al realizar acciones más reales e incluso interactuar con objetos existentes.

Además de aumentar la precisión y la mejora de resultados, el algoritmo necesita de una fuente fiable de datos de entrada. Como ya se ha comprobado, la recolección de datos por parte de los usuarios tiene una serie de problemas:

- Poca cantidad de datos para detectar la habilidad del jugador. Algo que afecta al planteamiento del algoritmo.
- No existe un cuestionario para detectar el estilo de juego del usuario, por lo que es el propio jugador el que indica sus preferencias bajo su propio criterio.

Dadas estas limitaciones, se ha llegado a la conclusión de que es necesario realizar una revisión a los datos relacionados con la habilidad y una identificación automática de los roles. Como se ha visto al inicio de este trabajo, estos modelos están relacionados con modelos psicológicos de la personalidad (ver Sección 3.1.2). Usando los diversos estudios que relacionan directamente la taxonomía DGD1 y el modelo psicológico FFM, se podría identificar el rol del usuario utilizando los cuestionarios existentes para la detección de la personalidad. Sin embargo, esto sucede de manera intrusiva, es decir, el jugador deberá completar un cuestionario con varias preguntas para poder entrar a jugar, lo cual empeora la inmersión del jugador en la experiencia. Este problema se ha intentado resolver de varias maneras dentro de un videojuego, por ejemplo, a través de interacciones de diálogos con personajes [58] o usando la creación de un personaje [59], con lo cuál se identifica la personalidad del jugador de manera automática usando mecánicas del propio videojuego. Este último estudio nos lleva a plantear la posibilidad de usar la modificación del personaje que se puede realizar al principio del videojuego usado en este trabajo (ver Sección 2.3.2) para poder detectar estos factores de la personalidad.

Todas estas ampliaciones marcarán el rumbo futuro del trabajo donde se buscará tener una experiencia completa en la que el jugador es totalmente inconsciente del proceso de *matchmaking*, desde que inicia el videojuego hasta que es introducido en un equipo competitivo.

Introduction

Humans are continuously working in teams throughout their lives. [1]. Humans social aspect [2] encourages them to create groups with the aim of completing the tasks they set themselves, whether departments in a company, research groups, students doing work or video games.

The idea of developing algorithms to create teams and studies on the improvement of interpersonal relationships are fields that have been explored for many years [3, 4]. However, the unification of these two concepts applied to video games is very new [5] and it seems to be a very effective tool for the digitisation of leisure and entertainment, and the still necessary teamwork.

In most cases, these groupings are usually created based on skills or by the needs of the task itself, e.g. students who do not know each other form a team to do class work. In some ways, this forces people to form teams and can often lead to internal problems, causing delays or failure to achieve the proposed objectives [6]. Companies have become aware of this problem and have decided to look for a way to create teams seeking a better working environment and thus an improvement in team performance [7]. This has led many companies to introduce psychological personality modelling tests to improve interpersonal relationships [8]. The number of companies using these techniques in the employee selection process is increasing. This can be seen in the *Fortune 500* list, where more than 88 % of the companies that make up the list use personality models. Currently, the Spanish company, *Temps Multiwork*, does not use these models, but has decided to design an escape room to carry out this process.

On the other hand, the global pandemic, which started in 2019 due to the Covid-19 [9], has encouraged the virtualisation of countries and different events that used to take place face-to-face. For example, there are now cases of virtual congresses, such as *International Conference on Computational Creativity' 21*, or virtual companies where participants have to create a character with which they can move around the

world and interact with their other colleagues. This is very close to video games world, which for years have been creating teams and even communities of hundreds of users, who come together in order to accomplish multiple objectives [10].

Cooperative video games, and most of them online, carry out this creation of teams through different algorithms that link the player's skill and the role that said player will play in the team [11], these are known as matchmaking algorithms. Moreover, given the massive growth of online gaming, this is a functionality integrated into the vast majority of current multiplayer games. However, it also needs ways to provide better experiences, which currently only seek to be balanced by focusing on the skill of the players, but never take into account the continuous interaction of the users, something very present in an escape room.

Escape rooms open up the possibility of finding a middle ground between the ability to fulfil objectives and the psychological profile of the player to improve interpersonal relationships. Taking this into consideration, due to their psychological basis, **player taxonomies** are a viable way to define the new roles that this video games genre needs [12]. Furthermore, an analysis of the creation of the taxonomies shows that these divisions are influenced by the interactions that the user has with the video game universe [13]. Therefore, in order to apply them in this new environment, it is important to observe how the player interacts with the elements of his environment.

Considering all of the above, it is possible to see these player grouping algorithms from a new perspective. Thus, not only the player's skill is given importance, but now his psychological profile is vital to achieve good final results.

9.1. Motivation

As mentioned, there is a lack of an algorithm that allows for the creation of teams of individual players in escape room environments. In addition, the use of personality through playing styles is something new and adds another component to the already known algorithms. Likewise, this work seeks to delve into the play styles definition and thus detect the way in which the user behaves within the game.

The proliferation of escape rooms around the world has not only led to the emergence of the new genre, but also to the creation of competitions where this tool is also expected to be of great use. Furthermore, the study can be extrapolated to other video games or situations such as those discussed above, for example, in work environments.

The future of video games is considering it vitally important to find other ways to

improve players' entertainment. Because of this, applying the psychological profile of the user to the virtual experience is a trend that is currently on the rise in the industry [14]. In this way, they seek to create new experiences by taking into consideration the psychological profile of their players [15].

9.2. Hypothesis

An automatic matchmaking system that takes into account play style as well as skill will improve the performance and enjoyment of an escape room.

Taking into consideration the course set by the video game industry and the need to create better experiences, the following hypothesis has been put forward, which will establish the focus of this work:

H1. An automatic matchmaking system, which takes into account the style of play as well as skill, will improve the performance and enjoyment of an escape room.

In order to validate *H1* it is necessary to perform a prior analysis of the users' behaviour during the escape room session. With this in mind, it has been decided to assume that the player's inputs and interaction with the environment allow us to extract enough information related to entertainment and performance improvement [16] to be able to develop this algorithm. Thus, the following sub-hypothesis arises:

H2. There is a relationship between the actions a player performs during an escape room session and his or her playing style.

Validating this second hypothesis allows us to find patterns of player behaviour within escape room sessions in order to create and organise teams in a more efficient way. Having a better organisation should optimise tasks as users are aware of the work they have been assigned.

