

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en la implementación de minijuegos y actividades digitales para personas de la tercera edad. Estos minijuegos y actividades serán accesibles a través de un entorno 3D interactivo (un pueblo, un bar...).

En el entorno 3D se encontrarán distintos npcs que serán los que nos darán acceso a los minijuegos y actividades tras una pequeña conversación. Una parte de estos minijuegos se basarán en físicas y el resto trasladarán juegos y actividades clásicas a un formato digital.

El juego se implementará de tal forma que escalarlo añadiendo más minijuegos, actividades y npcs resulte sencillo. Además, se añadirá una dificultad dinámica a los minijuegos de forma que estos se vuelvan más difíciles según lo bien que se le esté dando al jugador.

1.2 Motivación

Hoy en día, si hay una franja de la población a la que no se le presta atención es la tercera edad. Una parte de la población que va creciendo día a día y que lo tiene fácil para sentirse abandonada, especialmente ahora que no paran de surgir nuevas tecnologías, las cuales no suelen estar adaptadas y casi siempre exigen conocimientos previos.

El mundo de los videojuegos sigue esta tendencia, demandando cada vez más del jugador, aumentando el rendimiento gráfico, la complejidad y la duración requerida para terminarlos, dejando atrás a la mayoría de nuestros mayores. Yo creo que esto es una pena, pues ya han sido probados en numerosos estudios los efectos positivos que los juegos tanto virtuales como físicos pueden aportar durante la vejez.

Por ello, y debido a mi pasión por el medio, he decidido realizar una recopilación de minijuegos, algunos clásicos y otros originales que se adaptan a las necesidades de nuestros mayores, encapsulando todo en un entorno virtual.

2. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se estudiará como los juegos y otras actividades lúdicas tanto físicas como digitales afectan a las personas de la tercera edad. Además, se

estudiarán propuestas similares a las de este TFG, sus ventajas y sus inconvenientes.

2.1 Juegos, actividades y la tercera edad

Las personas de la tercera edad, siempre han tenido juegos y actividades a las que recurrir, ya fuesen juegos de cartas o juegos de mesa como el dominó o, actividades como la pintura, las manualidades o simplemente el salir al bar con los amigos. Pero ahora con la llegada de nuevas tecnologías existe, además un nuevo medio digital y con el nuevas propuestas y ayudas que pueden resultarles muy interesantes.

2.1.1 Medios físicos:

Como ya he comentado fuera de los medios digitales hay numerosas actividades y juegos que disfrutan las personas de la tercera edad y que les ayudan a mantenerse activos mentalmente, como pueden ser los juegos de cartas (brisca, mus...), pintar o jugar al domino y otros juegos de mesa.

Además, existen estudios que demuestran que el jugar a ciertos juegos de mesa puede ser de gran ayuda cuando se trata de luchar contra el deterioro cognitivo [1], y que pintar puede provocar un aumento de la felicidad de las personas mayores [2].

2.1.2 Medios digitales:

Por desgracia el número de videojuegos y aplicaciones dirigidos a la tercera edad es bastante reducido, lo cual es una pena pues, como se ha podido comprobar en varios estudios los videojuegos pueden ayudar a mejorar los reflejos y prevenir el deterioro cognitivo [3], llegando a ser usados incluso para rehabilitaciones [4].

De la misma forma aplicaciones también pueden ayudar a la salud de nuestros mayores por ejemplo las aplicaciones que permiten videollamadas, las cuales ayudan a reducir la soledad y el aislamiento [5] o, las aplicaciones como “MyTherapy Alerta Medicamentos”, que les ayuda a recordar cuando es el momento de tomar un medicamento y en qué cantidad.

2.2 Propuestas similares

Existen unas pocas aplicaciones desarrolladas para las personas mayores, la mayoría de ellas son aplicaciones que les ayudan a comunicarse como “Oscar Family” o que facilitan el uso del smartphone como “Help Launcher”. Estas aplicaciones se caracterizan por limitar el número de opciones del usuario (simplificando la interfaz), y por amentar el tamaño tanto del texto y de las diferentes partes de la interfaz (botones, iconos ...).



Figura 2.1: Menú principal Help Launcher. Link: <https://orientatech.es/help-launcher/>

No hay apenas casos de videojuegos desarrollados específicamente para personas mayores, aunque sí que hay varios videojuegos que pueden ser disfrutados por las personas de la tercera edad.

