

---

# Desarrollo de una Aplicación para Analizar y Evaluar el Comportamiento de Oradores en Realidad Virtual

---



Trabajo de Fin de Grado  
Curso 2018–2019

**Autores**

Jorge Algaba Aranda  
Manuel Hernández Nájera-Alesón

**Director**

Prof. Dr. Federico Peinado Gil  
Codirector: Alejandro Romero Hernández

Grado en Desarrollo de Videojuegos  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid

31 de mayo de 2019



# Dedicatoria

*Dedicado a nuestras familias por haber hecho esto posible, por habernos ayudado en momentos de flaqueza y apoyarnos en alcanzar nuestros sueños.*



# Resumen

La comunicación es una de las capacidades fundamentales del ser humano, importante en prácticamente cualquier faceta de nuestra vida personal y laboral. Si queremos convencer a otros de nuestras ideas o venderles un producto o servicio, no sólo es importante el contenido del mensaje sino también el modo en que este se transmite. Para entrenar habilidades sociales como esta disponemos hoy día de una tecnología que nos permite simular situaciones reales como nunca antes ha sido posible. Esta tecnología son los nuevos dispositivos y aplicaciones de Realidad Virtual.

El objetivo de este trabajo es simular mediante dicha tecnología la presentación oral de un discurso breve ante el público. El sistema a desarrollar no sólo deberá realizar esta simulación sino que deberá analizar y evaluar de manera cuantitativa la confianza y capacidad de hablar en público que tiene el usuario, validando estos resultados mediante comparación con los del test estandarizado Personal Report of Confidence as a Speaker (PRCS).

Utilizando Unity, Python y otras herramientas, hemos desarrollado esta aplicación de simulación, estudio y medición de datos en Realidad Virtual. Concretamente hemos reproducido una sala de reuniones donde se sitúa el jugador, en el papel de un desarrollador independiente de videojuegos, frente a tres personajes que representan editores de la industria del videojuego, y teniendo que dar un discurso breve (o pitch) para convencerles de que financien su próximo proyecto.

Durante un breve lapso de tiempo (1 minuto), y gracias al casco y los controladores manuales de Realidad Virtual, se miden algunas características del discurso que ejecuta el usuario: sonoridad, emociones presentes en su tono de voz, movimiento de las manos y tiempo de contacto visual entre el usuario y su público.

Los experimentos realizados para validar el sistema comienzan siempre con una introducción al entorno virtual, a lo que sigue la realización del discurso libre y que finaliza con la contestación del usuario a las preguntas del test PRCS.

Apoyándonos en las medidas obtenidas de un reducido conjunto de usuarios, hemos diseñado una primera fórmula que trata de predecir de manera heurística el resultado que va a obtener un usuario en el PRCS en base a los resultados obtenidos en la simulación.

Como conclusión, creemos que este ejercicio de desarrollo, obtención de datos, análisis y representación visual e interpretación de los mismos, puede ser de utilidad para futuras investigaciones tanto en el campo de la Realidad Virtual como en el entrenamiento de habilidades como la comunicación oral.

## **Palabras clave**

Hablar en Público, Habilidades Sociales, Realidad Virtual, Gamificación, Simulación

# Abstract

The goal of this TFG is to create a virtual reality videogame pitch simulator to measure and qualify users' ability to speak in public and compare said measures and scores with the PRCS (Personal Confidence Report as Speaker) test to check their validity.

Using Unity, Python and other tools we have generated a simulation and data analysis application in Virtual Reality.

The simulation places the user in a meeting room with 3 people in the audience, before which he must give a speech and convince them to buy their product.

During this time, some features of the user's speech are measured: it's loudness, emotionality of his voice tone, hand movement speed and the amount of time the user uses to direct their gaze to the audience.

The simulation is divided into 3 phases that include the introduction to the system and Virtual Reality, speech itself (which consists of a 1 minute interval where the user must sell their product to the audience) and the last phase, where the user must answer the PRCS test.

Through the measurements obtained from a set of users, we have developed a formula that tries to predict the PRCS outcome of a user using the measurements taken during the test.

Finally, we have managed to measure, analyze, represent and utilize users' data as well as obtaining a formula that predicts with certain precision the result users' can obtain in the test based on their performance.

## **Keywords**

Virtual Reality, Soft Skills, Public Speaking, Gamification, Simulation

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Aplicaciones de la realidad virtual . . . . .	2
1.2. Motivación y alcance del proyecto . . . . .	3
1.3. Vinculación con las competencias del grado . . . . .	4
1.4. Estructura de este documento . . . . .	5
<b>2. Objetivos y Metodología</b>	<b>7</b>
2.1. Objetivos . . . . .	7
2.2. Modelo de desarrollo . . . . .	8
2.2.1. Planificación . . . . .	9
2.3. Herramientas utilizadas . . . . .	10
<b>3. Estado de la Cuestión</b>	<b>13</b>
3.1. Proyecto ComunicArte . . . . .	13
3.2. Datos a medir . . . . .	14
3.3. Personal Report of Confidence as a Speaker . . . . .	14
3.4. Aplicaciones para perder el miedo y prepararse para hablar en público . . . . .	15
3.4.1. Virtual Orator . . . . .	15
3.4.2. BeFearless . . . . .	16
3.4.3. BeyondVR . . . . .	17
3.4.4. Otras aplicaciones . . . . .	18
3.5. Redes sociales en realidad virtual . . . . .	19
3.5.1. Facebook Spaces . . . . .	19
3.5.2. EmbodyMe . . . . .	20
3.5.3. Otras aplicaciones . . . . .	21
<b>4. Especificación, Análisis y Diseño</b>	<b>23</b>
4.1. Especificación de la aplicación . . . . .	23

4.1.1.	Etapa de introduccion . . . . .	23
4.1.2.	Etapa de discurso . . . . .	24
4.1.3.	Etapa de respuesta al PRCS . . . . .	24
4.2.	Análisis del Personal Report of Confidence as a Speaker . . . . .	25
4.3.	Arquitectura y módulos del sistema . . . . .	25
4.4.	Diseño de entorno . . . . .	27
4.5.	Sistema de recolección y análisis de datos . . . . .	29
<b>5.</b>	<b>Implementación y Pruebas</b>	<b>31</b>
5.1.	Participantes . . . . .	31
5.2.	Entorno y desarrollo . . . . .	31
5.3.	Preguntas . . . . .	32
5.4.	Participante ideal . . . . .	33
<b>6.</b>	<b>Resultados y Discusión</b>	<b>35</b>
6.1.	Datos recogidos . . . . .	35
6.1.1.	Movimiento de manos . . . . .	36
6.1.2.	Sonido . . . . .	37
6.1.3.	Emocionalidad . . . . .	38
6.1.4.	Mirada . . . . .	40
6.1.5.	Respuestas al PRCS . . . . .	40
6.2.	Comparación de los resultados . . . . .	41
6.2.1.	Personal Report of Confidence as a Speaker . . . . .	42
6.2.2.	Sonoridad . . . . .	42
6.2.3.	Movimiento de manos . . . . .	44
6.2.4.	Mirada . . . . .	46
6.2.5.	Emocionalidad . . . . .	47
6.3.	Métrica . . . . .	48
6.3.1.	Preámbulo . . . . .	48
6.3.2.	Evaluación del silencio . . . . .	49
6.3.3.	Evaluación de la mirada . . . . .	50
6.3.4.	Tiempo total de mirada . . . . .	51
6.3.5.	Mirada individual a cada usuario . . . . .	52
6.3.6.	Formula general . . . . .	53
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>55</b>
7.1.	Objetivos alcanzados . . . . .	55
7.2.	Trabajo futuro . . . . .	56
	<b>Bibliografía</b>	<b>59</b>
	<b>A. Contribuciones de los autores</b>	<b>61</b>

A.1. Jorge Algaba Aranda . . . . .	61
A.2. Manuel Hernández Nájera-Aleson . . . . .	63
<b>B. Introduction</b>	<b>65</b>
B.1. Virtual Reality Applications . . . . .	66
B.2. Project Motivation and Reach . . . . .	67
B.3. Link with degree's competences . . . . .	68
<b>C. Conclusions</b>	<b>69</b>
C.1. Achieved Objectives . . . . .	69
C.2. Future Work . . . . .	70
<b>D. Informes de Input de Usuarios</b>	<b>73</b>
D.1. Usuario 1 . . . . .	73
D.2. Usuario 2 . . . . .	80
D.3. Usuario 3 . . . . .	87
D.4. Usuario 4 . . . . .	94
D.5. Usuario 5 . . . . .	101
<b>E. Test PRCS</b>	<b>109</b>
<b>F. Documento de Diseño</b>	<b>111</b>
F.1. RESUMEN . . . . .	111
F.1.1. Plataforma/ Hardware Minimo . . . . .	111
F.1.2. Estilo Visual . . . . .	111
F.1.3. Estilo de Audio . . . . .	111
F.2. Comienzo . . . . .	112
F.2.1. Comienzo del juego- Menú Principal-Creación/Selección de Personaje . . . . .	112
F.2.2. Comienzo de juego e intro . . . . .	112
F.2.3. HUD y Menús . . . . .	112
F.3. UI . . . . .	112
F.3.1. Pantalla Inicial . . . . .	112
F.3.2. PRCS . . . . .	114
F.4. Gameplay . . . . .	114
F.4.1. Mecánicas . . . . .	115
F.4.2. Controles . . . . .	115
F.4.3. Modos . . . . .	116
F.4.4. Desafíos de Importancia . . . . .	116
F.5. Personajes . . . . .	116
F.5.1. Audiencia: . . . . .	117
F.5.2. Usuario . . . . .	117