9.3. Objectives

As detailed in section 1.2 it is possible to improve performance and enjoyment with a grouping algorithm to create escape room teams based on the playing style of their players. Based on this hypothesis, the following objectives are defined:

9.3.1. General Objectives

1. **Identification of the personality characteristics relevant to matching in video games.** After a detailed study, the psychological model among existing ones and its relation to video games will be selected. This implies the definition of roles in a game environment based on the personality and the involvement of this profile in a game session.
2. **Formalisation of the problem.** Creation of a computational model of personality, adapted to video games where it will be explained the characteristics that determine the different players within an escape room session in order to extrapolate it to a computational framework.
3. **Creation of a matching algorithm based on play style.** Development of the algorithm that will automatically match players based on their psychological profile.. This will require a prior theoretical approach and its subsequent implementation.
4. **Implementation of an experimentation system.** A system will need to be set up to conduct the relevant experiments. It will be necessary to explore different technologies that will allow a good study adapted to the resources available and the needs of the work.
5. **Capture of data and results.** Capture of user behaviour during the experiments and results of the matching algorithm. Based on the selected experimentation system, the technologies to be used for a correct data capture will be selected.
6. **Analysis of the results and conclusions.** To conclude the work, a study of the results obtained in the experiments will be made based on the algorithm developed. The analysis have the purpose of detecting those problems and virtues that both the initial concept and the final approach have. In addition, it will allow us to deduce whether the hypotheses put forward are correct.

9.3.2. Specific Objectives

Once the general objectives of the project have been defined, we will go into more detail with the following list:

1. Selection of a taxonomy of players that unifies the psychological models of personality and roles of video game players.

2. Finding a similar immersion between real and digital worlds using escape room environments.
3. Identification of the interactions and contributions that a user may have to make during an escape room session.
4. Create an automatic matching algorithm that groups players based on the skill obtained in previous sessions and the user's playing style.
5. Search for relationships between players. It is important to detect the differences between the different types of players in order to create teams based on the way each player plays. This will allow the creation of combinations in which these users have specific tasks.
6. Once the relationships have been detected, the algorithm will need to match them and improve performance through the pairing of players. The improvement of the algorithm's performance will come from an analysis of the results obtained in an experimental phase.

9.4. Document Structure

This is followed by the structure of the rest of the document, starting with the methodology and the time planning defined in chapter 2. In addition, the technologies that will be used during this work will be presented.

In chapter 3, a review will be made of the existing literature to date related to the psychological profile of video game players, the virtualisation of escape rooms and team building algorithms. This will allow us to lay the foundations of this work by setting out the taxonomy of players to be used, which virtual environment will allow the game session to be carried out and the guidelines that will mark the development of the algorithm.

The chapter 4 is reserved for the theoretical approach of the algorithm, its development, and the analysis of the users' behaviour that will allow the study of the algorithm effectiveness through the interactions with the video game environment.

Chapters 5 and 6 reflect the experimentation period and the subsequent analysis of the results, respectively. In their sections it will be explained how the experiments have been conducted and what steps have been followed to run a comprehensive analysis of the gaming sessions.

The chapters 7 y 8 focus on the discussion of the limitations, scope and results, as well as the conclusions reached and the possible improvements that could be

made in future work based on the analyses carried out in previous chapters.

Work Plan

This section sets out the methodology that has been carried out and its planning over time, which enabled the objectives set out in previous sections to be met..

10.1. Methodology

Firstly, it is necessary to make a literature review of the two existing approaches (see Chapter 3), the computational, which will focus on the development of the algorithm, and the personality psychology, in charge of providing the profiling of the user. In addition, there will also be an exploration of the technologies that will be used during this period (see Section 2.3). This will be followed by several phases in which the algorithm will be developed, experiments will be deployed and results will be analysed.

To begin with, a theoretical design of the algorithm is proposed and, subsequently, its implementation based on the definition of the roles that users can play (see Chapter 4). This will allow the creation of the groups that will carry out the subsequent experimentation phases.

The experimentation phase (see Chapter 5) will consist of using the algorithm created to create teams and to be able to carry out experiments to analyse the behaviour of the players. Once all the information has been collected, a final analysis will be carried out to show whether the algorithm developed can extract valid information to improve the creation of teams.

To monitor the development, *Trello* as specialised project management and *Github* for version control software will be used, together with fortnightly meetings between the director and the student.

It should also be noted that, at all times, a technical report will be written to explain the entire process and the development that has been carried out to achieve the proposed objectives (see Section 1.3). In addition, we will seek to disseminate

the activities and results obtained through articles and participation in conferences.

10.2. Temporal Planning

The planning has been carried out for a duration of approximately ten months, from September 2021 to June 2022. In order to be able to make a more approximate planning, it has been decided to divide the total duration of the project into a total of 40 weeks, which are represented below in the form of a *Gantt chart* (see Figure 2.1).

The methodology set out in section 2.1 is divided into the following phases:

1. Literature review.
2. The theoretical approach of the algorithm and new concepts will be defined to find relationships between users and their behaviour.
 - Definition of roles.
 - Initial version of the algorithm.
3. Experimentation phase where the proposed algorithm and the proposed definitions will be tested.
 - Definition of the approach.
 - Development of the algorithm.
 - Design of the experiment.
 - Launching of the experiment.
 - Analysis of results.
4. Once the experimentation and analysis of the results stage is finished, we will proceed to the writing of the memory.
 - Introduction.
 - Development.
 - Analysis and conclusions.

10.3. Technologies Used

This section presents the set of technologies, both those discarded and those finally selected, for the development of this work. In making these decisions, we have taken into account those that are best suited to the experiments that will be carried out during this work.

The objective in selecting the technologies used was to find those that would allow several users to form teams to play small virtual escape rooms in a co-operative and co-operative way. In addition, it was necessary to find a technology that would allow the collection of data from the game sessions for subsequent analysis.

With this goal in mind, it was decided to carry out an exploration to find those that best fit the needs. However, all the technologies discovered will be taken into account for future work, as they provide different benefits such as a control of the actions performed by the user or a more efficient data collection.

10.3.1. Exploration of Technologies

First of all, the idea was to create an experimental environment from scratch with the help of various game engines. For this purpose, four very powerful tools were proposed, each with its own advantages and disadvantages.

- **Unreal Engine** [17]. This is the most used video game engine nowadays and that allows prototyping in a very simple way.
- **Unity** [18]. Like *Unreal Engine*, it is one of the video game engines par excellence nowadays. It is very powerful and, on occasions, prototyping is often faster than in its closest rivals.
- **Phaser** [19]. It is a JavaScript library focused on video game development. Specialised in developing games for web browsers, so it is very powerful for small and online experiences.
- **RPG Maker** [20]. It is a video game engine specialised in the *Role Playing Games* genre. It allows the developer total freedom, however, it is difficult to implement features that are outside that genre of games.

