



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Desarrollo de un entorno virtual de juego para el entrenamiento cognitivo en personas mayores usando dispositivos de RV

Autor: Antonio Jiménez Amador

Directores: Francisco Luis Gutiérrez Vela y Patricia Paderewski Rodríguez



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Estructura

Motivación y objetivos

Análisis inicial

Tecnología a usar

Metodología a usar

Desarrollo

Conclusiones

Líneas futuras



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Motivación y objetivos

Motivación

- La realidad virtual sumerge al jugador en un mundo virtual con posibilidades más allá de las del mundo real
- Tecnología muy llamativa
- Ampliamente usada como entrenamiento y para simular situaciones
- El entrenamiento cognitivo tradicional se puede beneficiar de la RV
- Evitar falta de motivación

Objetivos

Crear un prototipo de juego para estudiar la RV como herramienta para el entrenamiento cognitivo.

- ✓ Creación de entorno virtual para mayores
- ✓ Evaluación con personas sin conocimientos tecnológicos
- ✓ Diseño de ejercicios cognitivos en RV basados en los actuales
- ✓ Resultado final atractivo
- ✓ Reducción de dificultades
- ✓ Fácil de usar



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Análisis Inicial

Recrear **entorno conocido**
para los mayores

+

Ejercicios cognitivos



Concurso de televisión





ugr

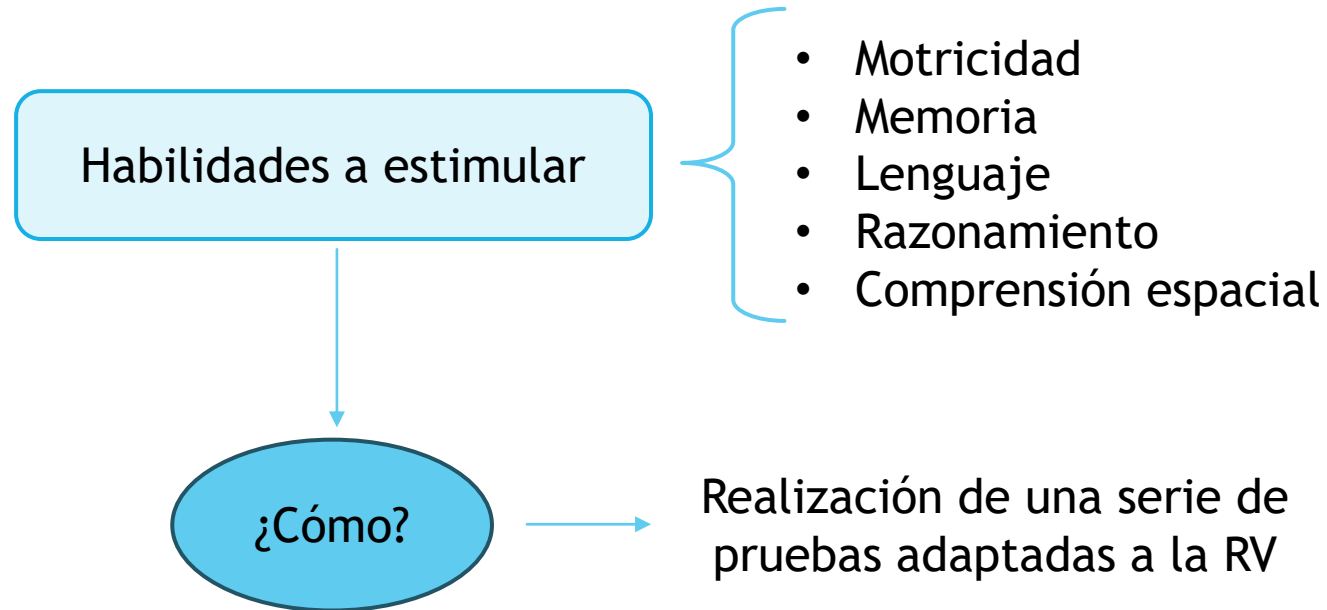
Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Análisis Inicial

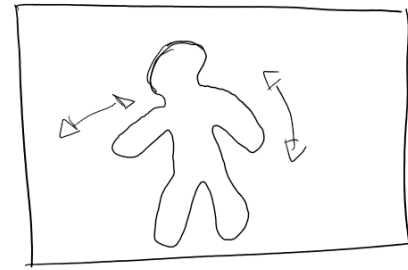


Análisis Inicial - Pruebas de motricidad

Baile



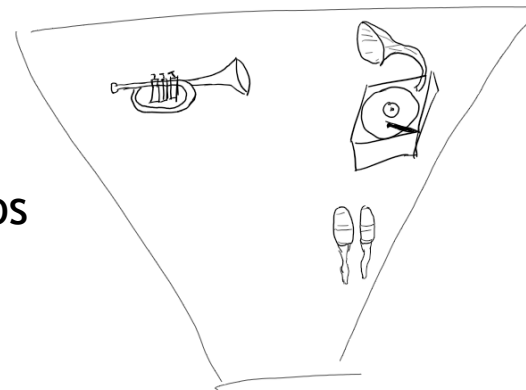
El jugador debe mover sus brazos al ritmo de la música siguiendo indicaciones



Figuras



El jugador debe adoptar una serie de posiciones destinadas a realizar estiramientos



Análisis Inicial - Pruebas de memoria

Canción

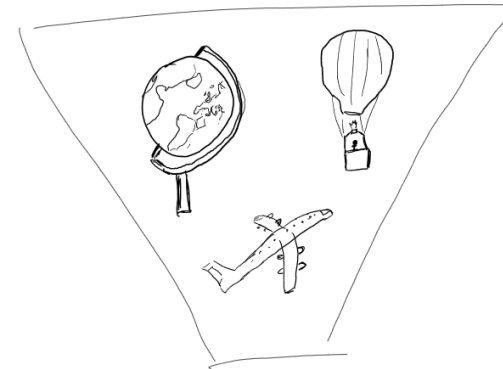
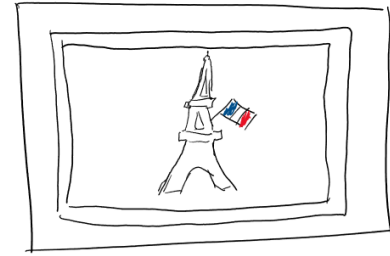


Se utiliza música conocida por el público objetivo para estimular la memoria del jugador

Turismo



Se intenta hacer recordar vivencias pasadas utilizando imágenes de lugares famosos



Análisis Inicial - Pruebas de lenguaje

Situaciones



Se presenta al jugador una situación cotidiana a través de imágenes, descripciones o sonidos

Objetivo



Que el jugador hable y comente aspectos de su vida en dichas situaciones

Lo ideal es disponer de otra persona para mantener una conversación

Análisis Inicial - Pruebas razonamiento

Agrupación de objetos

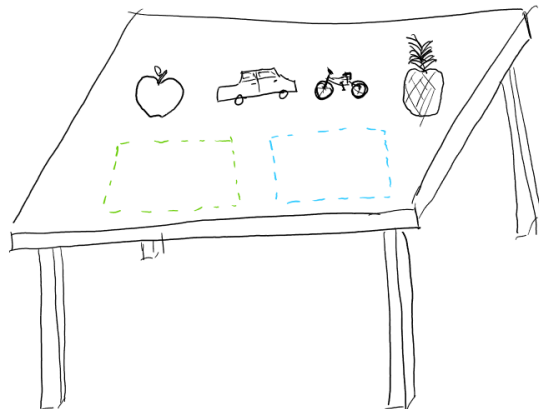


Se muestran una serie de objetos modelados en 3D con los que el usuario puede interactuar. Estos objetos pertenecerán a dos categorías diferentes y el jugador deberá recolocarlos para que estén agrupados por categoría