F.6. Entorno . . . . .	118
------------------------	-----

# Índice de figuras

2.1. Dispositivo de Realidad Virtual Oculus Rift . . . . .	10
3.1. Gameplay Virtual Orator . . . . .	16
3.2. Simulación frente a 6 personas en Be Fearless . . . . .	17
3.3. Discurso en BeyondVR frente a un gran público . . . . .	18
3.4. Una reunión de amigos en Facebook Spaces . . . . .	20
3.5. Manos en Realidad Virtual en EmbodyMe . . . . .	21
4.1. Diagrama módulos . . . . .	26
4.2. Escenario con Assets en Unity . . . . .	28
4.3. Personaje Mixamo en Unity . . . . .	28
4.4. Diagrama módulos . . . . .	30
5.1. Sala de la Facultad donde se realizaron la pruebas . . . . .	32
5.2. José Massa miembro de Tape realizando el Speech . . . . .	33
6.1. Ejemplo de gráfico de datos de la Mano Izquierda . . . . .	36
6.2. Ejemplo de gráfico de datos de la Mano Derecha . . . . .	37
6.3. Ejemplo de gráfico de datos del sonido . . . . .	38
6.4. Ejemplo de gráfico de datos de la Emoción . . . . .	39
6.5. Ejemplo de gráfico de datos de la Mirada . . . . .	40
6.6. Ejemplo de gráfico de datos de las Respuestas al PRCS . . . . .	41
6.7. Respuestas al PRCS del usuario experimentado . . . . .	42
6.8. Respuestas al PRCS del usuario poco experimentado . . . . .	42
6.9. Sonoridad del usuario experimentado . . . . .	43
6.10. Sonoridad del usuario poco experimentado . . . . .	43
6.11. Velocidad de la mano izquierda del usuario experimentado . . . . .	44
6.12. Velocidad de la mano derecha del usuario experimentado . . . . .	44
6.13. Velocidad de la mano izquierda del usuario poco experimentado . . . . .	44
6.14. Velocidad de la mano derecha del usuario poco experimentado . . . . .	44

6.15. Reparto de mirada al publico del usuario 5 . . . . .	46
6.16. Reparto de mirada al publico del usuario 2 . . . . .	46
6.17. Emocionalidad del usuario 5 . . . . .	48
6.18. Emocionalidad del usuario 2 . . . . .	48
F.1. Pantalla inicial del juego . . . . .	113
F.2. Pantalla inicial del juego con frase "pulse para comenzar" . . .	113
F.3. Pantalla de respuesta al test PRCS . . . . .	114
F.4. Vista desde el punto del usuario . . . . .	117
F.5. Vista general del entorno . . . . .	118

# Capítulo 1

## Introducción

Vivimos en una sociedad interdependiente, donde la comunicación interpersonal tiene una importancia clave.

Mediavilla (2015) señala que la comunicación entre seres humanos es una de las principales razones por las cuales nuestra especie ha evolucionado en sus habilidades cognitivas hasta alcanzar su desarrollo actual.

El ser humano se comunica constantemente: saludar al subirse a un autobús, preguntar a un profesor o pedir comida a domicilio son solo tres ejemplos básicos de la enorme cantidad de actos comunicativos que realizamos como seres humanos y de los cuales dependemos para desarrollar nuestra vida diaria en una sociedad en continuo desarrollo.

En un tipo particular de estos actos es en el que se centra este trabajo, concretamente en realizar un pitch para vender una idea o producto. Esto supone que hay un orador o ponente tratando de transmitir un mensaje eficazmente hacia un grupo de personas que tomarán seriamente en consideración lo que este diga y cómo lo diga.

La realidad virtual es otro de los pilares de este proyecto, haremos un breve repaso de su situación actual, las motivaciones que existen para usar esta tecnología en el presente trabajo y hasta donde se espera llegar con el proyecto, así como las vinculaciones que tiene todo esto con lo aprendido durante el Grado en Desarrollo de Videojuegos.

## 1.1. Aplicaciones de la realidad virtual

Entendemos la realidad virtual como una experiencia sensorial generada computacionalmente donde el usuario se siente inmerso en un entorno virtual con el cual puede interactuar y que ofrece señales a los sentidos, principalmente visuales y sonoras. La peculiaridad de éste tipo de simulaciones radica en que los entornos son plenamente inmersivos gracias al uso de gafas o cascos especiales, y a veces también a guantes o controladores manuales específicos.

Los cascos de realidad virtual son una herramienta que ha sufrido una significativa mejora<sup>1</sup> en los últimos años y que hoy día permite al usuario mover libremente su cabeza para mirar hacia donde desee en el entorno virtual, recibiendo también respuesta auditiva tridimensional. Los mandos adaptados a la mano no sólo permiten interactuar de forma similar a una mano humana, sino que también proveen de respuesta táctil en forma de vibraciones o con señales similares.

Entre los dispositivos de realidad virtual más conocidos en la actualidad podemos destacar HTC Vive<sup>2</sup>, Oculus Rift<sup>3</sup>, Playstation VR<sup>4</sup> e incluso otros como Oculus Go<sup>5</sup> o Gear VR<sup>6</sup>.

Bates-Brkljac (2011) en relación a la creación de entornos de realidad virtual señala que: *“Las experiencias humanas vividas en el mundo real se construyen basándose en las respuestas obtenidas de órganos sensoriales. Sustituyendo las imágenes reales, el sonido y la recepción táctil de dichas experiencias con ilusiones generadas computacionalmente, se puede general un entorno virtual con el que los usuarios puedan trabajar como si de un entorno físico real se tratara.”*

Al tratarse de una tecnología creciente como veremos después, hay un gran número de aplicaciones como Minecraft VR o Robo Recall, desde videojuegos (mayoritariamente) hasta aplicaciones con usos tan serios como para mejorar la labor de los médicos por medio de la recreación de operaciones de cirugía.

Smith (2019) estima un beneficio en el segmento de los videojuegos para Realidad Virtual de hasta los 8.2 billones para 2023, lo que claramente señala la cual va a ser el camino que va a tomar la industria de los videojuegos estos

---

<sup>1</sup><https://xoia.es/ultimos-avances-en-realidad-ultimos-avances-en-realidad-virtual-virtual-actualizado-2019/>

<sup>2</sup><https://www.vive.com/eu/>

<sup>3</sup><https://www.oculus.com/rift/>

<sup>4</sup><https://www.playstation.com/en-ae/explore/playstation-vr/>

<sup>5</sup><https://www.oculus.com/go/>

<sup>6</sup><https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/>

años. En 2018 la industria del VR (Realidad Virtual) consiguió 3.6 billones de beneficio<sup>7</sup>.

Como ejemplo del éxito de la Realidad Virtual se pueden tomar títulos como Beat Saber<sup>8</sup>, el cual lleva más de 1 millón de copias vendidas, aún teniendo un público relativamente pequeño ya que hoy día pocos consumidores cuentan con un dispositivo compatible con VR, como pueden ser Oculus Rift o HTC Vive, imprescindible para poder jugarlo. Otros juegos destacados son Fallout 4 VR<sup>9</sup>, Job Simulator<sup>10</sup> y Skyrim VR<sup>11</sup>.

En el ámbito de la medicina también se pueden encontrar ejemplos importantes. Hay herramientas dedicadas a la recuperación funcional y de movilidad de un paciente como explica Bollmann (2018) al hablar de la aplicación SaebVR<sup>12</sup>. Otras aplicaciones destacadas, con fines más sociales e incluso artísticos y culturales, son Facebook VR<sup>13</sup> o Tilt Brush<sup>14</sup>. En el estado de la cuestión cap 3 trataremos más acerca del estado de la cuestión.

## 1.2. Motivación y alcance del proyecto

Durante el transcurso de nuestra trayectoria académica y nuestros primeros pasos en el ámbito empresarial nos hemos dado cuenta de que no tener miedo de hablar en público y poder hacer un buen papel al hablar ante otros es vital para el desarrollo personal y profesional. Un buen discurso potencia la exhibición de tus habilidades mientras que un mal discurso puede perjudicar tu imagen y ensombrecer tu capacidad laboral, por muy buena que esta sea.

Una gran motivación para nuestro trabajo también era poder colaborar con un proyecto de la relevancia de ComunicArte<sup>15</sup> (ComunicArte project: PR2005-174/01), el cual está financiado por la Fundación BBVA cuyos fondos se orientan a estudiar y mejorar las capacidades para hablar en público de la población española, usando tecnología de realidad virtual como medio.

---

<sup>7</sup><https://www.viar360.com/virtual-reality-market-size-2018/>

<sup>8</sup><https://elchapuzasinformatico.com/2019/03/beat-saber-el-juego-de-realidad-virtual-ya-ha-vendido-mas-de-1-millon-de-copias/>

<sup>9</sup><https://uploadvr.com/fallout-4-vr-review/>

<sup>10</sup><https://uploadvr.com/job-simulator-review-making-the-mundane-magical/>

<sup>11</sup><https://uploadvr.com/skyrim-vr-rift-vive-pc-review/>

<sup>12</sup><https://www.saebo.com/saebvr/>

<sup>13</sup><https://facebook360.fb.com/>

<sup>14</sup><https://www.oculus.com/experiences/rift/1111640318951750/>

<sup>15</sup><http://comunicartefbbva.com/>

La glosfobia o ansiedad al hablar en público es un problema que sufre aproximadamente el 75 % de las personas, en mayor o menor medida según Hamilton (2010), por lo que el potencial público objetivo de este trabajo es muy grande y puede ser de gran ayuda para la sociedad.

El propósito de este trabajo consiste en crear un prototipo útil, dentro del contexto del proyecto ComunicArte, mediante el cual sea posible medir datos en VR y valorar la capacidad de hablar en público de un usuario para que este pueda mejorar. El alcance del proyecto llega hasta el punto de desarrollar un primer prototipo de un videojuego serio en el cual los jugadores puedan practicar a realizar discursos breves de venta (pitches) y entrenar así sus habilidades de hablar en público.

### 1.3. Vinculación con las competencias del grado

Este trabajo tiene relación de forma directa con varias de las competencias que han sido adquiridas en las asignaturas del Grado en Desarrollo de Videojuegos de la Universidad Complutense de Madrid <sup>16</sup>.

**Metodologías Ágiles de producción** es una asignatura en la que se aprenden métodos de desarrollo que permiten llevar un desarrollo más óptimo y modular. Trabajar con la metodología ágil Scrum permite definir las tareas de un proyecto según marche su desarrollo y según las prioridades que establezcan sus participantes.

**Fundamentos de la Programación, y Estructura de Datos y Algoritmos** otorgan competencias para crear toda la parte programática de la aplicación además de ser de gran utilidad a la hora de desarrollar los patrones de diseño de la aplicación y la algoritmia utilizada en el desarrollo.