After a period of testing, it was decided to discard all the options mentioned and look for a functional tool that would provide a base from which to start developing instead of creating the environment from scratch. To this end, a search was made for tools for events in which several users could interact with each other.

All this led to focus on *WorkAdventure* [21] developed with *Phaser*. Considered a virtual office, *WorkAdventure* was created with the purpose of virtualise companies so that their workers could perform their tasks from home and communicate with their colleagues in a more creative and fun way. This tool is very powerful for what this study is looking for, but it is quite new and it is still in development. These constant changes can cause an immeasurable loss of time, so it was eventually discarded.

These technologies force, to a greater or lesser extent, the whole system to be implemented from scratch, both the data collection and the experimentation environment that focuses on a puzzle, online and cooperative video game. This entails an amount of time that cannot be assumed as it would be outside the initial planning. Therefore, taking into account that it is not the focus of this work, it was concluded to use already created tools even if this meant sacrificing the total control of the tool.

10.3.2. Virtual Escape Rooms

At the time the study started, there was no video game that met the needs, either because there was no possibility to play several players at the same time, such as *Escape Room - Der kranke Kollege* (2020), or in the case of *Mad Experiments: Escape Room* (2020), which offered little variety of games. However, months later, *Escape Simulator* [22] was released for sale. *Escape Simulator* is a first-person puzzle video game (see Figure 2.2) that allows cooperative and online play. This video game is composed of several escape rooms (see Section 3.2) that will allow the first prototypes to be made without the need to create their own rooms. However, the game also allows the creation of rooms, so it is possible to adapt the game to the needs of the experiments, if any. For example, the developers recommend not to exceed the number of 3 players per game due to the size and number of puzzles that make up the default rooms, but with the possibility of creating new rooms it is feasible to increase the number of players per game.

In addition to having default rooms and an editor, it also has a small character creation where the user can modify the avatar that will represent him/her during the game (see Figure 2.3) and a small tutorial that allows to show the controls that the user needs to learn in order to play and interact with the elements of the scenario.

As a commercial and very current video game, it is perfect technology as it greatly reduces the cost of development and has all the features that this studio needs. Moreover, it also avoids those possible errors that could be caused by deve-

loping an environment from scratch. The complicated part of the decision to use this video game as an environment is related to data collection, as it is not possible to make modifications to the video game itself, and therefore the applied solution is set out in section 2.3.3.

10.3.3. Tracking System

A simple and rather crude data collection method was chosen, which allows full control but is very time-consuming. For this, we chose to record videos of the participants' game sessions and then transcribe their actions for analysis.

Open Broadcaster Software [23] is an *open source* tool that allows screen recording and live streaming. In addition, due to its wide use, there are numerous add-ons that allow capturing different information such as the current time or the keyboard and mouse input by the user [24].

The recording environment is composed of different panels displaying the information needed to perform the analysis (see Figure 2.4).

Conclusions and Future Work

This chapter will focus on the conclusions on the approach, development and final results of this study. In addition, it will be important to establish guidelines for possible future work that seeks to use and possibly improve this methodology.

11.1. Conclusions of the Project

This work presents a system that allows the creation of teams using the users' play style as the main calculation component with the aim of improving performance and enjoyment of the experience. This algorithm is developed in an escape room environment where players must constantly organise themselves and maintain good communication, which is expected to be achieved using roles based on psychological models of personality.

After the analyses carried out, the first hypothesis, *H1*, is considered to be *partially* valid because certain relationships can be observed between the results and the combination of the teams, but a larger volume of samples is needed to carry out a more in-depth study. For the same reason, the second hypothesis, *H2*, has not been demonstrated, where even if there is a certain relationship in certain interactions with the environment, it is essential to obtain more data.

11.1.1. Role Definition

The most important factor for this study are the playing styles, based on real psychological models, with which this team building will be carried out. In order to understand the behaviour that each user would have during the session, it was decided to define each of these styles in order to bring them closer to the field of escape rooms.

These descriptions were the result of a list of possible actions that could be found

within a session. The enumeration is composed of the main behaviours that users can have, from which they extract all those interactions corresponding to objects, puzzles and collectables, among others.

Taking these definitions into consideration, it was possible to create the *best combination* that indicates how a team should be composed based on its roles. Although this last concept seems to be accurate, it was not applied in the algorithm presented in this paper due to:

- Need for **expert validation of the definitions**, as the creation of roles using an unsupervised psychological model approach can lead to problems in the initial approach and thus in the final results.
- The decision was taken **not to apply untested concepts**, so an algorithm was developed without definitions that could modify the results.

However, although these concepts were not added in the algorithm approach, they were studied in the analysis. The results obtained showed that there is reasonable evidence that these definitions can be applied in later versions. The main evidence is that during the experiment, the only team that managed to finish the escape room was the one composed of the roles dictated in the *best combination*.

11.1.2. Algorithm Approach and Deployment

The algorithm presented in this work aims to provide a new way of grouping users. Like the current *matchmaking* algorithms used in the video game world, it is divided into two parts, (1) an individual score for each player, applied by a *Elo* system, and (2) a subsequent grouping of the users.

For the most part, the *Elo* systems are related to the player's skill, but in this work it was decided to give more importance to the roles of the players within a game. Furthermore, this decision was taken due to the limited information that was obtained from users in relation to their skills in escape rooms. With this in mind, an algorithm was derived that created teams using the users roles by contributing some of their skill to the calculation.

In terms of efficiency, it was determined that this version of the algorithm would not be taken into account, as the priority of this work is to demonstrate that a given system can improve results. However, efficiency will be very important in final versions, as this approach limits the number of users that can participate.

11.1.3. Testing Environment and Results

Most of the limitations are to be found in the chosen test environment, data capture and, consequently, data analysis.

As mentioned above, a review of possible technologies that could be used to create the environment, i.e. to create the escape room, was carried out. Initially, a complete development was chosen, but this meant using most of the time of the project for this development. Therefore, it was decided to choose an already created video game that would allow multiplayer and online play and that would give the option to carry out various experiments. *Escape Simulator* was the video game selected as experimentation environment. However, this cannot be modified due to the fact that it is an official and commercial game, which prevented the development of an event capture system that would allow data to be extracted in a clearer way. This led to the use of recording software in order to record users' games.