Identificación de sonidos



Se muestran otra serie de objetos y se reproduce un sonido característico de alguno de ellos. El jugador debe averiguar de cual se trata

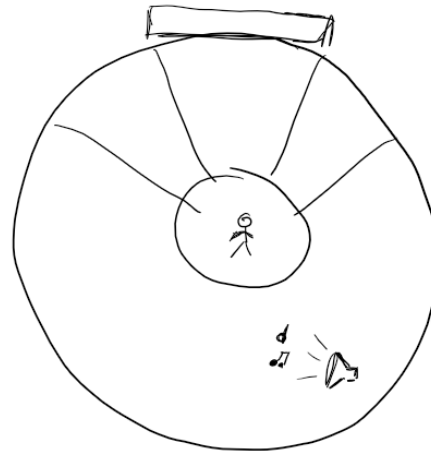


Análisis Inicial - Pruebas de comprensión espacial

Localización de sonidos



Se estudia la capacidad de localizar sonidos en un espacio tridimensional. El jugador debe averiguar desde qué dirección viene el sonido que escucha



Tecnología a usar - Realidad Virtual

∞ Meta Quest 2

- Sin cables
- Permite seguimiento de manos
- Actual
- Buen SDK y documentación

- Poco potente
- Menor calidad visual

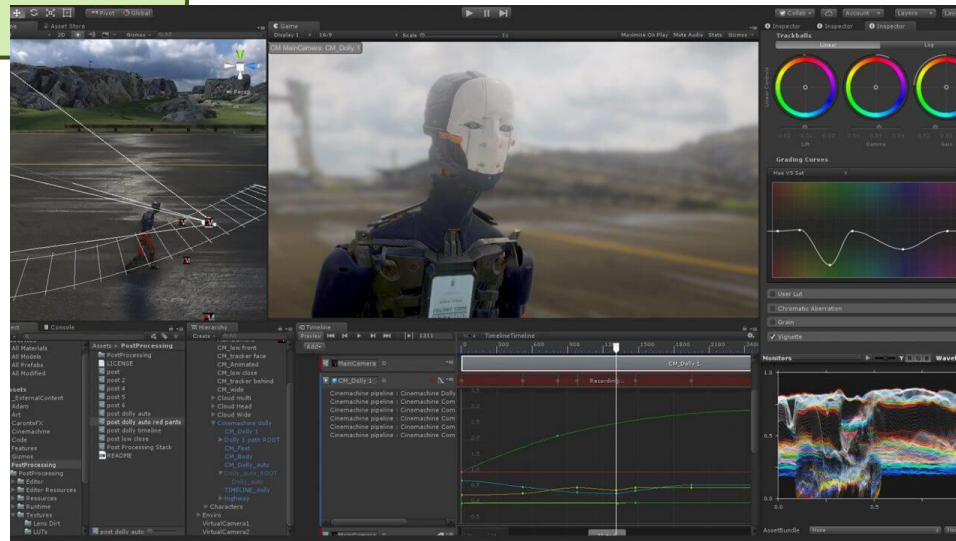


Tecnología a usar - Desarrollo Videojuegos



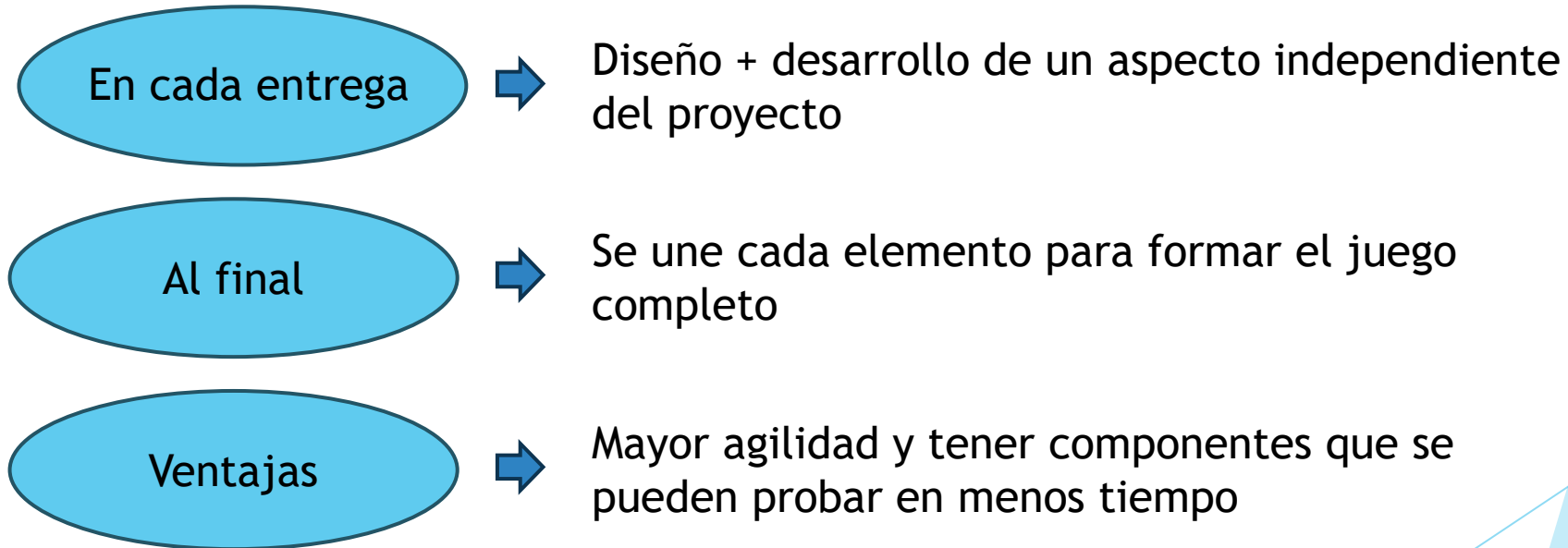
- Gratuito
- Buena documentación
- Comunidad muy activa
- Compatibilidad con Meta Quest 2
- Uso del lenguaje C#

- Por defecto, es gráficamente inferior, especialmente en iluminación



Metodología a usar - Entregas

Desarrollo evolutivo basado en entregas





ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Metodología a usar - Entregas

Objetivos por entregas

1. Instalación de herramientas y creación de escena con funcionalidad básica
2. Diseño de las mecánicas individuales usadas en las pruebas y posterior integración
3. Diseño y creación de los escenarios y todos los elementos gráficos del juego
4. Diseño e implementación de las pruebas utilizando las mecánicas previas
5. Integración de todos los elementos para crear el flujo final del juego.
Pruebas de usabilidad con personas.