Una parte de estos juegos son adaptaciones de juegos tradicionales como pueden ser “Words of Wonders”, que crea una nueva versión del crucigrama, o “Mandala Color by Number Book”, que translada el pintar mandalas a una aplicación móvil.



Figura 2.2: Imagen partida de Words Of Wonders. Link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fugo.wow&hl=es>

También hay una parte de los juegos que pueden ser disfrutados por mayores que son completamente originales como puede ser el “Buscaminas” para ordenador o el “Fruit Ninja”, pero sin duda los que más abundan son los juegos enfocados en el desarrollo cognitivo que se basan en puzles de memoria y lógica

como, por ejemplo, “Lumosity: Juegos Mentales”, que se trata de una colección de minijuegos de lógica y matemáticas.



Figura 2.3: Imagen de Lumosity: Juegos Mentales. Link:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lumoslabs.lumosity&hl=es>

2.3 Conclusión

En conclusión el número de aplicaciones y de videojuegos que pueden ser disfrutados por las personas de la tercera edad es muy reducido, a pesar de esto, existen varios ejemplos a tener en cuenta y todos estos tienen cosas en común, en el caso de la interfaz tanto los juegos como las aplicaciones se caracterizan por tener una interfaz grande colorida y fácil de leer y en el caso de los videojuegos podemos ver un uso generalizado de mecánicas simples que a menudo se basan en el uso de un solo input con el objetivo de resultar lo más intuitivos posibles, siendo los juegos basados en los tradicionales los que mejor funcionan en este aspecto debido a su familiaridad.

Por todo esto, creo que el producto final deberá ofrecer una interfaz de usuario lo más simple e intuitiva posible, así como minijuegos y actividades que puedan ser entendidos rápidamente, ya sea porque adaptan un juego ya existente y conocido o, porque se basan en mecánicas muy sencillas y que no exigen demasiado del usuario.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

A lo largo de este apartado se hablará de todas las herramientas, metodologías y modelos que han sido utilizados para el desarrollo del TFG. Explicando las ventajas y los inconvenientes que han presentado, así como el motivo de su elección.

3.1 Dispositivos para el desarrollo

El videojuego se desarrollará tanto para ordenador como para móviles. Esto es debido a que estos, son los dispositivos más comunes para los que desarrollan videojuegos actualmente, no solo en el caso de la gente joven, también en las personas de la tercera edad.

En estas imágenes podemos ver el acceso a smartphones y ordenadores en España dividido por edades, en ellas se observa cómo más de la mitad de las personas de mayores de 65 años tienen acceso a móvil u ordenador:

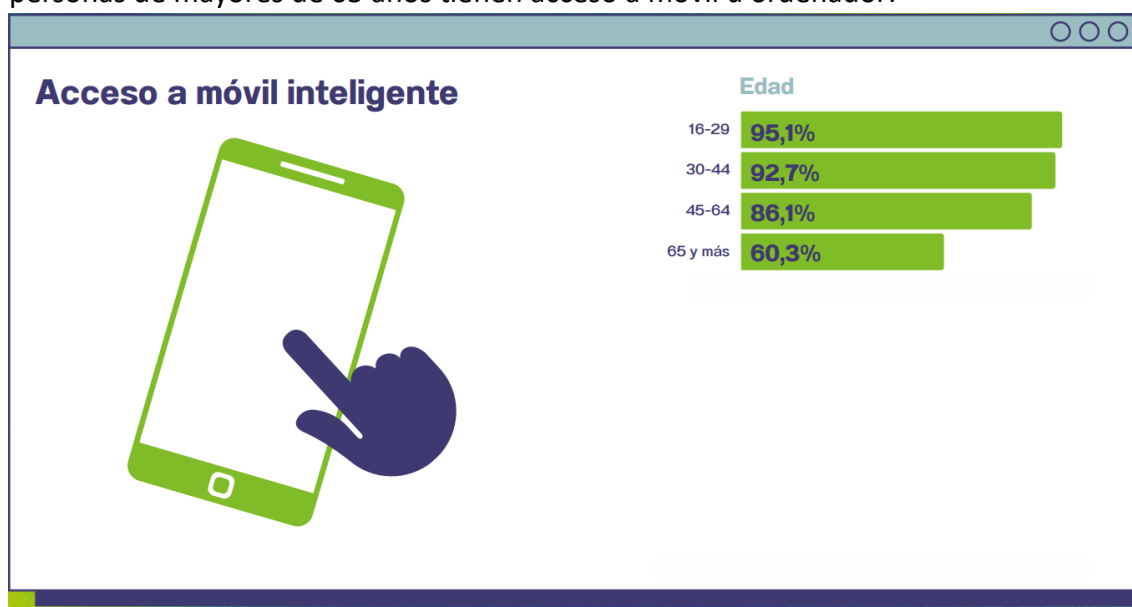


Figura 3.1: Acceso a smartphones en España por edades. Link: https://www.ferreruardia.org/web/content/10700?access_token=3b5fadd0-6128-44dc-9741-b5843103007b&unique=225fed9e0bee0f5ea9c152a7d4d7be28f6bbfd7b

Uso de ordenador en España:

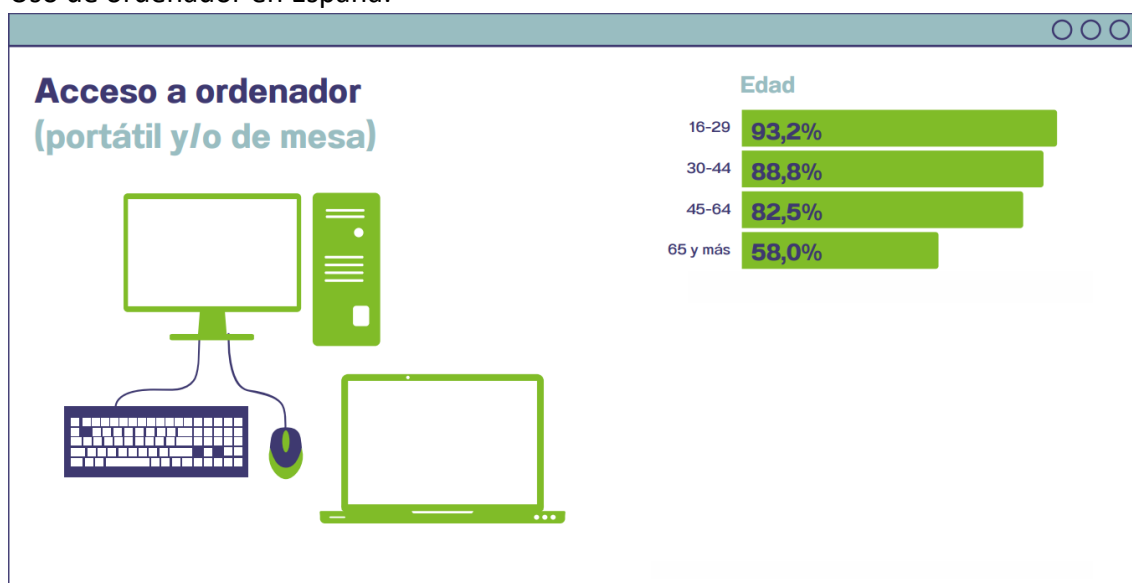


Figura 3.1: Acceso a ordenadores en España por edades. Link: https://www.ferreruardia.org/web/content/10700?access_token=3b5fadd0-6128-44dc-9741-b5843103007b&unique=225fed9e0bee0f5ea9c152a7d4d7be28f6bbfd7b

[6128-44dc-9741-b5843103007b&unique=225fed9e0bee0f5ea9c152a7d4d7be28f6bbfd7b](#)

Por su parte, en las siguientes imágenes podemos ver como el uso de videoconsolas es mucho menor que el de telefonos u ordenadores en personas de la tercera edad.