This environment was used in the second part of the experiment, after a first period where potential participants had to answer a questionnaire in which they answered personal questions, knowledge about escape rooms and a selection of preferences about playing styles. This questionnaire has a series of problems that are reflected in the algorithm:

- **Few information related to knowledge of escape rooms.** These questions correspond to the player's skill. In total 2 questions are used, so data for this computation is very restricted and does not allow for much modification in its implication on the final score.
- **Users must choose their playing style,** as no questionnaire has been found that automatically identifies this preference.
- **Scale of style preference.** Participants rate from 1 to 5 the relationship they have with each of the styles. This should be supervised by an expert in this taxonomy. However, this could be avoided by obtaining a questionnaire as discussed in previous point.

Once the samples have been drawn, a homogeneity in the data can be detected, as most of the participants are aged 19 or 20, they are usually male, and almost all participants know what an escape room is. This leads to the need for further experiments with more heterogeneous samples to see if there is a difference in the final results. When the teams were created, three of them were called to do the second phase in which they would be filmed while playing the escape room video

game. These teams were two-player teams due to resource constraints and the fact that the game itself was specially designed for that number of players.

The choice to record the games forces the researchers to analyse these videos to account for the actions of the users. The main problem with this is that the researchers are biased and it is possible that there are errors in this process, as it can lead to too many or too few interactions. In addition, there are actions that are difficult to detect, such as 'looking at an object', which is difficult to observe without an eye-tracking system. For this purpose, edge darkening was used, thus eliminating a large part of this problem. On the other hand, as we have already mentioned, the recording of the game can give rise to various subsequent errors, but given the resources, it was the only viable possibility.

Finally, let us briefly discuss the results obtained in the analysis. These results show possible relationships between the interactions that users have with some important objects to complete the game. These correspondences tend to belong mainly to players with a role of *manager* or *wanderer*. Both roles are positioned as the most important for the *best combination* of players. According to the data obtained, this combination seems to be relatively successful and is worthy of being applied in future versions of the algorithm.

Ultimately, the results would be improved if a proper tracking and data capture system could be used; more diverse samples and an increase in samples, application of the results in further versions of the algorithm.

11.2. Future Work

The improvement of performance and enjoyment through an automatic team creation system for escape rooms has been the main focus of this work. This required definitions and theoretical approaches in order to develop such an algorithm. This implementation was tested using an experimentation phase and a subsequent analysis of the data to detect the improvements needed to increase the accuracy of the system. Subsequent versions of the algorithm will make use of what has been learned in this work, such as the concept of *best combination* or the interactions that the various types of players have with the elements of the environment. However, as mentioned above, before applying these new concepts, an expert review will be necessary. Moreover, the sampling volume with which these conclusions have been reached is limited, so some further testing will be necessary to consolidate the analysis.

It is not only the number of samples that can be taken into account, but also

the need for each sample to yield a larger number of data. As we have already seen, given the limited resources, a transcription of the videos was necessary in order to be able to analyse the actions of the users, which can lead to errors. These errors are mostly caused by the bias of the researcher counting the interactions, and without a review by another researcher, this can lead to the loss of information. This problem will be solved by developing our own experiences, which will allow us to make modifications to them, thus implementing an event capture system to obtain the data in an objective and accurate manner.

The experience expected to be developed will vary depending on the resources available and the future phase of the work. For the first tests where the concepts of this prototype are applied, we want to implement an experience very similar to the video game used in this work. In more advanced periods of the project, the use of virtual or augmented reality will be studied to break the barrier between the real and virtual worlds. With this application, the aim is to improve the player's immersion by performing more realistic actions and even interacting with existing objects.

In addition to increasing accuracy and improving results, the algorithm needs a reliable source of input data. As has already been proven, the collection of data from users has a number of problems:

- Few data to detect the skill of the player. This affects the approach of the algorithm.
- There is no questionnaire to detect the user's playing style, so it is the player himself who indicates his preferences according to his own criteria.

Given these possible errors, it has been concluded that a revision of the skill-related data and an automatic identification of roles is necessary. As seen at the beginning of this paper, these models are related to psychological models of personality (see Section 3.1.2). Using the various studies that directly relate the DGD1 taxonomy and the FFM psychological model, it would be possible to identify the role of the user using existing questionnaires for personality detection. However, this happens in an intrusive way, i.e. the player must complete a questionnaire with several questions in order to enter the game, which worsens the player's immersion in the experience. This problem has been attempted to be solved in several ways within a video game, for example, through dialogue interactions with characters [58], or by using the creation of a character [59], which identifies the player's personality automatically using the mechanics of the video game itself. This last study leads us to consider the possibility of using the character modification that

can be performed at the beginning of the video game used in this work (see Section 2.3.2) to be able to detect these personality factors.

All these extensions will mark the future direction of the work where we will seek to have a complete experience in which the player is totally unaware of the match-making process, from the moment he starts the video game until he is introduced into a competitive team.

Bibliografía

- [1] Aaron S Dietz, Peter J Pronovost, Pedro Alejandro Mendez-Tellez, Rhonda Wyskiel, Jill A Marsteller, David A Thompson, and Michael A Rosen. A systematic review of teamwork in the intensive care unit: what do we know about teamwork, team tasks, and improvement strategies? *Journal of critical care*, 29(6):908–914, 2014.
- [2] Michael Tomasello. The ultra-social animal. *European journal of social psychology*, 44(3):187–194, 2014.
- [3] C Velmurugan. Interpersonal relationship and organizational effectiveness. *International Journal of Business Management and Leadership*, 7(1):1–5, 2016.
- [4] Sarah Stewart-Brown. Interpersonal relationships and the origins of mental health. *Journal of Public Mental Health*, 2005.
- [5] Sebastian Röhlcke, Christian Bäcklund, Daniel Eriksson Sörman, and Bert Jonsson. Time on task matters most in video game expertise. *PloS one*, 13(10):e0206555, 2018.
- [6] J Firth-Cozens. Multidisciplinary teamwork: the good, bad, and everything in between, 2001.
- [7] P Brian Cunningham. Improved communication and teamwork through use of myers-briggs type indicator. In *Proceedings 1st Austin Workshop on Engineering Management in Technology-Based Organizations*, pages 31–36. IEEE, 2000.
- [8] Lauren JN Brent, Steve WC Chang, Jean-François Gariépy, and Michael L Platt. The neuroethology of friendship. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1316(1):1–17, 2014.