**Diseño de Videojuegos, Desarrollo de Sistemas Interactivos y Usabilidad y Análisis de Juegos** aportan contenidos que permiten crear un juego bien planteado, con una interfaz clara y sencilla, fácil e intuitiva interacción del usuario y un diseño de escenarios que apoye los objetivos del proyecto, además de ayudar a entender cómo extraer los datos del jugador que serán analizados posteriormente.

**Proyecto I,II y III** han permitido desarrollar utilizando técnicas de trabajo en equipo eficiente, métodos de desarrollo útiles y comunicación clara

---

<sup>16</sup><https://www.ucm.es/data/cont/docs/titulaciones/869.pdf>

y directa durante todo el proceso.

**Aprendizaje automático y Minería de Datos** contiene competencias esenciales para este trabajo, que han permitido analizar y representar visualmente los datos obtenidos y así llegar a obtener la fórmula para obtener una aproximación del PRCS ( Personal Report of Confidence as Speaker)

**Motores de Videojuegos** enseña cómo funcionan las arquitectura y los entornos de desarrollo de videojuegos, permitiéndonos usar Unity y C# del modo correcto, tratando de sacar el máximo partido y rendimiento a este motor.

## 1.4. Estructura de este documento

En el siguiente capítulo Objetivos y Metodología hablaremos de los objetivos del proyecto y la metodología, planificación y herramientas utilizadas para llegar a ellos.

Posteriormente en el capítulo Estado de la Cuestión realizaremos a la actualizar del VR tanto aplicaciones para hablar en público como redes sociales, también hablaremos del proyecto ComunicArte donde colaboramos,

Después en el capítulo Especificación, Análisis y Diseño especificaremos el diseño de la aplicación y su arquitectura técnica.

Más tarde en Implementación y Pruebas realizaremos las pruebas y como han sido implementadas. Para seguidamente en Resultados y Discusión analizar y comparar los datos recogidos para sacar métricas.

Finalmente haremos un repaso a los objetivos alcanzados y al trabajo futuro en Conclusiones.



# Capítulo 2

## Objetivos y Metodología

En este capítulo se desarrolla el objetivo del proyecto, como se pretendemos llegar a alcanzarlo y cuales son las herramientas escogidas para poder perseguirlo.

### 2.1. Objetivos

En este trabajo se plantean tres objetivos principales:

1. El primer objetivo es desarrollar un sistema capaz de leer y almacenar información relacionada a hablar en público como el movimiento de las manos, el volumen, tono y ritmo de la voz y la mirada del orador.
2. El segundo objetivo es visualizar y valorar los resultados obtenidos, obtener la capacidad de hablar en público del usuario y validarlo con mediante el informe PRCS (Personal Report of Confidence as a Speaker) en el apéndice E. También identificar los parámetros más importantes a la hora de hablar en público.
3. El tercer y último objetivo del proyecto es desarrollar un minijuego que sirva para poner a prueba la oratoria de los jugadores simulando un discurso breve comercial, una especie de “Pitch Simulator”, también que

sirva como anticipo para el proyecto ComunicArte, donde se trabajarán escenarios más grandes y complejos.

Por otro lado nos gustaría dar un paso hacia adelante en el campo de la psicología y el entrenamiento de habilidades comunicativas, al poder medir datos en aplicaciones como esta de Realidad Virtual y medir, en este caso, la capacidad de hablar en público por medio del PRCS. Es interesante explorar estas cuestiones haciendo un análisis más rápido que de manera tradicional y también recreando una situación de hablar en público para poder trabajar con el paciente que tiene dificultades para enfrentarse a esta situación, llegar a “gamificar” un test psicológico, etc.

Aclaremos que según Francisco J. Gallego (2014): *“Gamificación (o ludificación) es el uso de estrategias, modelos, dinámicas, mecánicas y elementos propios de los juegos en contextos ajenos a éstos, con el propósito de transmitir un mensaje o unos contenidos o de cambiar un comportamiento, a través de una experiencia lúdica que propicie la motivación, la implicación y la diversión”*.

## 2.2. Modelo de desarrollo

Como modelo de desarrollo del software hemos optado por una metodología ágil de producción que es habitual de la industria del desarrollo de videojuegos, y en la que además tenemos experiencia en proyectos pasados que obtuvieron buenos resultados.

Scrum, propuesto por Schwaber and Sutherland (2018), es un framework para la gestión de proyectos que se centra en el trabajo en equipo, la responsabilidad y el progreso iterativo y adaptativo hasta llegar a alcanzar las metas que se propongan. El paradigma se basa en un principio simple: comenzar con lo que se ve o conoce, es decir metas a corto plazo que formen parte del resultado final. Tras esto se sigue el progreso y modifica según se avance en el proyecto.

Cada día, a las 18:00, hemos realizado una pequeña reunión (**daily scrum**) de no más de 5 minutos hablando sobre el progreso de cada uno en relación al proyecto. Esas reuniones se utilizaban como método informativo y para evaluar problemas o cuellos de botella en el desarrollo.

Además, comenzamos el desarrollo con reuniones bisemanales, que, a partir de marzo se convirtieron en semanales, con el director del trabajo, Federico Peinado y el codirector, Alejandro Romero.

Estas reuniones servían como reuniones de cierre de Sprint y de preparación del siguiente. Constaban de un proceso de evaluación de objetivos conseguidos. Para llevar la creación, progreso y cierre de tareas del sprint utilizamos la herramienta Github Projects<sup>1</sup>, que proporciona al usuario un tablón de tareas de Scrum, con backlog integrado y pestañas del tipo "To Do", "In Progress" y "Closed".

Las tareas en dicho tablón se asocian con las **Github Issues**<sup>2</sup>. A los Github Issues se les puede asignar un estado (Tarea abierta, Tarea Cerrada), uno o varios usuarios asignados y una descripción de la tarea.

Una vez se había comprobado el progreso conseguido durante el sprint, se pasaba a la prueba de la demo de ese sprint. Durante la prueba, se evaluaban aspectos técnicos y de diseño para poder corregir o implementar las funcionalidades de la aplicación. Durante el desarrollo y como parte de la metodología utilizada, se trataba siempre de tener un producto mínimo viable.

### 2.2.1. Planificación

La planificación del desarrollo ha tenido tres fases claramente definidas:

**Preparación, documentación y diseño:** Esta fase ocupó todo el primer cuatrimestre del curso académico (15 de septiembre de 2018 a 20 de diciembre de 2018). Durante esta fase tratamos de delimitar claramente el alcance y objetivos del TFG, reunir fuentes y referencias y preparar las herramientas que utilizaríamos durante el resto del proyecto. Además, se cerró el diseño y funcionalidades a implementar durante la segunda fase del proceso.

**Desarrollo:** Esta fase ha ocupado gran parte del segundo cuatrimestre del curso (8 de enero de 2019 a 8 de mayo de 2018). Durante esta parte de la planificación desarrollamos toda la funcionalidad especificada en la fase anterior del proyecto. Durante esta fase no ha habido cambios de gran magnitud sobre dichas funcionalidades, pero si se han realizado pequeñas modificaciones a estas, que se han podido realizar gracias a la metodología utilizada (Scrum) que permite reorientar los proyectos en cada sprint.

Esta fase ha comprendido gran parte de nuestro esfuerzo, generando demostraciones de la aplicación jugables para cada final de sprint. Además, durante esta fase se cambió de las reuniones bisemanales a las semanales, teniendo en cuenta que el equipo de desarrollo necesitaba mayor orientación por parte de los directores del TFG. Al cierre de esta fase se ha conseguido tener la aplicación final, a falta de algunos cambios menores, que era capaz de analizar ya a los usuarios y sus características al hablar en público.

---

<sup>1</sup><https://developer.github.com/v3/projects/>

<sup>2</sup><https://help.github.com/en/articles/about-issues>



Figura 2.1: Dispositivo de Realidad Virtual Oculus Rift

**Cierre:** Esta fase ha sido la última en tener lugar (8 de mayo de 2019 hasta 31 de mayo de 2019). Durante este tiempo, en relación a la aplicación, nos hemos centrado en terminar su desarrollo y refinar los últimos detalles estéticos y de rendimiento.

Ha sido en esta parte del proyecto cuando se han realizado las pruebas con usuarios para poder extraer los datos. Estos datos se han refinado, filtrado y analizado y han servido para extraer las conclusiones finales de este trabajo. Además, durante esta fase se ha trabajado en terminar la documentación y la redacción de este documento que ha sido revisado por los directores del TFG.

### 2.3. Herramientas utilizadas

El resultado final será multiplataforma, para el desarrollo por cuestiones de disponibilidad usaremos **Oculus Rift** (véase Figura 2.1) y nuestros ordenadores personales con hardware capaz de ejecutar Realidad Virtual.

**Slack** es una herramienta muy utilizada en el mundo del desarrollo de software, nos ha permitido tener una comunicación ágil entre nosotros y nuestros supervisores. En Slack contamos con una comunidad de narrativa y realidad virtual creada por nuestro tutor para los miembros del grupo Narratech Laboratories. También contábamos con canales de comunicación con investigadores de Realidad Virtual y otros TFGs con los cuales podíamos compartir información.

**Discord** nos ha permitido comunicarnos entre nosotros de una forma más dinámica. Esta herramienta destaca por ser multiplataforma y no ser nece-

saría de instalar, ya que puede utilizarse desde navegadores como Chrome<sup>3</sup> o Firefox<sup>4</sup>. Además cuenta con un buen sistema de transferencias de archivos y un eficaz método de compartir pantalla. Ha sido el canal de comunicación entre nosotros para trabajar a la vez compartiendo pantalla y archivos.

**Git** + **Github** ha sido nuestra elección para el sistema de versiones, ya que nos permite el uso de ramas, tener un tracking de los commits y la creación de incidencias. El desarrollo al ser sólo dos desarrolladores ha sido “trunk based” excepto para la recolección del sonido y el sistema de guardado.

**Unity** es el entorno de desarrollo de videojuegos que hemos elegido, en su versión 2018.3.0f2 con C# y Visual Studio 2017 como editor de código. Cuenta con una gran comunidad de usuarios y una documentación muy completa, lo que facilita enormemente su uso. Además tiene un gran soporte para VR, lo que nos ha facilitado mucho el desarrollo. Hemos usado los paquetes de “*OculusUnitySampleFramework*” y “*VRSamples*”, ya que el paquete de oculus nos permitió la introducción de las propias manos con los mandos y VR samples contaba con buenos ejemplos acerca de configurar la mirada, movimiento, etc.