UK Console Gaming Reach, by Age Group

Gaming Reach Share in Percentage

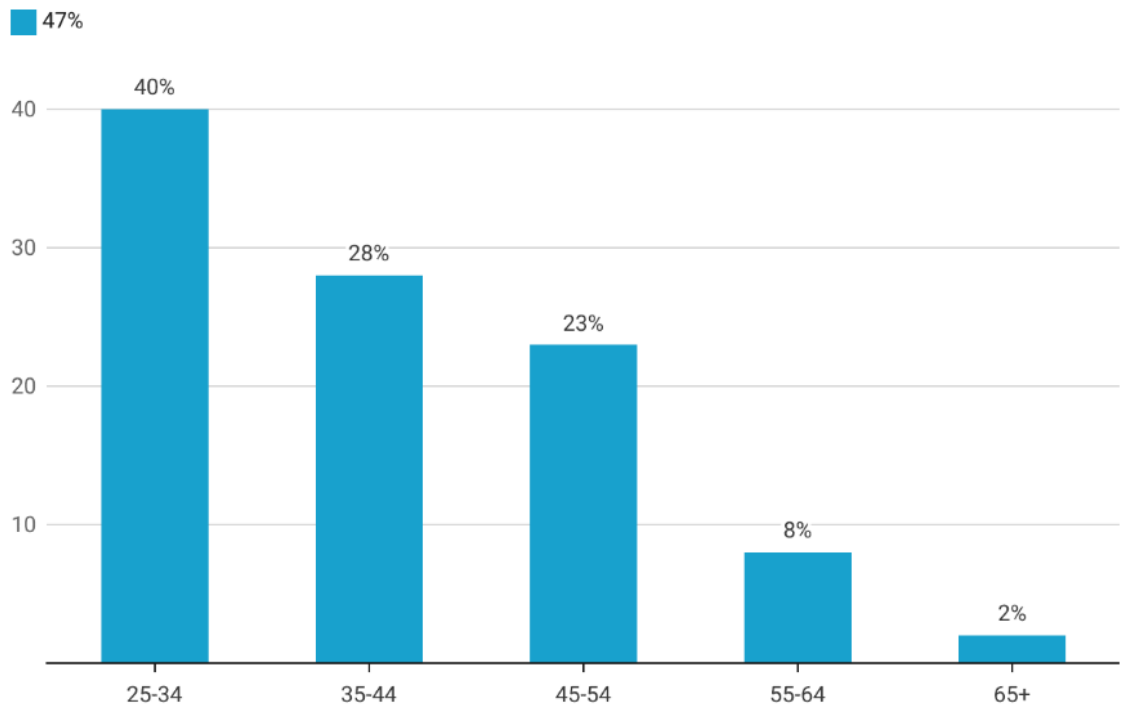


Figura 3.3: Acceso a videoconsolas en Reino Unido por edades. Link:

<https://www.news.market.us/gaming-console-statistics/#:~:text=Demographics%20of%20Gaming%20Console%20Users%20Statistics,-By%20Age&text=different%20age%20groups.-,The%20highest%20penetration%20is%20observed%20among%20the%2016%2D24%20age,a%20penetration%20rate%20of%2040%25.>

Plataformas usadas para jugar por edades en EEUU:

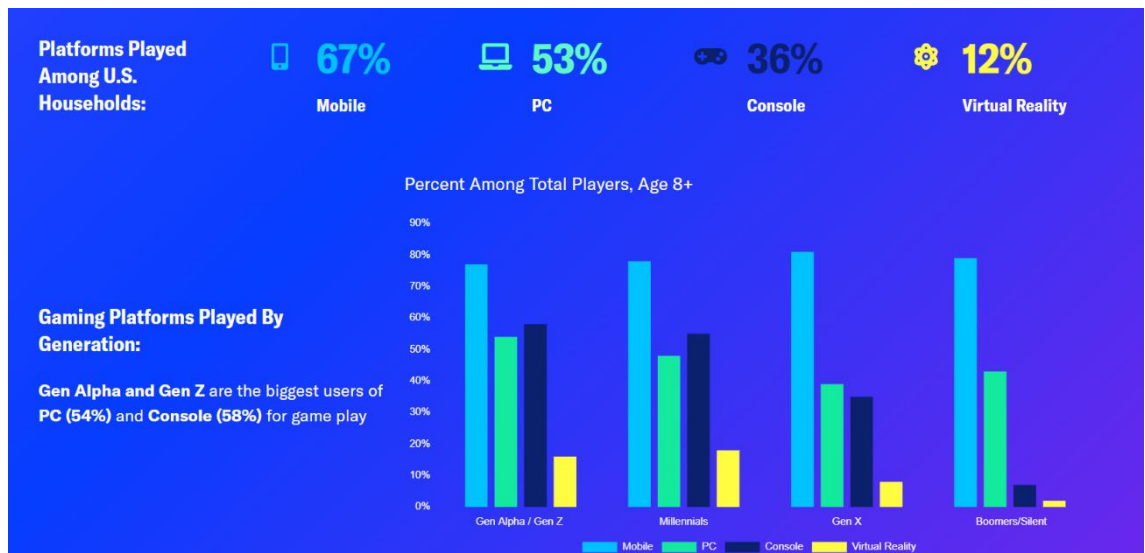


Figura 3.4: Plataformas de videojuegos por generaciones en EEUU. Link: <https://www.theesa.com/resources/essential-facts-about-the-us-video-game-industry/2024-data/>