- [9] Manuel Ramón Pérez Abreu, Jairo Jesús Gomez Tejeda, and Ronny Alejandro Dieguez Guach. Características clínico-epidemiológicas de la covid-19. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(2):1–15, 2020.
- [10] Nicolas Ducheneaut, Nicholas Yee, Eric Nickell, and Robert J Moore. The life and death of online gaming communities: a look at guilds in world of warcraft. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 839–848, 2007.
- [11] Maxime Véron, Olivier Marin, and Sébastien Monnet. Matchmaking in multi-player on-line games: studying user traces to improve the user experience. In *Proceedings of Network and Operating System Support on Digital Audio and Video Workshop*, pages 7–12, 2014.
- [12] Lauren S Ferro, Steffen P Walz, and Stefan Greuter. Towards personalised, gamified systems: an investigation into game design, personality and player typologies. In *Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Matters of Life and Death*, pages 1–6, 2013.
- [13] Ryan Macdonell Andrias, Mohd Shahrizal Sunar, and Stephen Laison Sondoh. Adaptive gamification: User/player type and game elements mapping. In *International Conference on Intelligent Technologies for Interactive Entertainment*, pages 242–256. Springer, 2021.
- [14] Jessica Williams, Rhyse Bendell, Stephen M Fiore, and Florian Jentsch. Towards a conceptual framework of comprehensive video game player profiles: Player models, mental models, and behavior models. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 65, pages 807–811. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2021.
- [15] Stephen Karpinskyj, Fabio Zambetta, and Lawrence Cavedon. Video game personalisation techniques: A comprehensive survey. *Entertainment Computing*, 5(4):211–218, 2014.
- [16] Loïc Caroux, Katherine Isbister, Ludovic Le Bigot, and Nicolas Vibert. Player–video game interaction: A systematic review of current concepts. *Computers in Human Behavior*, 48:366–381, 2015.
- [17] Unreal Engine | The most powerful real-time 3D creation tool. <https://www.unrealengine.com/en-US/> (extraído el 24 de junio de 2022).

BIBLIOGRAFÍA

- [18] Unity Technologies. Plataforma de desarrollo en tiempo real de Unity | Motor de VR y AR en 3D y 2D. <https://unity.com/es> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [19] Photon Storm photonstorm.com. Phaser - A fast, fun and free open source HTML5 game framework. <https://phaser.io> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [20] Make Your Own Game with RPG Maker. <https://www.rpgmakerweb.com/> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [21] WorkAdventure | Your workplace. Better. <https://workadventu.re> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [22] Escape Simulator. <https://escapesimulator.com> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [23] Open Broadcaster Software | OBS. <https://obsproject.com/es> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [24] Input Overlay. <https://obsproject.com/forum/resources/input-overlay.552/> (extraído el 24 de junio de 2022).
- [25] David C Funder. Accuracy in personality judgment: Research and theory concerning an obvious question. 2001.
- [26] Jess Feist, Gregory J Feist, and Tomi-Ann Roberts. Theories of personality. 2006.
- [27] Madison Bentley. Personality: A systematic, theoretical, and factual study, 1951.
- [28] Raymond B Cattell. Confirmation and clarification of primary personality factors. *Psychometrika*, 12(3):197–220, 1947.
- [29] Isabel Briggs Myers. The myers-briggs type indicator: Manual (1962). 1962.
- [30] Robert R McCrae and Paul T Costa Jr. Empirical and theoretical status of the five-factor model of personality traits. 2008.
- [31] Celia Hodent. *The gamer's brain: How neuroscience and UX can impact video game design*. Crc Press, 2017.

-
- [32] Adrian Furnham. The big five versus the big four: the relationship between the myers-briggs type indicator (mbti) and neo-pi five factor model of personality. *Personality and individual differences*, 21(2):303–307, 1996.
- [33] Robert J Harvey, William D Murry, and Steven E Markham. A “big five” scoring system for the myers-briggs type indicator. In *annual conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, Orlando*. Citeseer, 1995.
- [34] Richard Bartle. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, 1(1):19, 1996.
- [35] Chris Bateman and Richard Boon. 21st century game design (game development series), 2005.
- [36] Nicole McMahon, Peta Wyeth, and Daniel Johnson. Personality and player types in fallout new vegas. In *Proceedings of the 4th International Conference on Fun and Games*, pages 113–116, 2012.
- [37] Markus Wiemker, Errol Elumir, and Adam Clare. Escape room games. *Game based learning*, 55:55–75, 2015.
- [38] Ulka Chandini Pendit, Muhaimin Bin Mahzan, Mohamad Danial Fadzly Bin Mohd Basir, Mazlan Bin Mahadzir, and Siti Noraishah binti Musa. Virtual reality escape room: The last breakout. In *2017 2nd International Conference on Information Technology (INCIT)*, pages 1–4. IEEE, 2017.
- [39] Inmaculada Mateos-Aparicio Cediél, Marta Sánchez-Paniagua López, María Beatriz López Ruiz, María del Carmen Rueda Rodríguez, María Alejandra García Alonso, Marina Mercedes Molina Santos, María Moreno Guzmán, María Luisa Pérez Rodríguez, José Raggio Quilez, María Paz Sevilla Sierra, et al. Y si nos escapamos de manera virtual? hacia la virtualización de las. escape rooms. 2021.
- [40] Jared M Kutzin, Jenny E Sanders, and Christopher G Strother. Transitioning escape rooms to a virtual environment. *Simulation & Gaming*, 52(6):796–806, 2021.
- [41] Matthew J Vergne, Joshua D Simmons, and Ryan S Bowen. Escape the lab: An interactive escape-room game as a laboratory experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(5):985–991, 2019.

- [42] Debra A Lieberman. What can we learn from playing interactive games? In *Playing video games*, pages 447–469. Routledge, 2012.
- [43] Marc Prensky. *What kids learn that's positive from playing video games*. Simon Fraser University, Surrey Campus Library, 2004.
- [44] Jorge Peña and Jeffrey T Hancock. An analysis of socioemotional and task communication in online multiplayer video games. *Communication research*, 33(1):92–109, 2006.
- [45] Mike Schmierbach, Qian Xu, Anne Oeldorf-Hirsch, and Frank E Dardis. Electronic friend or virtual foe: Exploring the role of competitive and cooperative multiplayer video game modes in fostering enjoyment. *Media Psychology*, 15(3):356–371, 2012.
- [46] Elaine Chan and Peter Vorderer. Massively multiplayer online games. 2006.
- [47] Mark E Glickman and Albyn C Jones. Rating the chess rating system. *CHANCE-BERLIN THEN NEW YORK-*, 12:21–28, 1999.
- [48] David Myles. Dating in the time of algorithms: A comparative analysis of grindr and tinder.
- [49] Sharad Agarwal and Jacob R Lorch. Matchmaking for online games and other latency-sensitive p2p systems. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2009 conference on Data communication*, pages 315–326, 2009.
- [50] Mateusz Myślak and Dominik Deja. Developing game-structure sensitive matchmaking system for massive-multiplayer online games. In *International Conference on Social Informatics*, pages 200–208. Springer, 2014.
- [51] Olivier Delalleau, Emile Contal, Eric Thibodeau-Laufer, Raul Chandias Ferrari, Yoshua Bengio, and Frank Zhang. Beyond skill rating: Advanced matchmaking in ghost recon online. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 4(3):167–177, 2012.
- [52] Ella Horton, Daniel Johnson, and Jo Mitchell. Finding and building connections: moving beyond skill-based matchmaking in videogames. In *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, pages 656–658, 2016.
- [53] Stefan Schuh. Psychological matchmaking for teams in games. 2020.