**Overleaf** es el soporte online de LaTeX para la creación de este trabajo, nos permite trabajar a la vez y que los supervisores del trabajo puedan ver los avances en cualquier momento

Para la creación de los personajes y sus animaciones hemos utilizado la plataforma **Mixamo**<sup>5</sup>, que ofrece gran cantidad de personalización y animaciones de personajes mediante una interfaz sencilla, fácil de entender para usuarios sin experiencia en el campo del modelado y la animación 3D.

**Jupyter Notebook** por medio de Python y las librerías Numpy<sup>6</sup> que nos permite tratar con grandes conjuntos de datos, así como con Matplotlib<sup>7</sup> que nos permite visualizar, representando gráficamente estos datos.

Por medio de Jupyter Notebook hemos podido crear una plantilla para crear un informe de cada jugador automáticamente para ahorrar tiempo y poder analizar más eficientemente la información. Para almacenar los datos hemos usado JSON (Es un formato para el intercambio de datos en forma de clave: valor) ya que .Net da facilidad a la hora de crearlos y Python puede usarlos también de forma muy directa.

---

<sup>3</sup><https://www.google.com/chrome/>

<sup>4</sup><https://www.mozilla.org/firefox/>

<sup>5</sup><https://www.mixamo.com/>

<sup>6</sup><https://www.numpy.org/>

<sup>7</sup><https://matplotlib.org/>



# Capítulo 3

## Estado de la Cuestión

Para poder situarnos y ver qué podemos aportar con este proyecto hemos realizado un análisis del mercado actual, pudiendo destacar dos partes principales: aplicaciones relacionadas con ganar confianza y aprender a hablar en público, y redes sociales en realidad virtual.

### 3.1. Proyecto ComunicArte

El proyecto ComunicArte (Comunicación efectiva a través de la Realidad Virtual). <sup>1</sup> es un proyecto de investigación de la propia Universidad Complutense de Madrid financiado por la Fundación BBVA con 100.000 euros de presupuesto, destinado a estudiar y mejorar las capacidades para hablar en público de la población. Nuestra colaboración con dicho proyecto es bilateral, ayudándonos y transmitiéndonos información acerca de componentes determinadas del proyecto y sirviendo nuestro trabajo como prueba de concepto para el desarrollo general del proyecto principal.

Nuestro planteamiento era la creación de un proyecto independiente que se pudiera utilizar en ComunicArte o basarse de alguna manera en él para ahorrarse trabajo o incluso mejorar lo desarrollado hasta la fecha.

Además hemos proporcionado información y hemos desarrollado código de como medir los diferentes parámetros (movimiento de manos, de cabeza, voz, ...)

---

<sup>1</sup><http://comunicartefbva.com/>

### 3.2. Datos a medir

El movimiento de las manos es un aspecto fundamental a la hora de dirigir un discurso a cualquier público.

Lora (2012) concluye que con las manos expresan emociones y apoyan enriqueciendo las palabras. También las manos son capaces de apoyar el discurso aportándole ritmo y significado.

Como comenta Mehrabian (2016), el 38 % de la afinidad total que una persona siente hacia un discurso dado por un ponente viene dado por la afinidad vocal. Esto es, el tono y variación que el ponente utiliza a la hora de expresar el tema que trata.

Teniendo esto en cuenta, la conclusión que extraemos es que es de importancia suma analizar el tono de voz que utiliza un usuario durante la impartición de un discurso.

La emocionalidad de un discurso es parte a la hora de conseguir mantener contacto con el público y hacer llegar nuestro mensaje al mismo. Por tanto es de imprescindible importancia analizar la emocionalidad del tono del usuario. Studer (1996) afirma que el factor emocional es importante a la hora de hacer un discurso.

Otro de los puntos fundamentales en un discurso es la mirada del ponente. Tal y como describe Arthur (1995) citando su libro Arthur (1991), hacer contacto visual directo puede relacionarse con ser amistoso, sincero, tener auto confianza o ser asertivo. Mientras que evitar el contacto visual directo puede relacionarse con rasgos como frialdad, ser evasivo, indiferencia, nerviosismo o como un intento de esconder algo al interlocutor.

### 3.3. Personal Report of Confidence as a Speaker

Julie N. Hook (2007) analiza el “Personal Report of Confidence as a Speaker”, como una medida común para tratar y medir el miedo de hablar en público que se utiliza en Psicología desde hace más de 30 años.

Es un test con un número determinado de cuestiones que puede determinar tu nivel de habilidad en una escala determinada. En este caso hemos decidido utilizar el cuestionario de Xavier Méndez et al. (2019) que consta de 12 preguntas con una puntuación mínimo de 12 y una máxima de 72 y

### 3.4. Aplicaciones para perder el miedo y prepararse para hablar en público

se encuentra en el apéndice E. Este test de PRCS fue sugerido como una de las herramientas de evaluación de ComunicArte por la Dra. Antonia Pades, profesora de la Universidad de Illes Balears.

Estás preguntas serán respondidas por el usuario al final del discurso. El objeto es usar estas respuestas para validar el análisis que realizaremos de los diferentes parámetros respecto a la confianza para hablar en público.

## **3.4. Aplicaciones para perder el miedo y prepararse para hablar en público**

### **3.4.1. Virtual Orator**

Virtual Orator<sup>2</sup>

Este software crea una simulación realista para la práctica de hablar en público. Como ventajas permite al usuario elegir un público y un lugar determinado para realizar el discurso lo cual permite reproducir situaciones reales y poder focalizar los esfuerzos. También permite grabar el discurso para así poder ser analizado posteriormente, relacionado con esto si cuentas con un entrenador este puede personalizar preguntas del público. Podemos observar una imagen de Virtual Orator en la Figura 3.1.

Otra ventaja es que cuenta con un sistema de entrenamiento el cual permite la creación de temas aleatorios y permite recibir *feedback* al finalizar la sesión.

El análisis de la sesión y el entrenamiento de habilidades es muy sencillo y poco útil.

El sistema de analizar nos sirve de referencia para el nuestro, así como la creación de escenarios realistas.

---

<sup>2</sup><https://publicspeaking.tech/>



Figura 3.1: Gameplay Virtual Orator

### 3.4.2. BeFearless

BeFearless<sup>3</sup>

Producto patrocinado por Samsung, permite hablar en público con tres modalidades de entrenamiento: negocios, vida personal y escuela. Podemos ver una imagen del producto en la Figura 3.2.

Como ventajas cuenta con la posibilidad de realizar un discurso en lugares donde otros productos no incluyen como la escuela o una exposición. También permite monitorizar las constantes vitales con el uso del dispositivo Gear S, lo cual aporta una gran cantidad de recursos a la hora de analizar al usuario. Los oyentes responden al volumen de la voz, el ritmo del discurso y el contacto visual.

Como desventajas no cuenta con un sistema de entrenamiento o visualización del transcurso de la sesión.

Como referencia obtendremos los datos del volumen de la voz, el ritmo del discurso y el contacto visual con los oyentes.

---

<sup>3</sup><https://www.oculus.com/experiences/gear-vr/942681562482500/>

### 3.4. Aplicaciones para perder el miedo y prepararse para hablar en público<sup>7</sup>



Figura 3.2: Simulación frente a 6 personas en Be Fearless

#### **3.4.3. BeyondVR**

BeyondVR<sup>4</sup>

Aplicación para Cardboard para hablar en público, disponible en Google Play para Android lo que limita enormemente su uso ya que solo cuenta con el hardware del dispositivo por lo que exprime al máximo sus posibilidades.

Como ventajas destaca el sonido ambiente, los diferentes escenarios y el análisis posterior similar a Be Fearless mencionado anteriormente, incluyendo un análisis de palabras que no deberías utilizar el cual es muy útil a la hora de hacer un buen discurso.

Como desventaja destaca la poca calidad visual la cual puede arruinar la experiencia 3.3.

Como referencia tomaremos la importancia del sonido y el análisis visual que realiza después de cada discurso.

---

<sup>4</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=com.BeyondVR.beyond>

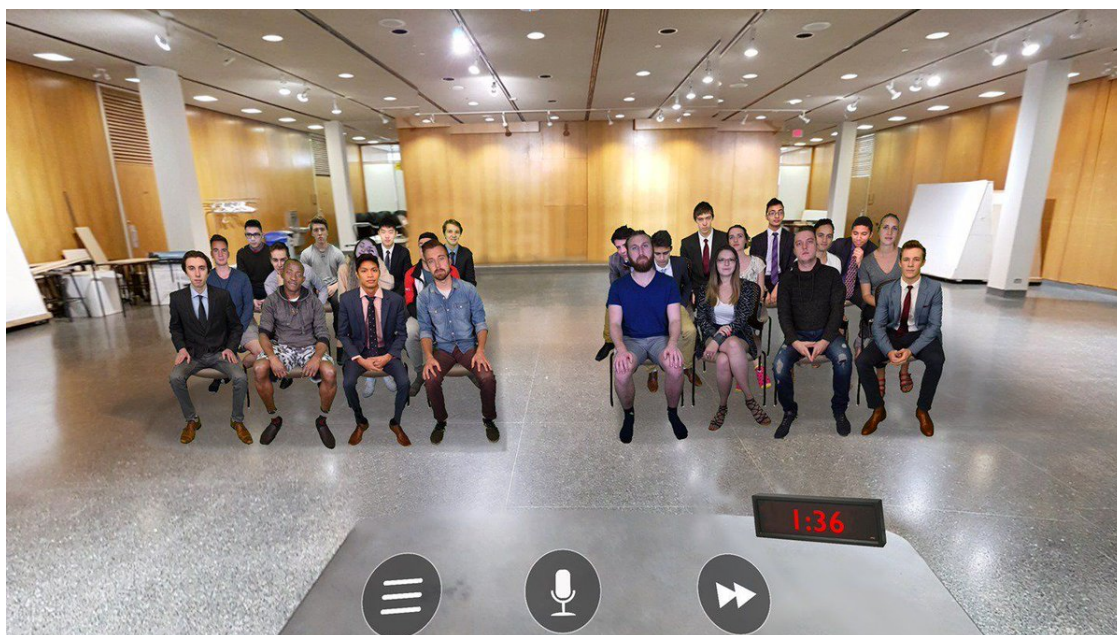


Figura 3.3: Discurso en BeyondVR frente a un gran público

#### 3.4.4. Otras aplicaciones

##### **Speech Trainer:**<sup>5</sup>

Simulación en la que recrea un pequeño auditorio, puedes introducir tus propias diapositivas.