Desarrollo - Entrega 1

Objetivo: **Entorno básico funcional**

Dispositivo
RV a usar



HTC Vive



Se instala Unity versión 2019.2.16f1

Paquetes



Importación de los paquetes

- SteamVR Unity Plugin
- VRTK
- Zinnia

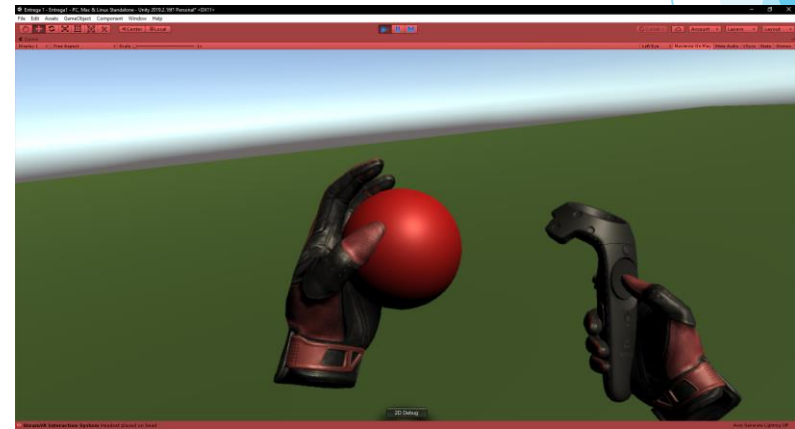
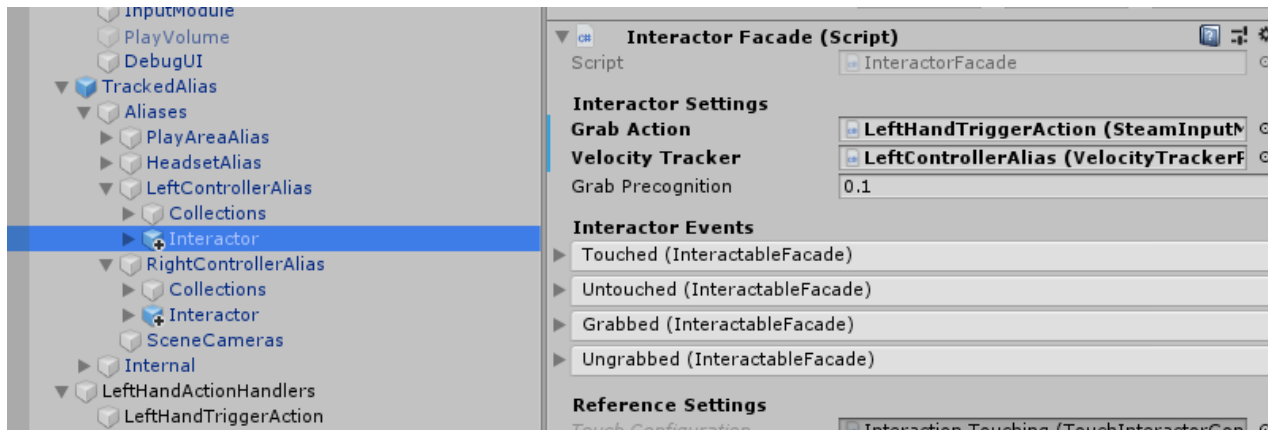


Desarrollo - Entrega 1

'Interactor' de VRTK



Elemento principal de las acciones



Desarrollo - Entrega 2

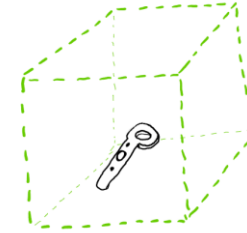
Objetivo: **Mecánicas básicas para las pruebas**

Pruebas de motricidad



Se necesita controlar la posición de los mandos

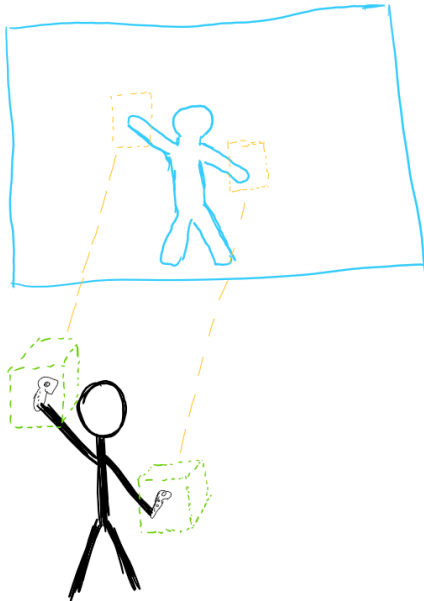
**Cubo invisible
con componente Trigger**



**Script para
controlar cuando
entran y salen los
mandos del espacio
designado**

```
Oreferencias
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.tag == controllerTag)
    {
        nControllers++;
    }
}

Oreferencias
private void OnTriggerExit(Collider other)
{
    if (other.tag == controllerTag)
    {
        nControllers--;
    }
}
```



Desarrollo - Entrega 2

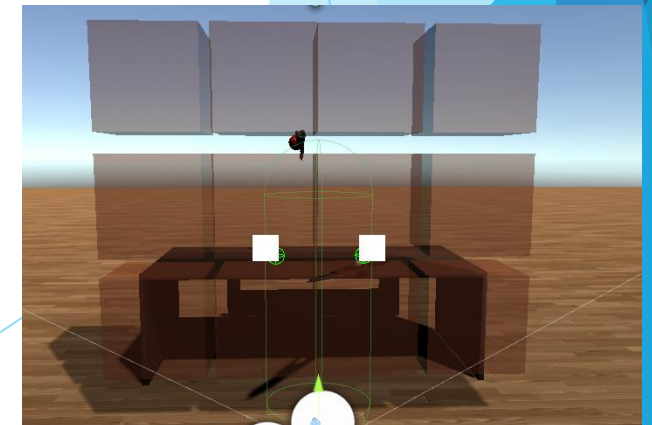
Control posición de las manos del jugador

- Se crea una **matriz de objetos Trigger** cuya posición y rotación cambia con los movimientos del jugador
- Cada Trigger siempre está en la **misma posición** respecto a la visión del jugador
- Las posiciones en las que el jugador debe colocar sus manos se pueden describir como una **matriz de booleanos**
- Se implementa la **carga de posiciones** mediante ficheros JSON

Para facilitar la
escalabilidad del sistema

Indicar posiciones
concretas según tiempos y
enlazar varias posiciones

```
{
  "level": {
    "part": [
      {
        "time": 5,
        "triggerPositions": [
          false, true, true, false,
          false, false, false, false,
          false, false, false, false
        ]
      },
      {
        "time": 10,
        "triggerPositions": [
          false, false, false, false,
          true, false, false, true,
          false, false, false, false
        ]
      },
      {
        "time": 15,
        "triggerPositions": [
          false, false, false, false,
          false, true, true, false,
          false, false, false, false
        ]
      }
    ]
  }
}
```



Desarrollo - Entrega 2

**Pruebas de memoria
y lenguaje**



Basta con presentar una imagen o sonido con las herramientas básicas de Unity

**Pruebas de
razonamiento**



Requieren que se puedan colocar objetos en zonas específicas del escenario, para ello se utiliza una variante del Trigger anterior