- [54] Jens Riegelsberger, Scott Counts, Shelly D Farnham, and Bruce C Philips. Personality matters: Incorporating detailed user attributes and preferences into the matchmaking process. In *2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, pages 87–87. IEEE, 2007.
- [55] Gerry Chan, Ali Arya, and Anthony Whitehead. Keeping players engaged in exergames: A personality matchmaking approach. In *Extended abstracts of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems*, pages 1–6, 2018.
- [56] Magy Seif El-Nasr and Su Yan. Visual attention in 3d video games. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology*, pages 22–es, 2006.
- [57] Jorge Dagnino. Coeficiente de correlacion lineal de pearson. *Chil Anest*, 43(1):150–153, 2014.
- [58] Alejandro Villar, Leonor Cuesta, Rodrigo M Pérez, and Carlos León. An exploration on automating player personality identification in role playing games. In *CoSECivi*, pages 122–131, 2020.
- [59] Louis Khrisna Putera Suryapranata, Gede Putra Kusuma, Yaya Heryadi, Bah-tiar Saleh Abbas, Adang S Ahmad, et al. Personality trait prediction based on game character design using machine learning approach. In *2017 International Conference on Innovative and Creative Information Technology (ICITech)*, pages 1–5. IEEE, 2017.

Anexos

ANEXO A

Questionarios

Cuestionario usado para la recolección de datos y selección de los usuarios que participarán en los experimentos.

Emparejamiento de Videojuegos Basado en la Personalidad

Somos un grupo de investigadores de la Universidad Complutense de Madrid (Facultad de Informática) y estamos realizando un estudio relacionado con el emparejamiento (matchmaking) en videojuegos. Nuestro objetivo es poder crear equipos de jugadores para mejorar la experiencia basándonos en la personalidad de cada uno de ellos y en su experiencia.

El experimento está compuesto de dos partes. Esta es la primera, donde tendrás que rellenar el siguiente formulario con algunos datos personales y un par de cuestionarios. En el caso de querer pasar a la siguiente fase, nos lo tendrás que indicar al final del cuestionario y en unos días nos pondremos en contacto contigo a través del correo electrónico para indicarte la fecha y el lugar.

Es importante destacar que puedes retirarte del estudio en cualquier momento. También comentarte que tus datos personales serán protegidos y sometidos a las garantías dispuestas en la ley 15/1999 de 13 de diciembre y que tus datos nunca serán transmitidos a terceras personas o instituciones.

La duración del cuestionario es de 30 minutos.

*Obligatorio

1. Correo *

Información Personal

2. Edad *

3. Género *

Marca solo un óvalo.

- Mujer
- Hombre
- Otro
- Prefiero no decir

Tu relación con los Escape Rooms

4. ¿Sabes lo que es un Escape Room? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

5. En el caso de que sepas qué es un Escape Room, ¿a cuántos has jugado? *

6. ¿Cuál es tu principal objetivo cuando juegas un Escape Room?

¿Cuál
es tu
Estilo
de
Juego?

==== CONQUISTADOR

Este estilo de juego está asociado con el desafío y la carga emocional de Fiero - triunfo sobre la adversidad (la sensación que te hace levantar los brazos, como cuando tu equipo deportivo marca).

Este estilo de juego es muy paciente con la frustración, porque saben que si se mantienen firmes, pueden ganar. Los jugadores que prefieren este estilo de juego suelen aspirar a "destrozar" los videojuegos que ellos juegan, y tienden a terminar los juegos que empiezan.

La destreza en la optimización logística (mejorando a base de jugar el mismo desafío una y otra vez) y el pensamiento estratégico son las habilidades principales de muchos jugadores que prefieren este estilo de juego.

==== ADMINISTRADOR

Este estilo de juego está asociado con la maestría y los sistemas. Para las personas que prefieren este estilo de juego, la victoria parece ser la señal de que han adquirido las habilidades necesarias, no un objetivo en si mismo. No suelen terminar muchos de los juegos que empiezan.

Este estilo de juego es bueno para tratar con múltiples factores en paralelo, ya sea la construcción de un ejercito de diversos tipos de unidades, o tunnear el motor de un coche mediante ajustes menores.

La competencia táctica (la habilidad de pensar con los pies) y el pensamiento estratégico caracteriza este estilo de juego.

==== ERRANTE

Este estilo de juego está asociado con la experiencia y la identidad. El desafío no es especialmente deseado, pero se puede tolerar, los jugadores que prefieren este estilo de juego buscan experiencias únicas e interesantes.

La sensación de que algo nuevo está a la vuelta de la esquina, una historia envolvente o un mundo hermoso que es un placer de mirar son todos los atractivos para los jugadores que prefieren este estilo de juego.

La competencia táctica (la habilidad de decidir qué hacer sin planearlo) y el pensamiento abstracto son los puntos fuertes de los jugadores que prefieren este estilo de juego.

==== PARTICIPANTE

Este estilo de juego se asocia con las emociones y la implicación. Los participantes parecen ser más felices cuando juegan con personas, pero también disfrutan del juego que está arraigado en la emoción, como un juego con personajes implicados. Cualquier juego que permita al jugador una implicación emocional es un juego potencial de tipo 4. Tener un efecto emocional (malo o bueno) parece ser un punto clave, por lo que los juegos que permiten al jugador afectar a la gente (como Los Sims) son atractivos, al igual que los juegos multijugador, aunque la competencia directa no gusta a todos los jugadores que prefieren este estilo de juego.

Los jugadores que prefieren este estilo de juego tienden a tener habilidades para la optimización logística, es decir, pueden resolver cómo hacer algo de manera eficiente cuando se les da suficiente motivación.

7. Selecciona tu estilo de juego *

Por favor escoja un número del 1 al 5 para cada uno de los siguientes estilos, indicando así cuánto le identifica este estilo.

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
Conquistador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administrador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Cuál es tu
Personalidad?