##### **Fearless:**<sup>6</sup>

Juego para tratar diferentes fobias.

##### **Beyond Public Speaking:**<sup>7</sup>

Simulación de Speech realista, cuenta con varios escenarios, al final del speech te realiza un análisis del contenido, ritmo, claridad, contacto visual, postura y confianza.

<sup>5</sup>[https://store.steampowered.com/app/552770/Speech\\_Trainer/](https://store.steampowered.com/app/552770/Speech_Trainer/)

<sup>6</sup>[https://www.oculus.com/experiences/go/1083900728344905/?locale=es\\_ES](https://www.oculus.com/experiences/go/1083900728344905/?locale=es_ES)

<sup>7</sup><https://www.oculus.com/experiences/go/1577361415658210>

## 3.5. Redes sociales en realidad virtual

### 3.5.1. Facebook Spaces

Facebook Spaces<sup>8</sup>

Facebook está dando un paso decisivo hacia la realidad virtual, por ejemplo con la adquisición de la empresa Oculus, lo que nos da un claro indicio de la creciente importancia y utilidad en el ámbito de la comunicación de la Realidad Virtual.

En este apartado de la red social nos permite crear nuestro avatar con una foto, crear directos en VR que puedan ser seguidos por cualquier usuario, permite llamadas VR, interactuar con tus amigos en Realidad Virtual e incluso jugar a pequeños juegos.

Dado que Facebook Spaces busca ser multiplataforma y para todos los usuarios cuenta con gráficos sencillos 3.4 pero consiguiendo una inmersión de calidad lo que nos da la conclusión de que en nuestra simulación con unos gráficos adecuados sin ser realistas podemos obtener la inmersión necesaria para sostener la credibilidad de la simulación.

---

<sup>8</sup><https://www.oculus.com/experiences/rift/1036793313023466/>



Figura 3.4: Una reunión de amigos en Facebook Spaces

### 3.5.2. EmbodyMe

EmbodyMe<sup>9</sup>

Aplicación de VR la cual por medio de una foto permite crear tu avatar completo se basa en que te reconozcas en realidad virtual y con eso interactuar de manera mas realista con tus amigos.

Lo que nos interesa de este aplicación es como te ves a ti mismo, es decir, como ves tu cuerpo en realidad virtual. Únicamente ves tus manos 3.5, sin ningún material, realmente al ser capaz de tener el movimiento completo tu cerebro las asocia con las tuyas propias instantáneamente, nosotros usaremos el mismo estilo de manos.

---

<sup>9</sup><https://www.oculus.com/experiences/rift/1400181626701009/>

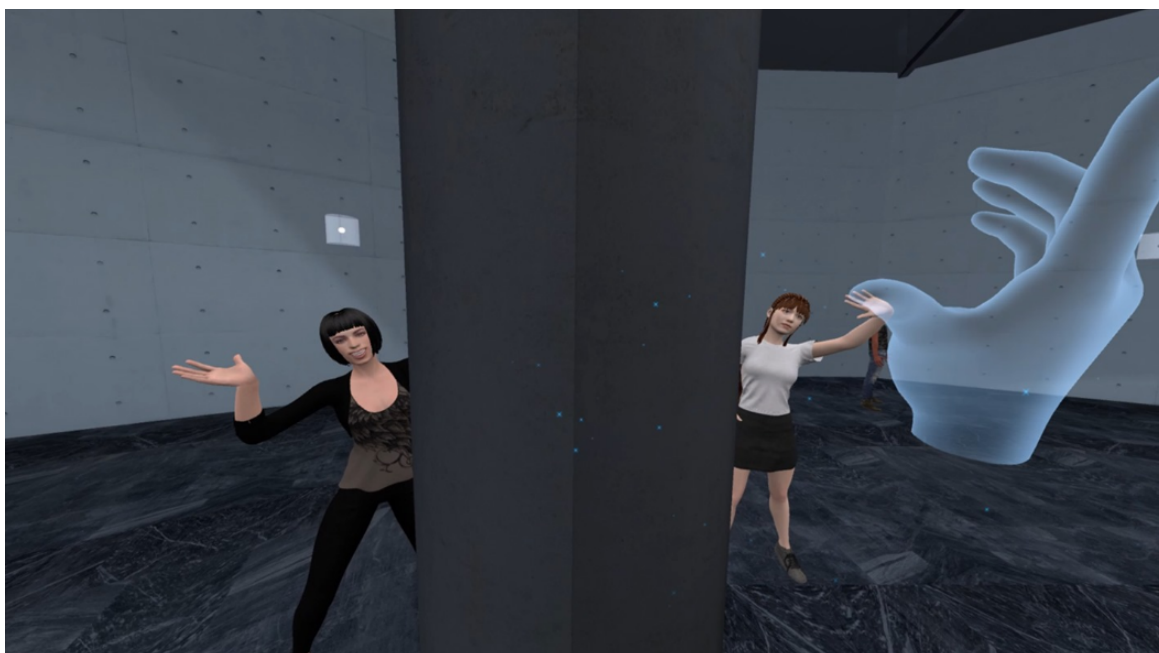


Figura 3.5: Manos en Realidad Virtual en EmbodyMe

### 3.5.3. Otras aplicaciones

#### **vTime XR:**<sup>10</sup>

Aplicación la cual permite crear reuniones de usuarios en diferentes localizaciones, su principal propósito es la comunicación.

#### **VRChat:**<sup>11</sup>

Cuenta con lip sync, eye tracking. Cuenta con numerosos juegos y entretenimientos. Destaca por contar con SDK de Unity que permite crear avatares y mundos.

#### **Sansar**<sup>12</sup>

Aplicación que permite conectar con amigos, atender a eventos en vivo. También permite a famosos conectar con su audiencia.

<sup>10</sup><https://www.oculus.com/experiences/rift/1109834805714906/>

<sup>11</sup><https://store.steampowered.com/app/438100/VRChat/>

<sup>12</sup><https://www.sansar.com/>



# Capítulo 4

## Especificación, Análisis y Diseño

### 4.1. Especificación de la aplicación

El objetivo al desarrollar esta aplicación es generar una herramienta rápida, sencilla y eficaz al tomar las medidas de comportamiento de las personas. La finalidad principal de la misma es medir parámetros del usuario al hablar en público para conseguir nuestro objetivo de desarrollar un sistema capaz de leer y almacenar información relacionada a hablar en público.

Para conseguir esto se crea un Pitch Simulator imitando a un desarrollador Indie dando un pitch ante tres publishers.

La ejecución constará de un proceso de tres etapas.

#### 4.1.1. Etapa de introduccion

Una introducción la cual consistirá en una serie de textos mostrados en pantalla en VR. Esto permitirá introducir al usuario en el juego, situarle y explicarle en qué va a consistir, indirectamente también interactuará en Realidad Virtual y se sentirá más cómodo posteriormente, a diferencia de una introducción oral fuera del juego.

### 4.1.2. Etapa de discurso

Tras la introducción del juego el usuario se encontrará en una pequeña sala, delante de él una mesa sobre la cual hay una taza y un temporizador donde figura el tiempo que le queda, a unos tres metros estarán los 3 miembros del público. El usuario tiene movilidad de cabeza y manos y cierta movilidad espacial.

Es en esta fase donde se realiza el grueso de la funcionalidad de la aplicación. El usuario dispondrá de un minuto para desarrollar la exposición y, durante el transcurso de esta, el sistema efectuará medidas de la sonoridad y emocionalidad relacionadas con el habla del usuario, el tiempo de mirada del usuario hacia el público y la velocidad con la que se desplazan las manos del usuario en el espacio.

### 4.1.3. Etapa de respuesta al PRCS

Una vez finalizado el tiempo (por defecto, 1 minuto) aparece un cuestionario similar a la introducción en el cual se deben responder 12 preguntas con respuestas 6 respuestas comprendidas entre "completamente de acuerdo a completamente en desacuerdo"(Escala de Likert) del test estandarizado "Personal Reportizado of Confidence as a Speaker" Julie N. Hook (2007) (véase apéndice E).

Esta aplicación es, en realidad, un híbrido entre simulación y juego. Por un lado, todo lo que ocurre es una simulación cercana a la situación real en la que se encuentra una persona al dar un pitch ante otras personas. Por otro lado, el usuario debe completar algunos objetivos por los cuales obtendrá una puntuación al acabar.

La especificación completa de la aplicación viene redactada en el Documento de Diseño (véase Apéndice F). En dicho documento se especifican mecánicas, dinámicas y estética de la aplicación, así como los objetivos a completar por el usuario para obtener una alta puntuación al terminar la prueba.

## 4.2. Análisis del Personal Report of Confidence as a Speaker

En este trabajo nos apoyamos mucho en el test Personal Report of Confidence as a Speaker (vease sección 3.3), que los usuarios tendrán que responder una vez hayan realizado la prueba. Utilizando las respuestas de dichos usuarios a este test obtendremos su grado de confianza en sí mismos a la hora de hablar en público.

Esto nos permitirá contrastar los demás datos obtenidos de los usuarios que tomen la prueba y definir pautas y patrones en su comportamiento.

Finalmente, utilizaremos también el PRCS para comprobar la validez de la fórmula final que se propone en este trabajo.

## 4.3. Arquitectura y módulos del sistema

Como hemos comentado anteriormente al tener un modelo de desarrollo iterativo e incremental hemos visto como una gran opción la creación de módulos independientes para poder añadirlos fácilmente y si alguno no funciona o no llega a ser terminado poder eliminarlos sin comprometer a los demás.

Todos los módulos pueden configurarse para enviar información cada cierto periodo de tiempo determinado 4.1.

Estos son los módulos:

**Mirada:** Un aspecto importante. Tal y como describe Arthur (1995), hacer contacto visual directo puede relacionarse con rasgos de buen orador mientras evitar el contacto visual suele ser signo de mal orador.