3.2 Herramientas de desarrollo

3.2.1 Unity

He decidido usar unity porque es el motor de videojuegos más usado, lo que asegura una mayor facilidad para encontrar soluciones a los problemas que puedan surgir durante el desarrollo. Además, permite crear proyectos para múltiples plataformas entre las que se encuentran los smartphones y el PC y, permite realizar y publicar videojuegos de forma gratuita. Por último, es un motor que ya había usado antes de empezar este proyecto, lo que me permitirá acelerar el proceso de aprendizaje.

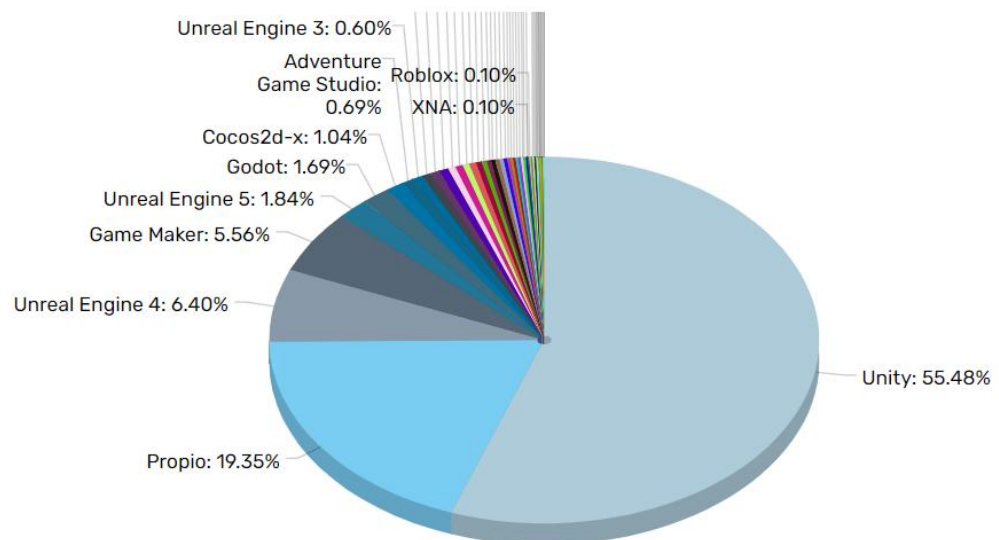


Figura 3.5: Motores de videojuegos más usados en España. Link:

<https://www.devuego.es/bd/estadisticas/distribucion-motores/?ano=del#principalestadisticas>

3.2.2 Blender

Para los modelos y animaciones 3D he decidido usar Blender, ya que al igual que Unity este software está muy extendido lo que permite encontrar tutoriales y cursos online para aprender. Además, Blender es open source, por lo que, de nuevo, permite realizar y publicar proyectos sin coste alguno.

Dado que mi nivel de blender es reducido y que me tomaría mucho tiempo realizar todos los modelos por mi cuenta, he decidido utilizar modelos de uso gratuito. Además, he decidido utilizar estos modelos porque el foco del TFG no está en la realización y animación de los modelos 3D.

3.2.3 NavMesh

Dado que el proyecto se centra más en las pequeñas actividades y minijuegos, no tanto en el entorno 3D y, que crear un sistema de path finding 3D consumiría una gran cantidad de tiempo que podría ser usada en la creación de nuevos módulos, minijuegos o actividades, he decidido utilizar la herramienta NavMesh (integrada en Unity), que ayuda a configurar de forma automática los lugares accesibles por el jugador y el path finding.

3.2.4 Pollinations AI

Para la generación de imágenes para mini actividades de colorear he decidido utilizar una inteligencia artificial. En concreto he decidido utilizar una inteligencia artificial llamada Pollinations, ya que esta presenta una API completamente gratuita, fácil de implementar y es capaz de generar imágenes lo suficientemente precisas.

3.3 Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del videojuego he decidido utilizar una metodología incremental-iterativa. Creo que este es el mejor modelo ya que me permite entregar prototipos funcionales al usuario para realizar las pruebas convenientes, pudiendo al mismo tiempo utilizar los resultados de las pruebas para adaptar el proyecto en la siguiente iteración. Esto garantiza que siempre se tiene un producto funcional que va siendo cada vez más pulido y más próximo al objetivo del proyecto.