Las siguientes expresiones le describen a usted con más o menos precisión. Por ejemplo, ¿está de acuerdo en que usted es alguien "chistoso, a quien le gusta bromear"? Por favor escoja un número para cada una de las siguientes expresiones, indicando así hasta que punto está de acuerdo o en desacuerdo en como le describe a usted.

- [1] Muy en desacuerdo
- [2] Ligeramente en desacuerdo
- [3] Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- [4] Ligeramente de acuerdo
- [5] Muy de acuerdo

8. Completa el cuestionario *

Me veo a mi mismo como alguien que . . .

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
Es bien hablador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiende a ser criticon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es minucioso en el trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es depresivo, melancólico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es original, se le ocurren ideas nuevas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es reservado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es generoso y ayuda a los demás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puede a veces ser algo descuidado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es calmado, controla bien el estrés	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene intereses muy diversos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Está lleno de energía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prefiere trabajos que son rutinarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inicia disputas con los demás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es un trabajador cumplidor, digno de confianza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con frecuencia se pone tenso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiende a ser callado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valora lo artístico, lo estético	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiende a ser desorganizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es emocionalmente estable, difícil de alterar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene una imaginación activa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Persevera hasta terminar el trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Es a veces maleducado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es inventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es generalmente confiado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiende a ser flojo, vago	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se preocupa mucho por las cosas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es a veces tímido, inhibido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es indulgente, no le cuesta perdonar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hace las cosas de manera eficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es temperamental, de humor cambiante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es ingenioso, analítico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Irradia entusiasmo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es a veces frío y distante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hace planes y los sigue cuidadosamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mantiene la calma en situaciones difíciles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le gusta reflexionar, jugar con las ideas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es considerado y amable con casi todo el mundo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se pone nervioso con facilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es educado en arte, música, o literatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es asertivo, no teme expresar lo que quiere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le gusta cooperar con los demás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se distrae con facilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es extrovertido, sociable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tiene pocos intereses artísticos



Gracias

Has terminado la primera parte del experimento. ¡Muchas gracias!

9. ¿Te interesaría seguir participando en el experimento? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

ANEXO B

Documentos Adicionales

«Guion para Explicar el Experimento»
usado para explicar a los participantes las
pautas de la segunda fase del experimento.

Guion para Explicar el Experimento

Alejandro Villar Rubio

Bienvenidos a la segunda fase del experimento. Hace unas semanas rellenasteis un cuestionario donde se os pedía una serie de información relacionada con vuestro estilo de juego y algunas preguntas sobre salas de escape. Hoy os hemos citado ya que respondisteis afirmativamente a que queríais seguir participando en este experimento.

Mi nombre es Alejandro Villar y junto a Carlos León estoy realizando el Trabajo de Fin de Máster para el Máster de Ingeniería Informática en la Universidad Complutense de Madrid. Este trabajo se centra en crear equipos en base a la personalidad de los jugadores, en concreto a su estilo de juego, con el objetivo de mejorar en cierta manera los resultados finales de una sesión de *escape rooms*. Con ello os hemos reunido formando equipos de 2 jugadores para que, a continuación, juguéis a un videojuego de este género.

Para empezar, delante de vosotros podéis ver una hoja que deberéis leer antes de continuar, ya que en ella firmaréis el consentimiento a participar. En esta hoja se recopila la información del experimento y una serie de pautas que tenéis que leer con atención y, en el caso de que estéis de acuerdo con todas, deberéis poner vuestro nombre, la edad y una firma. Recaltar, aunque lo leeréis en el informe, que vuestra participación es totalmente voluntaria y que en cualquier momento podéis retiraros del experimento y revocar vuestro consentimiento. Además, vuestros datos serán totalmente anónimos y serán tratados con la mayor confidencialidad.

El experimento será grabado desde el principio con el objetivo de poder procesar vuestro comportamiento, y también se os grabará la cara a través de una web-cam. El experimento constará de 3 partes.

Durante la primera fase tendréis un total de 5 minutos para crearos el personaje que más os guste. Una vez terminéis, nos tenéis que avisar, y cuando vuestro

compañero de equipo acabe pasaréis a la segunda fase.

Aquí, nos acercaremos a vuestros puestos y prepararemos el juego para que podáis jugar en equipo. Una vez esté preparado, pasaréis a hacer un tutorial individual donde se os explicarán los controles básicos del juego. Cuando acabéis esta parte, el juego se quedará esperando a que todos los jugadores del equipo hayan terminado, y cuando eso ocurra, se os llevará automáticamente a un tutorial en equipos donde se os presentará una sala con una estética de “un dormitorio de un niño pequeño” donde pondréis en práctica lo que habéis aprendido. La sala que se os presenta es igual, excepto la estética, a lo que jugaréis en la tercera fase. Podréis ver en algún lado de la sala un temporizador que marcará el tiempo que os queda para resolver el puzle, sin embargo, cuando el tiempo se agote, podéis seguir jugando hasta que lo completéis o se os acabe el tiempo del experimento. Además, también podréis ver un botón en la pared con un signo de interrogación, y si lo pulsáis os aparecerá una especie de papel. Estos papeles son las pistas que os da el propio juego, así que en el caso de que os atasquéis con algún puzle, podréis pedir ayuda a través de este botón. Por último, comentar que en las habitaciones podréis encontrar unos objetos llamados “tokens”, los cuales son simples coleccionables, no es necesario recolectarlos para terminar el juego, aunque lo podéis hacer sin problema. Esta segunda fase tiene una duración máxima de 15 minutos.

Terminada esta segunda fase de tutorial, tendréis que esperar, ya que nos acercaremos a vuestros puestos y os abriremos el *escape room* real. Esta sala tendrá una estética “egipcia” y al igual que en el tutorial por equipos, deberéis resolver los puzles para conseguir salir esta sala. Según el juego, tendréis un tiempo máximo de 15 minutos para escapar, pero os dejaremos en total 25 minutos por si ocurre algún imprevisto. Como podéis ver el experimento tendrá una duración total de 45 minutos.

Si tenéis alguna duda, es momento de preguntar. Además, destacar que durante el experimento no nos podréis realizar ninguna pregunta y deberéis tener los móviles apagados o en silencio. También queremos recalcar que está prohibido hablar de lo ocurrido durante la sesión a personas externas, para así evitar que esos posibles participantes sean sesgados por vuestros comentarios

Si no tenéis ninguna pregunta, podemos comenzar. Por favor, comenzad leyendo el “ Informe de Consentimiento” que tenéis delante.

«Informe de Consentimiento» distribuido
a los participantes de los experimentos.