Medimos en cada frame si y está y a quien está mirando a cada publisher para después enviar los datos al recolector de datos.

**Velocidad de las manos:** Lora (2012) afirma que con las manos expresamos tamaños, direcciones, mostramos emociones y mímicas que enriquecen las palabras. Por lo tanto si las manos apoyan el discurso su movimiento es indicativo de un buen discurso.

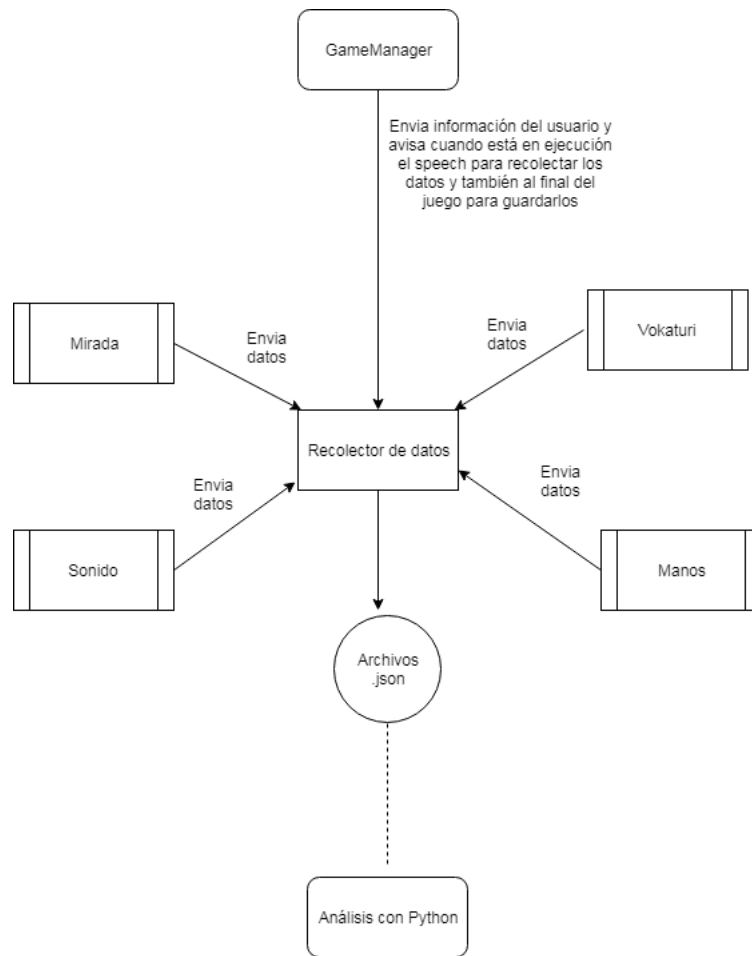


Figura 4.1: Diagrama módulos

Por lo tanto mediremos la velocidad en cada uno de los ejes de la mano en cada intervalo de tiempo para posteriormente ser enviado al recolector de datos.

**Voz:** El sonido de la voz, la comunicación verbal, es la parte más importante en un discurso, para Studer (1996) los factores más importantes son la velocidad, volumen, comprensión (articulación) y timbre de voz.

Usaremos la API de Unity para medir el volumen de sonido, usando el micrófono de las gafas Oculus Rift, y se realizarán los experimentos en un espacio en silencio. Allí mediremos el volumen del sonido en cada periodo de tiempo determinado. Miramos la media, mediana, desviación típica y silencios, para posteriormente ser mandados al recolector de datos.

**Emoción:** Medimos las emociones que transmite el sonido, utilizamos Vokaturi <sup>1</sup> que mide las 6 emociones básicas, añadiremos un campo adicional por si no es capaz de medirlo en ese intervalo de tiempo. Al ser un tanto inestable no será un módulo determinante en la mayoría de los casos. Se usará principalmente para medir o no la neutralidad. Para poder usar Vokaturi en Unity generamos un entorno de Python con la biblioteca llamada IronPython.

Cada periodo de tiempo el porcentaje de cada tipo de emoción será enviado al recolector de datos.

**Preguntas:** Respuestas del PRCS, este módulo solo será usado en la fase inicial previo a obtener la fórmula.

**Recolector de Datos:** Recoge todos los datos enviados por los diferentes componentes, y los convierte en JSON para su posterior análisis.

## 4.4. Diseño de entorno

Dado el carácter del proyecto y sabiendo que este iba a probarse con público real, necesitábamos unos recursos audiovisuales que sustentaran toda la capa de tecnología interior. Hemos decidido usar un entorno minimalista ya que la VR garantiza alto grado de inmersividad base.

Respecto al diseño hemos optado por una sala pequeña con los tres oyentes, porque al ser dos programadores un entorno de esas características es más fácil de diseñar y de comprender para cualquier tipo de usuario, ya que estamos midiendo el desempeño a la hora de hacer un discurso y no su reacción ante la complejidad o simplicidad de diferentes escenarios.

Hemos optado por el uso de recursos gratuitos de la Unity Asset Store <sup>2</sup> (véase figura 4.2) y para la creación y animación de personajes hemos usado Mixamo <sup>3</sup> (véase figura 4.3) ya que nos ofrecía gran calidad e incluía animaciones.

---

<sup>1</sup><https://vokaturi.com/>

<sup>2</sup><https://assetstore.unity.com/packages/templates/packs/snaps-office-pack-137490>

<sup>3</sup><https://www.mixamo.com/>



Figura 4.2: Escenario con Assets en Unity



Figura 4.3: Personaje Mixamo en Unity

## 4.5. Sistema de recolección y análisis de datos

El diseño de recolección de datos se base en un ejemplar único (patrón Singleton), el cual será llamado cuando sea controlada por el GM (Game-Manager) el cual le avisará cuando puede recolectar datos y cuando no, ya que los módulos le enviaran datos cada intervalo de tiempo.

Cuando la partida acabe el GameManager avisará al recolector de datos el cuál enviará los datos al serializador para ser guardados siguiendo la nomenclatura basada en el identificador que proporciona el GameManager y el tipo de dato.

Los datos se guardarán en JSON con una cadena de texto indicando de qué tipo son, el tiempo en formato Epoch y la información en forma de un array de floats.

Hemos decidido guardar la información en un array de floats porque todos los tipos de datos utilizados en proyecto pueden guardarse así (sonoridad, valor de la velocidad para un eje, etc.), solo hay que leerlos de la manera adecuada. Por ejemplo, los datos de la velocidad de las manos se guardan en formato

$$[x_0, y_0, z_0, x_1, y_1, z_1, \dots, x_{n-1}, y_{n-1}, z_{n-1}]$$

y a la hora de analizarlos hay que agruparlos en vectores de 3 elementos ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), mientras que los datos de la sonoridad se guardan en formato:

$$[sonoridad_0, sonoridad_1, sonoridad_2, \dots, sonoridad_{n-1}]$$

y a la hora de analizarlos y obtener conclusiones sobre ellos son interpretados de uno en uno (siendo cada elemento la sonoridad para un instante de tiempo).

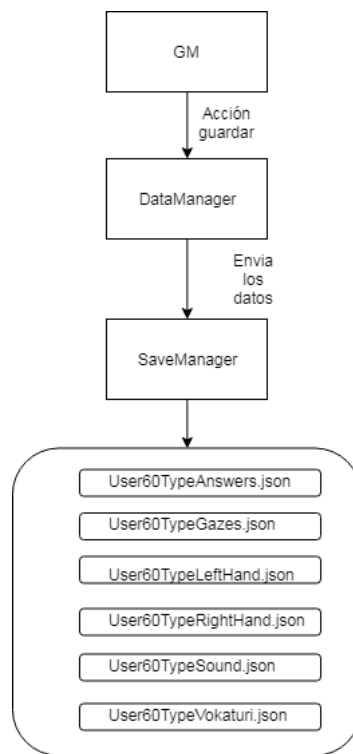


Figura 4.4: Diagrama módulos

# Capítulo 5

## Implementación y Pruebas

### 5.1. Participantes

Dada la naturaleza experimental del proyecto era necesario experimentar con diferentes usuarios para conseguir diferentes muestras que nos permiten obtener los resultados tanto de los parámetros más utilizados como de la fórmula que relacione los datos con el cuestionario PRCS.

Para las pruebas hemos seleccionado una muestra de 5 potenciales usuarios de Realidad Virtual. La muestra estudiada comprende edades de los 20 a los 30 años, de género masculino y nivel de estudios entre universitarios y post universitarios.

Los datos recolectados son anónimos y sólo se utilizan para los fines académicos asociados a este proyecto.

### 5.2. Entorno y desarrollo

El entorno será en unas instalaciones de la Facultad 5.1, donde hemos colocado un portátil y habilitado los sensores para un espacio de 3 x 3 m. El tiempo estimado de las pruebas fue de 15 minutos.

Al principio mediante una conversación introduciremos al usuario en la realidad virtual y le explicaremos en que va a consistir la prueba, así conseguiremos que sientan más cómodos y pueda desarrollarse sin que la realidad virtual afecte al resultado final. Después procederá a hacer la prueba, tendrán un minuto para hacer su pitch, tras esto tendrá que responder al cuestionario PRCS.



Figura 5.1: Sala de la Facultad donde se realizaron la pruebas

Para lograr ajustar la simulación hemos realizado pequeñas pruebas previas con usuarios para recibir feedback y ajustar los diferentes parámetros de la simulación. Hemos subido la altura del techo (dentro del entorno virtual, obviamente), mejorado la entrada del usuario, mejorado la forma de hacer preguntas y responderlas, pulido el feedback sonoro y por último añadir cierto sonido ambiente.

Las pruebas tuvieron un resultado satisfactorio, ya que con ese reducido número de participantes conseguimos una muestra con diferentes resultados (cubriendo el rango de puntuaciones del PRCS), debido a la implementación hicimos un informe al acabar la prueba de cada usuario y concluimos que la muestra de usuarios era válida porque tenían puntuaciones que cubrían en gran parte las diferentes puntuaciones del PRCS, el cual era el objetivo de las pruebas.