**Prueba de
comprensión espacial**



Utiliza el motor de espacialización de audio propio de Unity

Desarrollo - Entrega 3

Objetivo: **Diseñar, crear e integrar los escenarios**

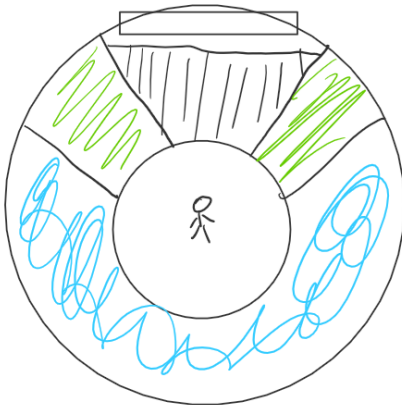


Escenario

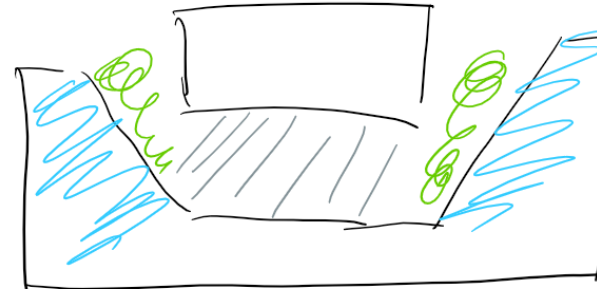


Inspiración en concursos de TV como 'Ahora Caigo'

**Escenario circular
con jugador en el centro**



**Pantalla gigante
con la que interactuar**





ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



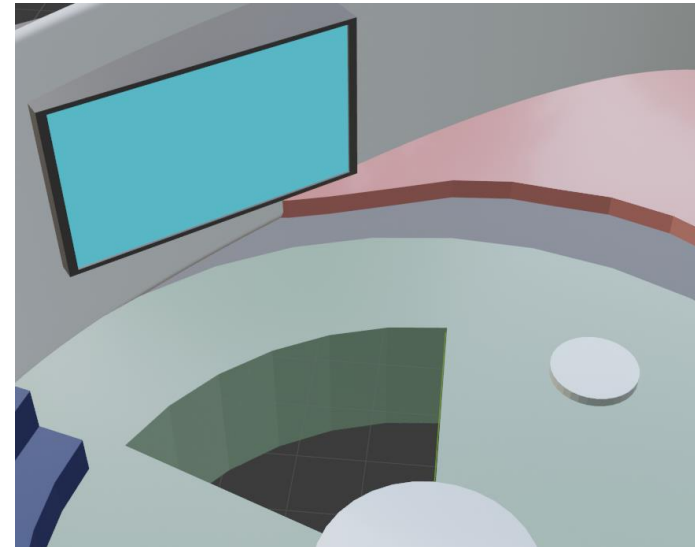
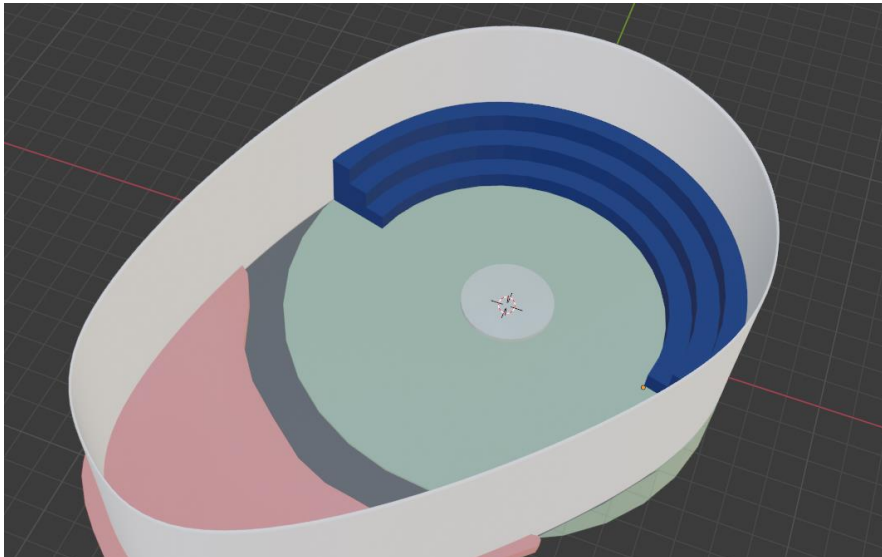
Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Desarrollo - Entrega 3

Escenario



Creado usando Blender

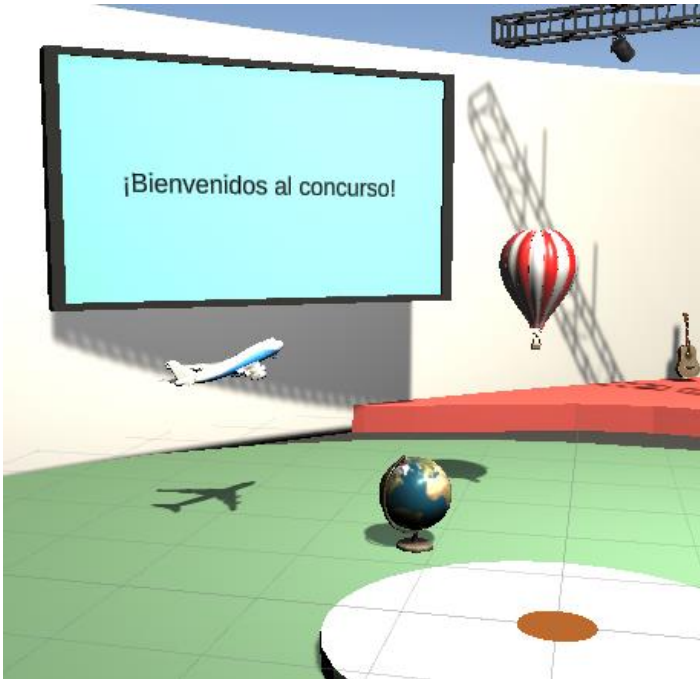


Desarrollo - Entrega 3

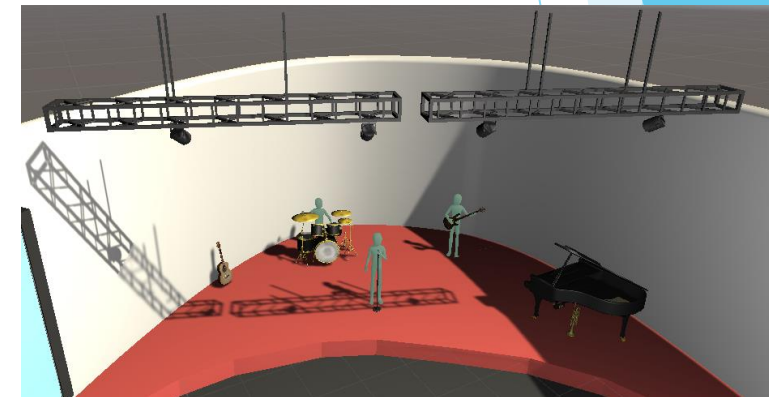
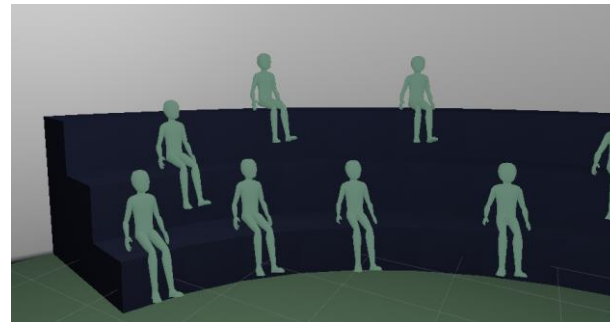
Escenario