3.4 Entorno 3D

Como se ha mencionado en la descripción del proyecto los diferentes minijuegos y actividades podrán ser accedidos a través de un entorno 3D que tomará la forma de un pequeño pueblo.

En este entorno se podrá desplazar al personaje del jugador haciendo click o pulsando la pantalla (en el caso de los smartphones) en el punto del terreno al que se desea que se mueva el personaje. De la misma forma para comunicarse con los distintos NPCs que dan acceso a los minijuegos o actividades bastará con hacer click sobre ellos, haciendo así que el jugador se desplace hasta su costado e iniciando así un pequeño diálogo que permitirá, mediante la aparición de dos botones, o bien aceptar la propuesta del NPC y acceder a su respectiva actividad o bien, rechazar la propuesta y continuar navegando por el entorno tridimensional.

Además de esto he decidido utilizar un TTS para obtener audios con las frases de los personajes utilizando distintas voces. Para ello he utilizado el siguiente código en JavaScript que genera archivos de audio seleccionando una voz aleatoriamente en función del sexo del personaje:

```
async function generateAudio(phrase, characterType, name, path) {
  var model;

  //Selecciono el modelo de audio de forma aleatoria en función del sexo del personaje
  if (characterType == 'H') {
    const randomNumber = Math.floor(Math.random() * 3) + 1;

    if (randomNumber == 1) {
      model = 'ylacombe/mms-spa-finetuned-colombian-monospeaker';
    }
    else if (randomNumber == 2) {
      model = 'ylacombe/mms-spa-finetuned-chilean-monospeaker';
    }
    else {
      model = 'Xenova/mms-tts-spa';
    }
  }
  else if (characterType == 'M') {
    model = 'ylacombe/mms-spa-finetuned-argentinian-monospeaker';
  }
  else {
    console.error("Error: Llamada incorrecta. El sexo del personaje debe ser H(Hombre) o M(Mujer).");
    model = 'Error';
    return model;
  }

  const synthesizer = await pipeline('text-to-speech', model, {
    //quantized: false, // Remove this line to use the quantized version (default)
  });

  //Genero el audio utilizando el modelo deseado
  const speaker_embeddings = 'https://huggingface.co/datasets/Xenova/transformers.js-docs/resolve/main/speaker_embeddings.bin';
  const result = await synthesizer(phrase,
    {
      speaker_embeddings
    }
  );

  //Guardo el audio en path
  const wav = new wavefile.WaveFile();
  wav.fromScratch(1, result.sampling_rate, '32f', result.audio);
  fs.writeFileSync(path + name + '.wav', wav.toBuffer());

  return model
}
```

Figura 3.6: Código TTS.

Este código se ejecuta mediante un proceso en unity que se lanza tras recopilar la información de los NPCs (texto de la frase, texto y nombre):

```

void generateVoices()
{
    scriptPath = Path.Combine(Application.dataPath, "Scripts/TTS/TextToSpeech.js");
    voicesDirectory = Application.persistentDataPath + "/Voices/";

    //Comprobar que el directorio existe
    if (!Directory.Exists(voicesDirectory))
    {
        Directory.CreateDirectory(voicesDirectory);
        UnityEngine.Debug.Log($"El directorio no existía, pero se ha creado: {voicesDirectory}");
    }

    //Obtengo las frases de todos los personajes
    CharacterTalk[] characters = FindObjectsOfType<CharacterTalk>();

    ProcessStartInfo processInfo;
    Process process;
    //Llamo a el script TextToSpeech para generar las voces de cada personaje
    foreach (CharacterTalk character in characters)
    {
        processInfo = new ProcessStartInfo
        {
            FileName = nodePath,
            Arguments = $"\"{scriptPath}\" \"{{character.characterPhrase}}\" \"{{character.characterSex}}\" \"{{character.gameObject.name}}\" \"{{voicesDirectory}}\"",
            RedirectStandardOutput = true,
            RedirectStandardError = true,
            UseShellExecute = false,
            CreateNoWindow = true
        };
        process = new Process { StartInfo = processInfo };
        process.OutputDataReceived += (sender, e) => {
            if (!string.IsNullOrEmpty(e.Data) && e.Data == "Error")
            {
                UnityEngine.Debug.LogError(e.Data);
            }
        };
        process.Start();
        process.BeginOutputReadLine();
        process.BeginErrorReadLine();
        process.WaitForExit();

        UnityEngine.Debug.Log($"Frase convertida a audio: " + character.characterPhrase);
    }
}

```

Figura 3.7: Proceso de llamada al TTS.