### 5.3. Preguntas

Las preguntas del test PRCS nos servirán como ayuda y orientación a la formula que se obtendrá del trabajo. Esto se consigue generando una fórmula que sea capaz de estimar el valor que un usuario conseguirá en el test PRCS. Nos hemos decantado por el cuestionario (véase apéndice E) de 12 preguntas de Xavier Méndez et al. (2019) ya que es número de preguntas fiable que a su vez no fatiga al usuario, además de ser en el idioma nativa de los usuarios, el español.



Figura 5.2: José Massa miembro de Tape realizando el Speech

## 5.4. Participante ideal

Para conseguir identificar más rápidamente los patrones que indican como de bien o mal habla en público el usuario usaremos la figura del “Usuario Experto”, ya que contamos con un usuario con experiencia demostrable hablando en público del cual hablaremos más adelante y un usuario que obtenga poca puntuación, un usuario que ha manifestado dificultades a la hora de hablar en público.

Para validar estas pruebas comprobaremos que su puntuación alcanzada en el test final es efectivamente muy alta o muy baja, respectivamente, según el perfil de usuario que sea.

El usuario experto que hemos usado para esta prueba es José Massa (véase figura 5.2), el actual productor y uno de los fundadores del proyecto TAPE: *Unveil the Memories*, videojuego creado en el Máster en Desarrollo de Videojuegos de la UCM que resultó ganador al mejor Pitch en el recientemente celebrado *Guerilla Games Festival 2019*<sup>1</sup>, para el usuario malo hemos usado al usuario 2 que obtuvo una nota de 28 en el test PRCS final.

<sup>1</sup><https://www.hobbyconsolas.com/opinion/disfrutando-talento-pitch-guerrilla-game-festival-412007>



# Capítulo 6

## Resultados y Discusión

En esta sección hablaremos de los datos generados por los usuarios, un análisis e interpretación de estos, una comparación objetiva entre usuarios y por último la creación de formulas que relacionen los datos con el PRCS.

### 6.1. Datos recogidos

Como se ha explicado anteriormente en Implementación y Pruebas, se recogen datos de: movimiento de las manos, mirada, sonido, emocionalidad y las respuestas al PRCS.

Estos datos serán recogidos durante el minuto que dura el pitch (las respuestas PRCS llegan al final del minuto) y serán almacenadas en formato JSON, cada tipo de dato sera guardado automáticamente en un fichero con un nombre de este estilo: "userXTipodedato.json".

Posteriormente hemos tratado y representado los datos en Python con las librerías Numpy <sup>1</sup> y Matplotlib <sup>2</sup>.

En el adjunto se encuentra un informe detallado de los datos recogidos de cada jugador.

A continuación detallaremos los diferentes de datos que recogemos y un ejemplo del usuario ideal representado mediante gráficos.

---

<sup>1</sup><https://www.numpy.org/>

<sup>2</sup><https://matplotlib.org/>

### 6.1.1. Movimiento de manos

Una de las variables principales sometidas a estudio será el movimiento de las manos. Para simplificar la recogida, el cálculo y análisis de los datos nos centramos solo a la velocidad en unidades de Unity de las manos en cada instante de tiempo.

Los datos se reciben como un array de floats, velocidad x, y, z consecutivamente.

También a partir de esto obtenemos datos de cada eje de cada mano, como la media, mediana, desviación y coeficiente de variación.

A continuación un ejemplo de la mano izquierda y derecha 6.1 y 6.2

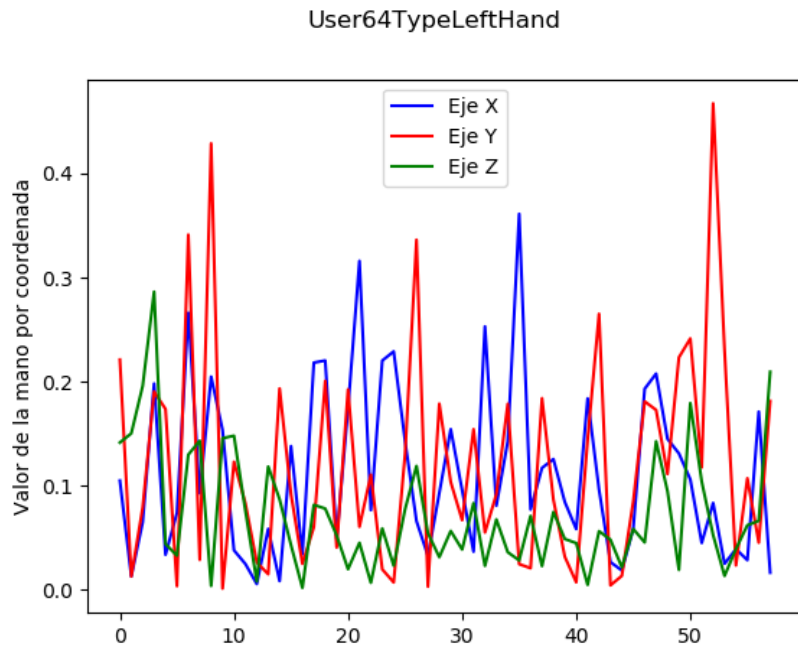


Figura 6.1: Ejemplo de gráfico de datos de la Mano Izquierda

Podemos observar la velocidad en cada eje de la mano en cada instante tiempo con esto podemos observar a parte de datos objetivos como la media, mediana ... el ritmo que llevan las manos viendo los diferentes picos y la constancia con la que se apoya el discurso.

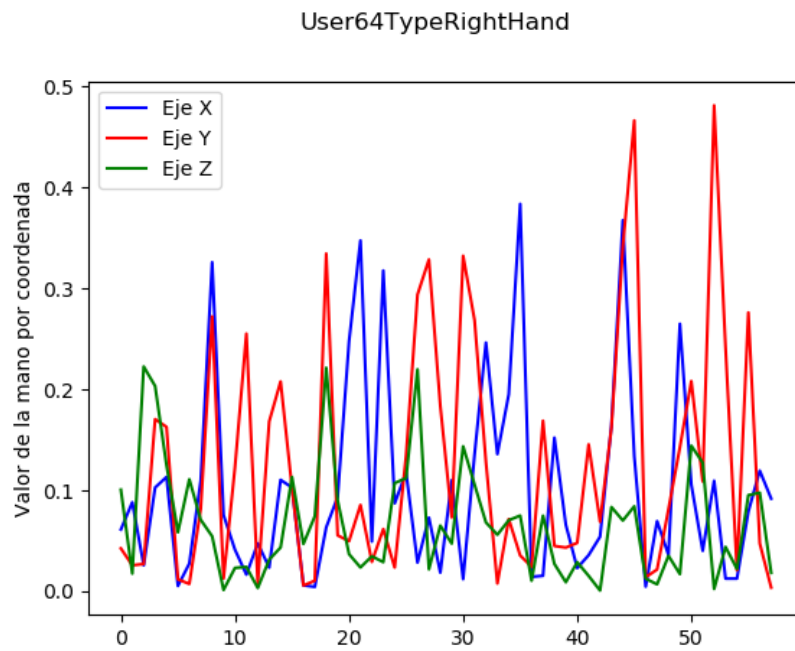


Figura 6.2: Ejemplo de gráfico de datos de la Mano Derecha

### 6.1.2. Sonido

Medimos el volumen, lo que nos proporciona el ritmo, silencios, la media, la mediana y la desviación típica del sonido.

A continuación un ejemplo de análisis del sonido 6.3

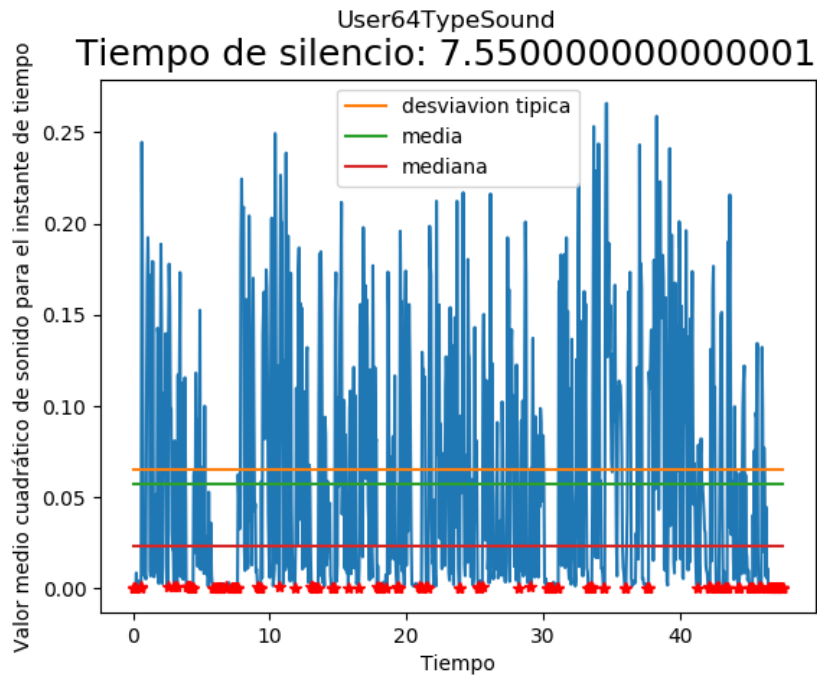


Figura 6.3: Ejemplo de gráfico de datos del sonido

En el gráfico podemos observar el volumen del sonido en cada instante de tiempo, el número de silencios, la media, la media y la mediana. Con las subidas y bajadas además del silencio podemos intuir el discurso y sus puntos en los que hace hincapié.

### 6.1.3. Emocionalidad

Hay que recalcar que en este trabajo analizamos el tono de voz del usuario, no el tono de su discurso. Para analizarlo, utilizamos la librería Vokaturi en su versión libre “OpenVokaturi”. Vokaturi es una librería que, recibiendo una pista de audio, analiza y clasifica el discurso en 5 emociones básicas: neutralidad, felicidad, enfado, tristeza y miedo.

Se pueden observar las emociones en gráficas en la figura, en este caso principalmente neutralidad 6.4. Hay ocasiones en que Vokaturi no es capaz de analizar el sonido (falta de sonoridad suficiente para que el clasificador de un resultado). Por ello, hemos añadido una barra al final del gráfico para contabilizar dichas ocasiones.