Posteriormente importado en Unity
Con decoración extra obtenida de Unity Asset Store



Antonio Jiménez Amador





ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Desarrollo - Entrega 4

Objetivo: Implementación de las pruebas

Clase
Prueba



De la que heredan clases individuales para cada tipo de prueba

```
public class Prueba : MonoBehaviour
{
    protected GameObject ascensor;
    protected GameObject imagen;
    protected GameObject sonido;
    protected string pathTriggers;
    protected int botonCorrecto;
    protected List<GameObject> listaObjetos;

    private scriptAscensor ascensorPrincipal;
    private scriptAscensor nuevoAscensor;

    private bool activo;
    private bool terminar;
    private bool listo;
    private bool objetosCreados;
}
```

```
    Mensaje de Unity | 0 referencias
    void Start()...

    Mensaje de Unity | 0 referencias
    void Update()...

    14 referencias
    public virtual void CargarPrueba()...

    7 referencias
    public void MoverAscensores()...

    10 referencias
    public void TerminarPrueba()...

    1 referencia
    public void CargarImagenPantalla(GameObject spr)...

    1 referencia
    public void CargarSonido(GameObject sonido)...

    1 referencia
    public void CargarObjetos(List<GameObject> objetos)...

    1 referencia
    public void PruebaCorrecta()...
}
```

Desarrollo - Entrega 4

Clases
hijas



Para cada tipo de prueba se sobrescriben los métodos que cargan los recursos como imágenes y sonidos

```
public class pruebaSonidos : Prueba
{
    14 referencias
    public override void CargarPrueba()
    {
        ascensor = (GameObject)Resources.Load("Escenarios/Esc_sonidos");
        listaObjetos = new List<GameObject>();

        listaObjetos.Add((GameObject)Resources.Load("Objetos/Coche"));
        listaObjetos.Add((GameObject)Resources.Load("Objetos/Pajaro"));
        listaObjetos.Add((GameObject)Resources.Load("Objetos/Guitarra_no"));
        listaObjetos.Add((GameObject)Resources.Load("Objetos/Telefono"));

        switch (Random.Range(0, 3))
        {
            case 0:
                sonido = (GameObject)Resources.Load("Canciones/son_pajaro");
                botonCorrecto = 4;
                break;
            case 1:
                sonido = (GameObject)Resources.Load("Canciones/son_guitarra");
                botonCorrecto = 2;
                break;
            case 2:
                sonido = (GameObject)Resources.Load("Canciones/son_telefono");
                botonCorrecto = 1;
                break;
            default:
                break;
        }

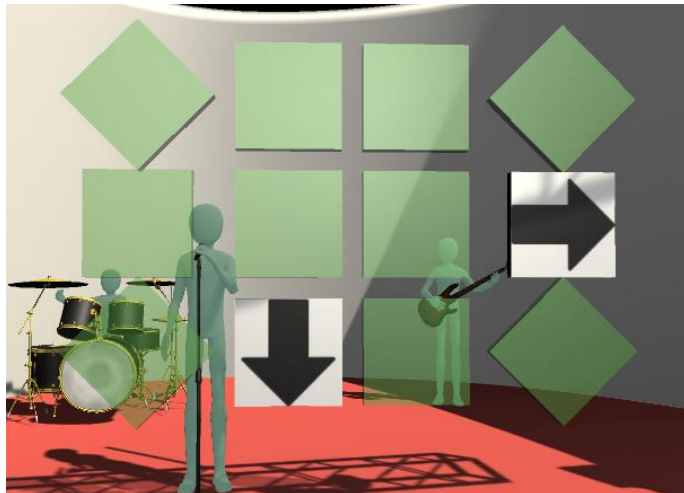
        MoverAscensores();
    }
}
```


Desarrollo - Entrega 4

Elementos de interacción:

Matriz de indicaciones

- Para las pruebas de **motricidad**
- Matriz similar a la de Triggers
- Visible para el usuario
- Le mostrará los movimientos a realizar

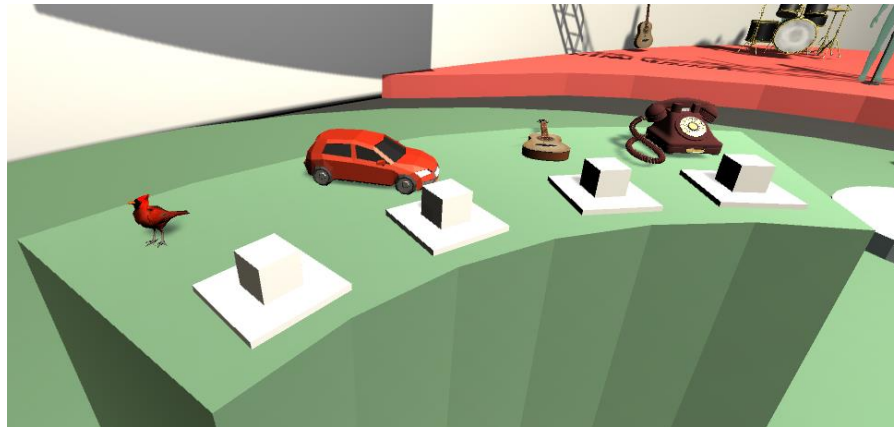
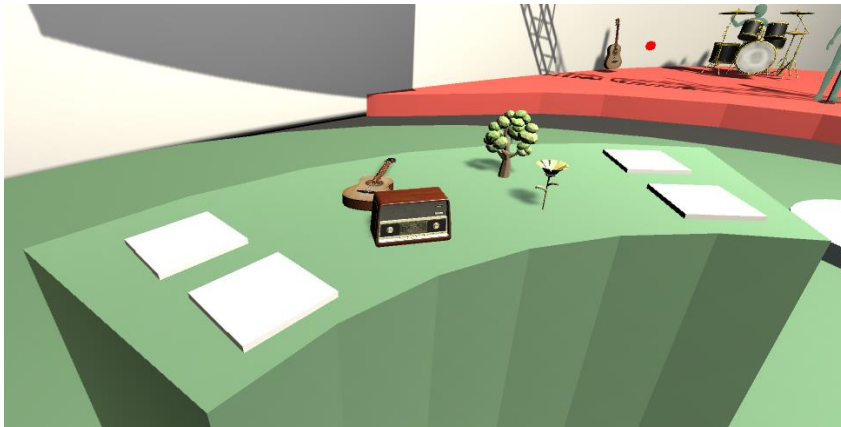


Desarrollo - Entrega 4

Elementos de interacción:

Repisa móvil

- Ascensor en el escenario
- Colocar los objetos de las pruebas
- Usada en las pruebas de asociación y sonidos.