Tras la ejecución de los procesos basta con que el script de los NPCs compruebe si existe un archivo de audio con su nombre y en caso de que exista cargarlo y reproducirlo cuando empiece su conversación con el jugador.

3.5 Mini actividades de colorear

Muchas personas de la tercera edad rellenan sus ratos libres con actividades artísticas como la pintura, por ello he decidido implementar una actividad que permita colorear distintos tipos de imágenes.

Para permitir la creación de un número indefinido de imágenes he decidido utilizar la API de una IA generativa, en concreto Pollinations AI. Una vez generado el mandala este se añade a una lista de mandalas donde el usuario puede seleccionar cual quiere pintar.

Una vez seleccionado el mandala el usuario puede proceder a pintarlo seleccionando un color y haciendo click en la parte del mandala que quiere pintar:

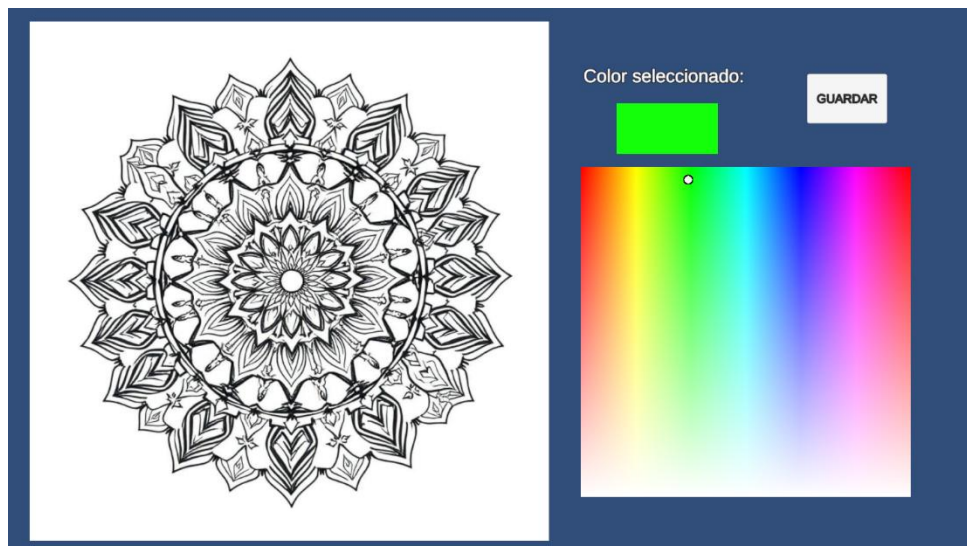


Figura 3.8: Mandala sin colorear.

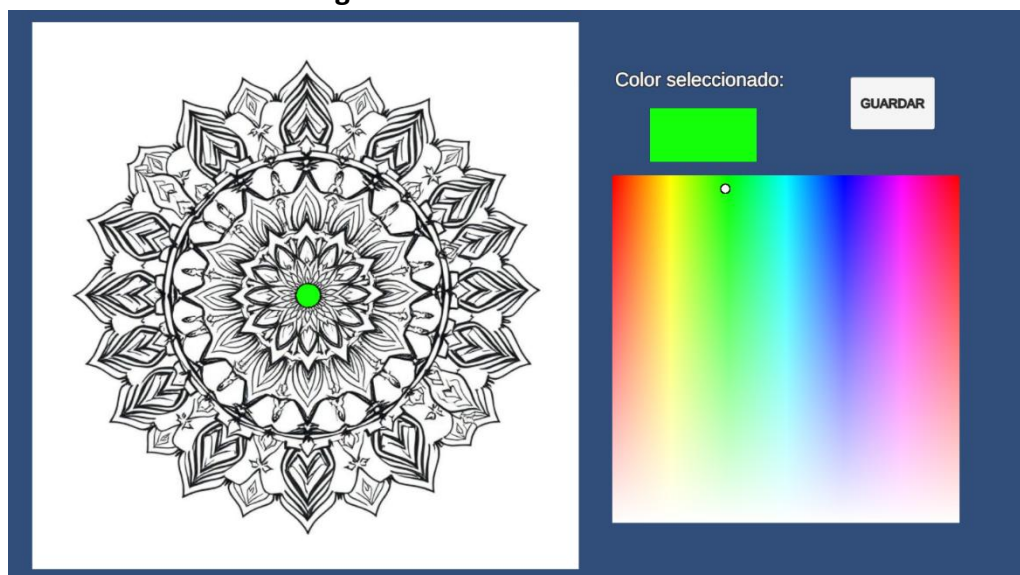


Figura 3.9: Mandala con centro coloreado.