HOJA INFORMATIVA

Emparejamiento en Videojuegos basado en la Personalidad

Unos investigadores de la Universidad Complutense de Madrid (Facultad de Informática) están realizando un estudio de investigación, cuyo principal objetivo es crear grupos de jugadores basándose en la personalidad de estos para una mejor experiencia.

Para ello, tendrán que rellenar un formulario y jugar a un videojuego por equipos con el objetivo de terminarlo en el tiempo indicado. Todo el material que necesitará usar le será entregado. La duración del experimento será, aproximadamente, de una hora. Asegúrese de que su teléfono móvil está apagado o silenciado.

Toda la información recogida será tratada de manera confidencial, y analizada en conjunto para publicaciones científicas y difusión en congresos especializados. En ningún caso se publicarán sus resultados individuales ni ningún tipo de información que pudiera identificarle.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria y usted puede retirarse en cualquier momento sin tener que dar explicaciones ni sufrir ninguna penalización por ello. Al finalizar el estudio, el equipo se compromete a explicar los resultados a todos los participantes que estén interesados en conocerlos, y así lo indiquen.

Este proyecto, está dirigido por *Alejandro Villar y Carlos León, Facultad de Informática UCM*. Si tiene alguna duda sobre este estudio, puede hacer preguntas ahora o en cualquier momento de su participación en él.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

D./Dña., mayor de edad, de años de edad, manifiesto que he sido informado/a sobre el estudio "*Emparejamiento en Videojuegos basado en la Personalidad*", dirigido por *Alejandro Villar y Carlos León*, de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid.

1. **He recibido suficiente información sobre el estudio.**
2. **He podido hacer todas las preguntas que he creído conveniente sobre el estudio y se me han respondido satisfactoriamente.**
3. **Comprendo que mi participación es voluntaria.**
4. **Comprendo que puedo retirarme del estudio y revocar este consentimiento:**
 - a. **Cuando quiera**
 - b. **Sin tener que dar explicaciones y sin que tenga ninguna consecuencia de ningún tipo.**

He sido también informado/a de que mis datos personales serán protegidos y sometidos a las garantías dispuestas en la ley 15/1999 de 13 de diciembre y que mis datos nunca serán transmitidos a terceras personas o instituciones.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO a participar en este estudio, para cubrir los objetivos especificados.

Firma y nombre del participante:



Firma y nombre del investigador:

Fecha:

A los efectos de lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (en adelante LOPD), y el Real Decreto 994/1999, de 11 de junio, de Reglamento de Medidas de Seguridad de los Ficheros Automatizados que contengan Datos de Carácter Personal, el interviniente queda informado y expresamente consiente la incorporación de sus datos a los ficheros de carácter personal de los que sea responsable la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid.

La Universidad Complutense de Madrid garantiza que todos los datos personales y/o de sus familiares representados facilitados por el titular serán tratados con la mayor confidencialidad y en la forma y con las limitaciones previstas en la LOPD y demás normativa aplicable.

El presente consentimiento se otorga sin perjuicio de todos los derechos que le asisten en virtud de la normativa antes citada y especialmente de la posibilidad de ejercer gratuitamente los derechos de acceso a la información que nos haya facilitado y de la rectificación, cancelación y oposición en cualquier momento que lo desee. Para ello debe dirigirse por escrito a algunos de los investigadores, Alejandro Villar (avillarrubio@ucm.es) y Carlos León (cleon@ucm.es).

«Ejemplo de Tabla de Interacciones» donde se contabilizan las acciones que ha realizado el usuario durante el experimento.

ANEXO B. DOCUMENTOS ADICIONALES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Item id	type	look	pick	drop	observe	throw	bad_idea	good_idea	good_idea_timestamp	bad_use	good_use	good_use_timestamp			
2	sphinx_dark	puzzle	5	4	2	6	0	1	true	16:55	8	true	17:00			
3	sphinx_gold	puzzle	1	1	0	1	0	1	false	17:22	1	false	17:26			
4	brush	puzzle	1	1	0	1	0	1	false	00:00	3	true	18:58			
5	brush	tokens	1	1	0	1	0	0	false	00:00	0	false	00:00			
6	key_chest	puzzle	1	1	0	0	0	1	true	23:15	1	true	23:22			
7	key_door_1	puzzle	0	0	0	0	0	0	false	00:00	0	false	00:00			
8	key_door_2	puzzle	1	1	0	0	0	0	true	24:40	0	true	24:45			
9	key_final_door	puzzle	1	1	0	0	0	0	true	27:33	0	true	27:39			
10	shovel	tokens	0	0	0	0	0	0	false	00:00	0	false	00:00			
11																
12																
13	Item id	type	look	pick	drop	observe	throw	bad_idea	good_idea	good_idea_timestamp	bad_use	good_use	good_use_timestamp	open	close	
14	book_blue_sphinx	puzzle	1	1	1	2	0	0	true	16:20	0	true	16:48	1	0	
15	book_blue_maze	puzzle	1	1	1	2	0	0	true	25:54	1	false	00:00	1	0	
16	book_blue	token	1	1	1	2	0	0	false	00:00	0	false	00:00	1	0	
17	book_red	puzzle	2	2	1	4	0	0	true	17:42	0	true	22:05	4	0	
18																
19																
20	Item id	type	look	pick	drop	observe	throw	lock	unlock	open	close					
21	suitcase	special	1	1	0	1	0	0	1	1	0					
22																
23																
24	Item id	type	look	pick	drop	observe	throw	bad_idea	good_idea	good_idea_timestamp	bad_use	good_use	good_use_timestamp	join before	join after	
25	pyramidion_floor	puzzle	0	0	0	0	0	0	false	00:00	0	false	00:00	false	false	
26	pyramidion_vase	puzzle	0	0	0	0	0	0	false	00:00	0	false	00:00	false	false	
27	pyramidion_chest	puzzle	0	0	0	0	0	0	false	00:00	0	false	00:00	false	false	
28	pyramidion_sphinx	puzzle	1	1	0	0	0	0	true	17:28	0	true	17:33	false	true	
29																
30																
31	Item id	type	look	pick	drop	observe	throw	bad_idea	good_idea	good_idea_timestamp	bad_use	good_use	good_use_timestamp	open	fill	
32	flask	token	1	1	0	3	0	1	true	11:53	4	true	11:58	true	1	
33																
34																
35	Item id	type	look	pick	drop	observe	throw	bad_idea	good_idea	good_idea_timestamp	bad_use	good_use	good_use_timestamp	count		
36	coin	token	1	1	0	0	0	0	false	00:00	0	false	00:00	11		
37																
38																