Desarrollo - Entrega 4

Variaciones de las pruebas:

Tres
variaciones



Se eligen los elementos concretos para cada prueba, creado tres pruebas de cada tipo, variando los elementos



Imágenes de ejemplo: Prueba de Situaciones

Desarrollo - Entrega 5

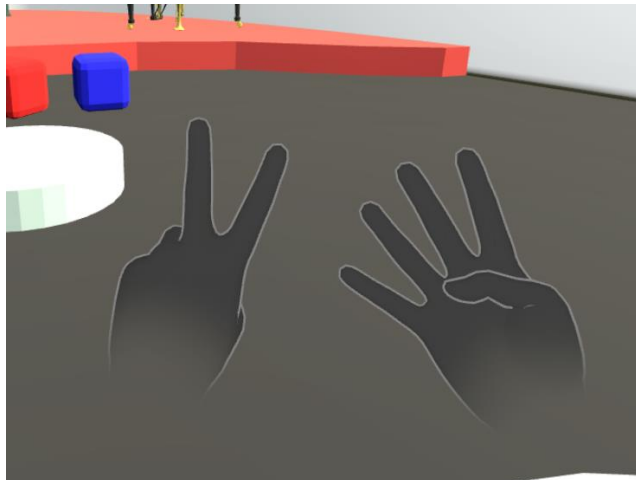
Objetivo: Unión de todos los elementos. Flujo del juego y pruebas

Cambio de
dispositivo



∞ Meta Quest 2

- Más cómodo para los jugadores
- Sin cables ni estaciones externas
- Más actual y con SDK moderno y de calidad, más asentado
- Permite seguimiento de manos





ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Desarrollo - Entrega 5

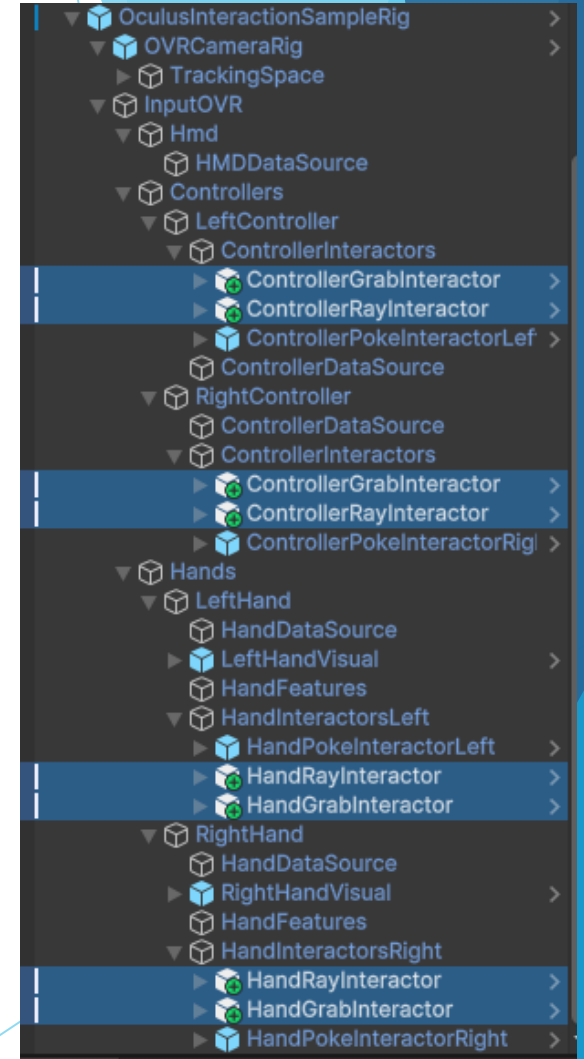
Objeto
jugador



Se sustituye el objeto del jugador anterior con el incluido en el nuevo SDK



Permite agregar interacciones fácilmente con 'Interactors'



Desarrollo - Entrega 5

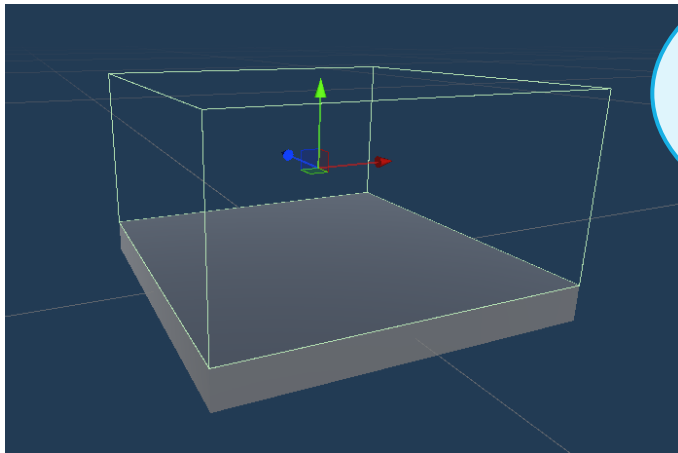
Zonas de
detección



Se actualizan aspectos de las pruebas anteriores, como las zonas de detección para la prueba de asociación



Se sustituyen los botones de la prueba de sonidos, por este mismo tipo de zona

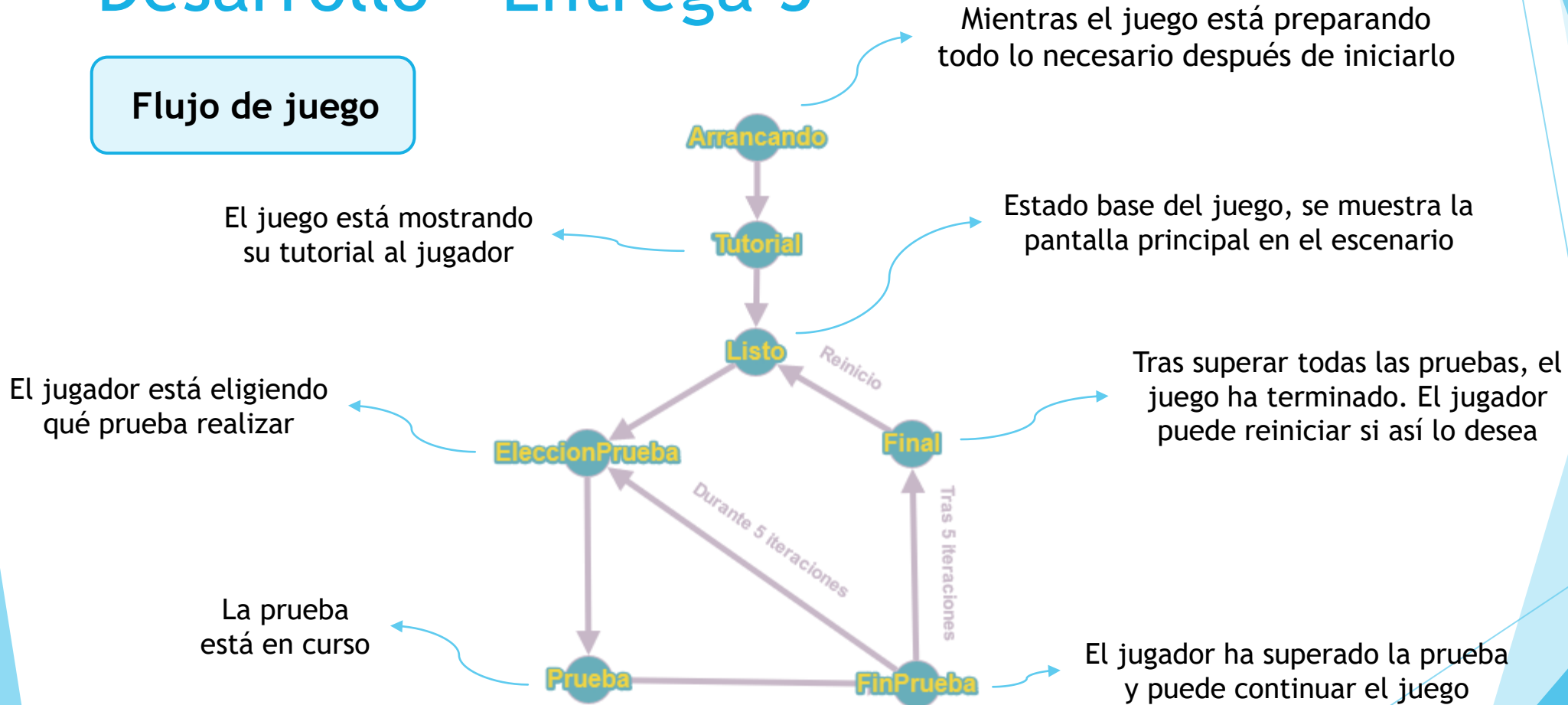


```
Ⓜ Mensaje de Unity | 0 referencias
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    detectedObjects.Add(other.gameObject);
    if (other.gameObject.tag == categoria)
    {
        _correcto = true;
        _numObjetosCategoria++;
    }
    else if (other.gameObject.tag == categoriaSecundaria)
    {
        _correctoSecundaria = true;
        _numObjetosCategoriaSecundaria++;
    }
}

Ⓜ Mensaje de Unity | 0 referencias
private void OnTriggerExit(Collider other)
{
    detectedObjects.Remove(other.gameObject);
    if (other.gameObject.tag == categoria)
    {
        _numObjetosCategoria--;
        if (_numObjetosCategoria < 1)
        {
            _correcto = false;
        }
    }
    else if (other.gameObject.tag == categoriaSecundaria)
    {
        _numObjetosCategoriaSecundaria--;
        if (_numObjetosCategoriaSecundaria < 1)
        {
            _correctoSecundaria = false;
        }
    }
}
```