Para pintar los mandalas he utilizado un algoritmo de flooding que recorre los píxeles colindantes a los píxeles del punto seleccionado coloreándolos y parando cuando encuentra píxeles cuyo brillo es inferior a un límite determinado. Al inicio probe a implementar el algoritmo utilizando recursividad, pero daba problemas de rendimiento, por lo que decidí modificar la función eliminando la recursividad y utilizando un stack para almacenar las coordenadas de los píxeles a colorear:

```

/// <param name="startX">Coordenada X del pixel de inicio.</param>
/// <param name="startY">Coordenada Y del pixel de inicio.</param>
1 reference
void FloodFill(int startX, int startY)
{
    //Utilizo un stack para almacenar los pixeles que tienen que cambiar de color
    Stack<Vector2Int> pixels = new Stack<Vector2Int>();
    pixels.Push(new Vector2Int(startX, startY));

    while (pixels.Count > 0)
    {
        Vector2Int currentPixel = pixels.Pop();
        int x = currentPixel.x;
        int y = currentPixel.y;

        //Compruebo los límites de la textura
        if (x < 0 || x >= imageTexture.width || y < 0 || y >= imageTexture.height) continue;

        //Obtengo el color actual del pixel
        Color currentColor = imageTexture.GetPixel(x, y);

        //Si el color es negro o muy oscuro, o si ya es del color objetivo detengo el proceso
        if (currentColor == Color.black || IsDarkColor(currentColor) || currentColor == fillColor) continue;

        //Relleno el pixel con el color deseado
        imageTexture.SetPixel(x, y, fillColor);

        //Agrego los pixeles vecinos a la pila
        pixels.Push(new Vector2Int(x + 1, y));
        pixels.Push(new Vector2Int(x - 1, y));
        pixels.Push(new Vector2Int(x, y + 1));
        pixels.Push(new Vector2Int(x, y - 1));
    }

    //Aplica las modificaciones de color a la textura de la imagen
    imageTexture.Apply();
}

```

Figura 3.10: Código de función para colorear.

3.6 Otro apartado

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Nakao, M. Special series on “effects of board games on health education and promotion” board games as a promising tool for health promotion: a review of recent literature. *BioPsychoSocial Med* 13, 5 (2019).
<https://doi.org/10.1186/s13030-019-0146-3>
- [2] Barfarazi, H., Pourghaznein, T., Mohajer, S., Mazlom, S. R., & Asgharinekah, S. M. (2018). Evaluating the effect of painting therapy on happiness in the elderly. *Evidence Based Care*, 8(3), 17-26.
<https://doi.org/10.22038/ebcj.2018.31572.1785>
- [3] Goldstein, J., Cajko, L., Oosterbroek, M., Michielsen, M., Van Houten, O., & Salverda, F. (1997). Video games and the elderly. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 25(4), 345-352.
<https://doi.org/10.2224/sbp.1997.25.4.345>

[4] Smith, S. T., Talaei-Khoei, A., Ray, M., & Ray, P. (2009). Electronic games for aged care and rehabilitation. En 2009 11th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom) (pp. 42–47).

<https://doi.org/10.1109/HEALTH.2009.5406197>

[5] Naudé, B., Rigaud, A.-S., & Pino, M. (2022). Video calls for older adults: A narrative review of experiments involving older adults in elderly care institutions. *Frontiers in Public Health*, 9, 751150.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.751150>

5. GLOSARIO

-NPC: Personaje no jugable de un videojuego que, por lo general, tiene como función realizar diversas interacciones con el jugador. Siglas en inglés de “Non playable character”.

-Path finding: Trazado más corto entre dos puntos calculado por un algoritmo basado, por lo general, en el algoritmo de Dijkstra. En el caso de los videojuegos el algoritmo debe evitar obstáculos además de encontrar el camino más corto.

-TTS: Los sistemas text-to-speech (TTS), convierten el lenguaje de texto normal en habla.