Desarrollo - Entrega 5

Flujo de juego



Desarrollo - Entrega 5

Clases Manager



Controlan diversos aspectos del juego



Game Manager

- Controla el flujo general del juego
- Se comunica con el resto de managers



UI Manager

- Controla la interfaz del juego, especialmente la pantalla del escenario
- Controla lo que se muestra en ella
- Controla los eventos generados por las pulsaciones de sus botones

Desarrollo - Entrega 5

Clases Manager



Controlan diversos aspectos del juego



Pruebas Manager

- Gestiona en todo momento la prueba que esté sucediendo
- Carga sus datos y comprueba si es correcta



Escenario Manager

- Modifica el escenario
- Coloca y quita los objetos y partes del escenario según sean necesarias para cada prueba

Desarrollo - Entrega 5

Clases Manager



Controlan diversos aspectos del juego



Trigger Manager

- Controla en específico los triggers de las pruebas de baile y posiciones
- Carga el fichero JSON
- Va alternando los triggers
- Comprueba si la posición del jugador es correcta.





ugr

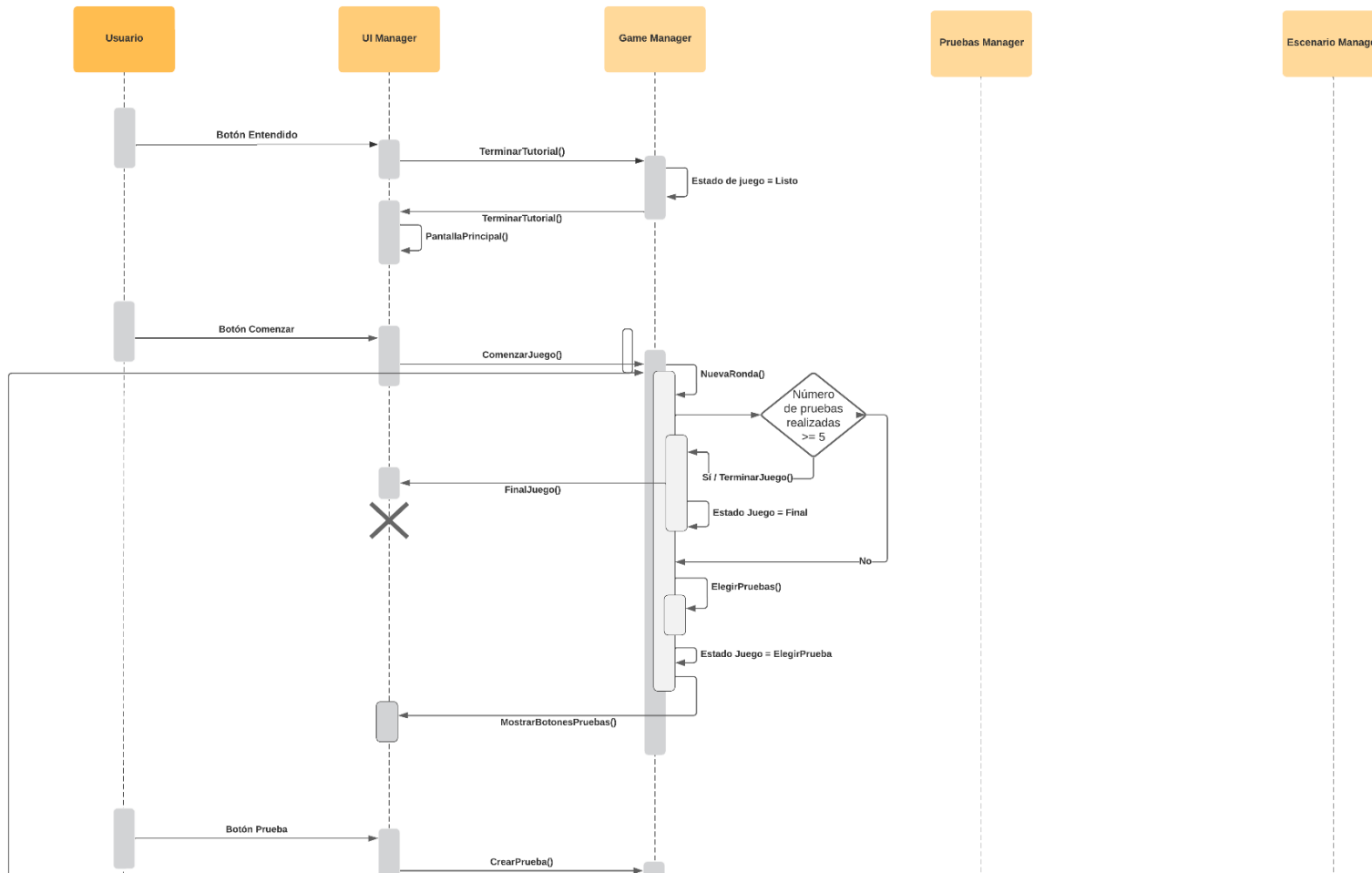
Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Desarrollo - Entrega 5



Antonio Jiménez Amador



ugr

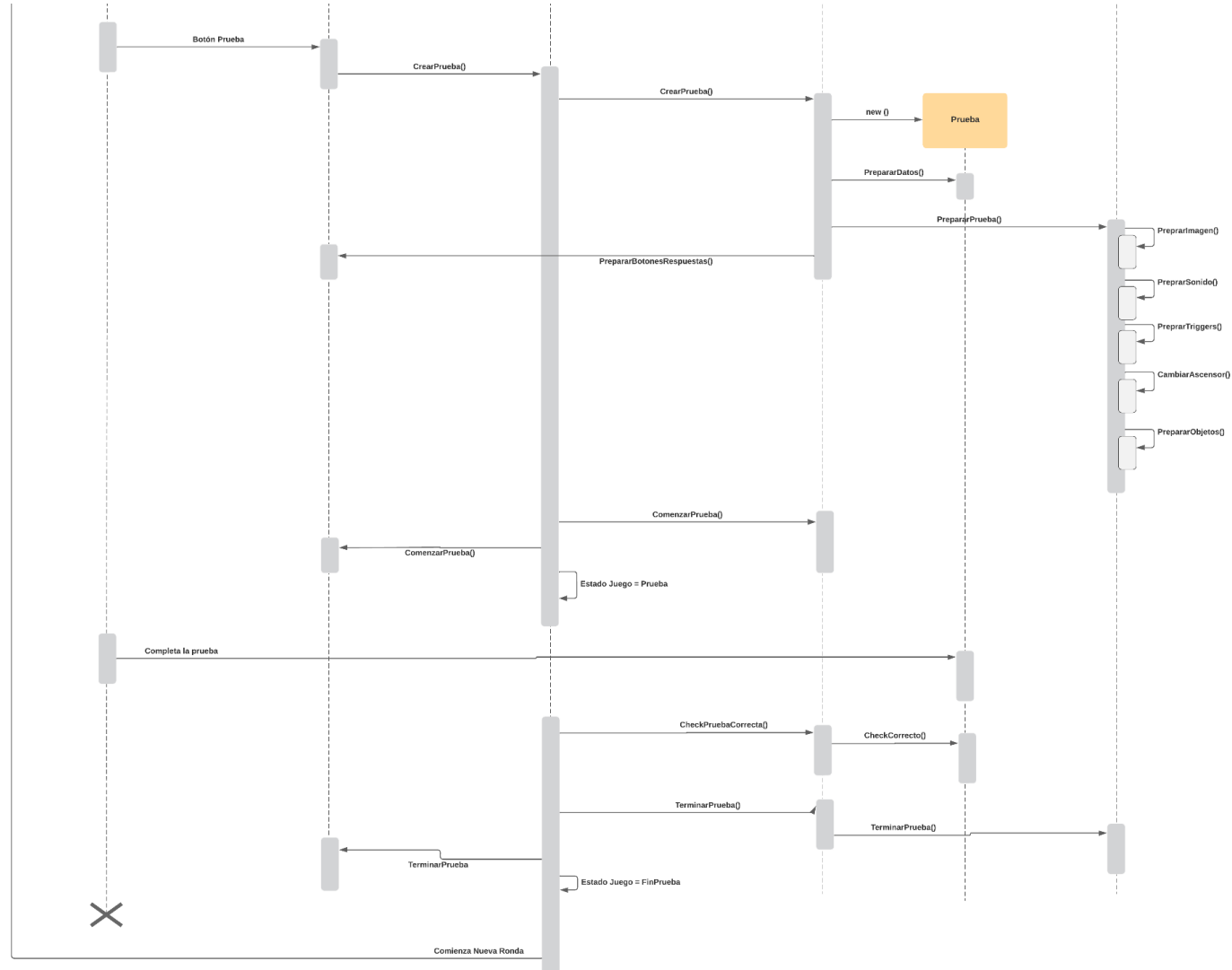
Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Desarrollo - Entrega 5



Desarrollo - Entrega 5

Pruebas con personas

diferentes

Edades

Conocimientos
tecnológicos

Familiaridad
con la RV

		Franjas de edad			
		20-30 años		+60 años	
		Familiaridad RV			
		Sí	No	Sí	No
Conocimientos tecnológicos	Ninguno				B,C
	Básico		D		A
	Avanzado	E,F			

Desarrollo - Entrega 5

Cuestionario de usabilidad (SUS)

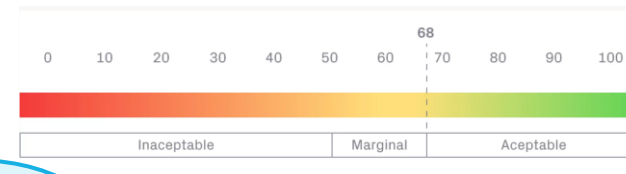


Estudia si el juego es fácil de entender y utilizar y si la realidad virtual es en general un buen medio digital incluso para personas mayores o sin conocimientos tecnológicos

Encuestado	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8	Preg. 9	Preg. 10	Suma impares	Suma pares	Total SUS
A	4	3	4	4	4	2	4	2	2	3	18	14	60
B	5	1	5	4	5	2	5	1	5	2	25	10	87.5
C	4	1	4	3	4	2	4	2	3	2	19	10	72.5
D	4	1	5	2	4	2	4	2	4	1	21	8	82.5
E	4	2	4	1	4	2	5	2	4	1	21	8	82.5
F	4	1	5	3	5	1	4	1	5	1	23	7	90

		Franjas de edad			
		20-30 años		+60 años	
		Familiaridad RV			
		Sí	No	Sí	No
Conocimientos tecnológicos	Ninguno				B,C
	Básico		D		A
	Avanzado	E,F			

La puntuación media de usabilidad según los encuestados es de 79 puntos. 11 puntos por encima del límite para considerarse una aplicación con buena usabilidad



79
puntos



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Desarrollo - Entrega 5

Opinión profesional

“Me ha gustado mucho usar las manos para manejar todo, especialmente el gesto con el pulgar y el índice para seleccionar, porque ese es un movimiento de motricidad fina, y las personas mayores es algo que suelen perder, sobre todo cuando comienzan a tener artritis y artrosis.”

“El estrés, o cualquier tema emocional como la depresión, afectan muchísimo a la memoria, la concentración y la percepción, entonces esto (el juego) puede ser un estímulo en cualquier momento.”

“Lo que es la parte técnica está, ahora ya hay que meterle los contenidos necesarios para estimular las diferentes áreas y las diferentes habilidades que se necesitan estimular.”

Carmen Granero Rico
Psicóloga especializada en gerontología

Conclusiones

Sobre el proyecto

- La realidad virtual no supone una barrera
- La presentación como juego y la RV es un gran aliciente
- Entorno virtual simple evita desorientación
- Gran importancia del seguimiento de manos
- Usable en solitario, pero se beneficia de tener a otra persona
- En general, el proyecto ha alcanzado sus objetivos y ha sido exitoso

Aprendizaje

- Importancia de buena documentación y software estable
- Adquiridas capacidades de arte 3D
- Sobre el desarrollo de videojuegos y a valorarlos de otra forma



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Líneas futuras

- ☐ Trabajo conjunto con profesionales de la cognición para crear ejercicios aún más eficaces y que aprovechen al máximo la RV
- ☐ Profesionales del arte digital para aumentar la inmersión en el juego y hacerlo más atractivo
- ☐ Incluir opciones de accesibilidad: personas sordas, ciegas o con movilidad muy reducida
- ☐ Aumentar los elementos de videojuegos tradicionales: puntuaciones, diferentes modos de juego
- ☐ Aplicación compañera que permita ver e interactuar con el mundo virtual desde un dispositivo móvil mientras otra persona juega. Permitiendo ofrecer ayuda, consejos más efectivos o entablar un multijugador asimétrico en el que ambas personas juegan



ugr

Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Informática
y de Telecomunicación



Realidad virtual en entrenamiento cognitivo

Final - Vídeo demostración