El reconocimiento de emociones en el sonido en su versión libre (OpenVokaturi) es un campo poco desarrollado, ofreciendo, de base, tan solo un 67% de acierto al clasificar. Además, como se menciona en Garcia-Garcia et al. (2017), la librería Vokaturi tiende a clasificar de manera incorrecta gran cantidad de las muestras, clasificándolas como “Enfado” cuando el usuario, objetivamente, no está hablando de manera enfadada. Después de analizar esto, se ha extraído la conclusión de que puede deberse a que el clasificador de Vokaturi esté entrenado para reconocer el tono en habla en otro idioma, presumiblemente en inglés. Al ser el español y el inglés idiomas con pronunciaciones y tonos completamente distintos, el clasificador puede estar reconociendo un tono que en inglés sería de enfado, pero en castellano puede ser neutralidad o alegría.

En conclusión, se utilizará Vokaturi como un parámetro guía a la hora de realizar el análisis a los usuarios. Pero en el cómputo global no se le dará gran importancia, debido a lo comentado con anterioridad.

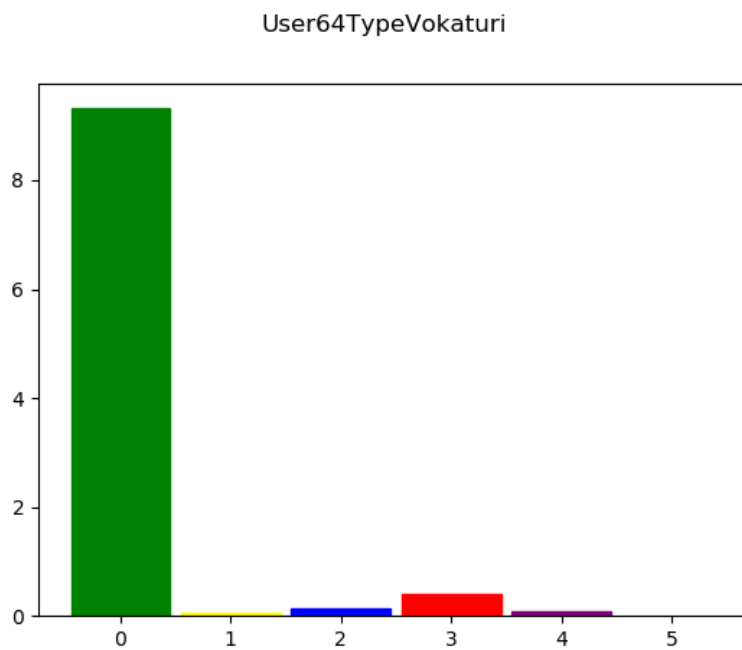


Figura 6.4: Ejemplo de gráfico de datos de la Emoción

#### 6.1.4. Mirada

Por tanto, analizar la mirada del usuario era de una importancia fundamental. La decisión fue decantarse por analizar concretamente el tiempo que destina el usuario a mirar a cada uno de los interlocutores de la sala. En este caso, a sus 3 interlocutores.

De esta manera, se obtiene el tiempo medio dedicado a cada miembro del publico por separado y, finalmente, el tiempo total dedicado por el usuario a mirar directamente a cualquier miembro de la audiencia. En la Figura 6.5 se puede apreciar el reparto de la mirada de un usuario experimentado a la hora de enfrentarse a un público, viendo como reparte las miradas entre los 3 publishers para no perder la atención de ninguno.

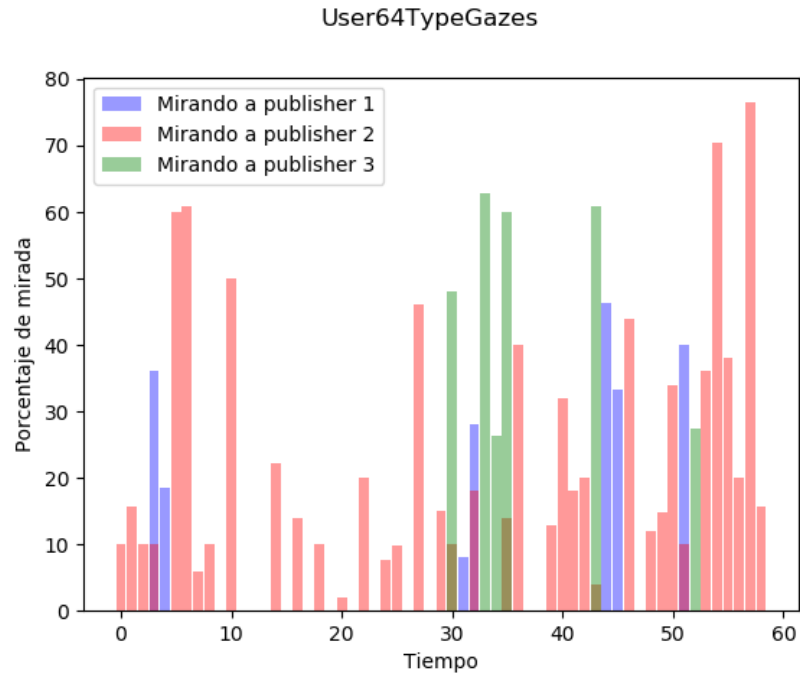


Figura 6.5: Ejemplo de gráfico de datos de la Mirada

#### 6.1.5. Respuestas al PRCS

Como ya se ha mencionado anteriormente, este trabajo se apoya firmemente en el test PRCS. Así, se puede comparar los datos recabados sobre el

desempeño del usuario durante la prueba, con las respuestas que contesta al finalizar el desarrollo de la misma.

Las respuestas se recogen durante la ejecución, permitiendo al usuario contestar del 1 al 6 en las preguntas del test PRCS y son evaluadas según los principios del test: Las preguntas respondidas puntúan inversamente (la respuesta 1 vale 6, la 2 vale 5, etc.), menos las preguntas número 1, 6, 8, 10, 11, 12, donde se toman los valores directamente.

En la Figura 6.6 podemos apreciar la representación gráfica de los valores evaluados de un usuario

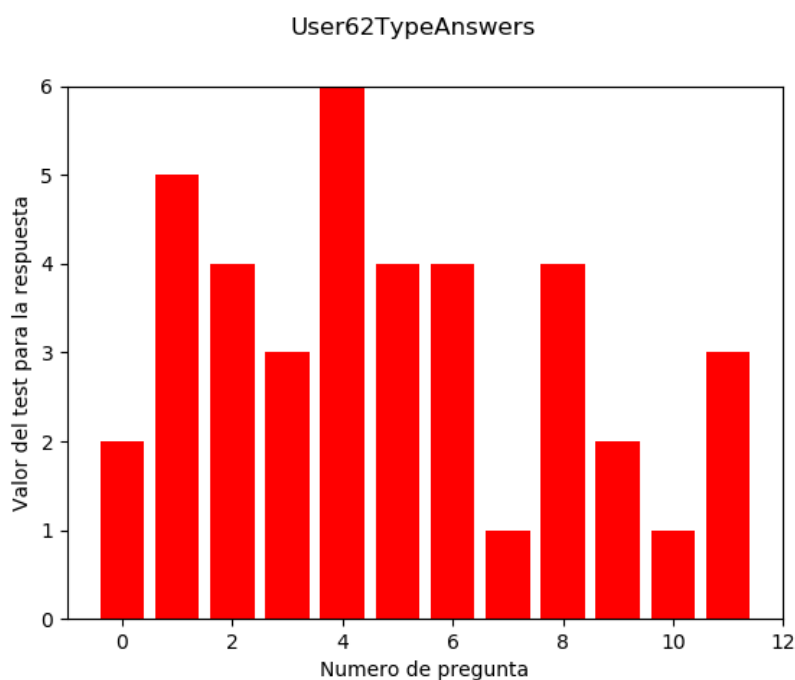


Figura 6.6: Ejemplo de gráfico de datos de las Respuestas al PRCS

## 6.2. Comparación de los resultados

En esta sección haremos una comparativa sobre los datos recogidos de dos usuarios: el usuario experto (en realizar exposiciones en público de manera confiada y fluida) con una alta puntuación en el test PRCS (Véase la figura 6.7) y un usuario con poca experiencia a la hora de hablar en público y cuya puntuación en el test PRCS es baja (Véase la Figura 6.8).

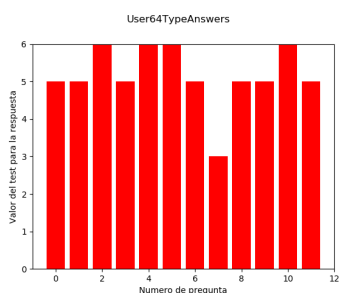


Figura 6.7: Respuestas al PRCS del usuario experimentado

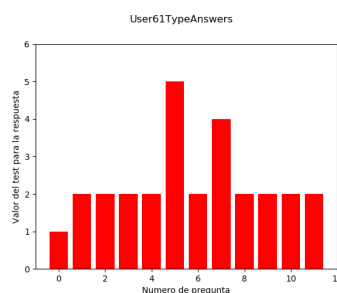


Figura 6.8: Respuestas al PRCS del usuario poco experimentado

### 6.2.1. Personal Report of Confidence as a Speaker

Como ya se ha introducido anteriormente, el “Personal Report of Confidence as a Speaker” (Vease sección 3.3) evalúa la auto confianza de un usuario a la hora de hablar publicamente.

Se puede observar en las Figuras 6.7 y 6.8 que las puntuaciones de los dos usuarios difieren en gran medida. El usuario experimentado (Figura 6.7) ha respondido a todas las preguntas con puntuaciones medias, altas o muy altas, obteniendo un resultado general de 62.

Por contrapartida, el usuario poco experimentado (Figura 6.8) responde a la mayoría de preguntas con puntuación baja, aumentando dicho valor para dos preguntas y respondiendo una de las preguntas con valor muy bajo. Obtiene, tras computar los valores, una puntuación de 28.

Implica por lo tanto que el usuario experimentado obtiene una nota claramente superior al usuario poco experimentado.

### 6.2.2. Sonoridad

En esta sección evaluaremos la sonoridad con la que ambos usuarios analizados hablaron durante la prueba, además de los datos extraídos sobre dicha sonoridad.

A la hora de analizar la sonoridad del habla, el primer dato que salta a la vista es la **sonoridad media** de los usuarios. Se puede apreciar la diferencia entre la media del usuario experto (véase la Figura 6.9), que tiene un valor

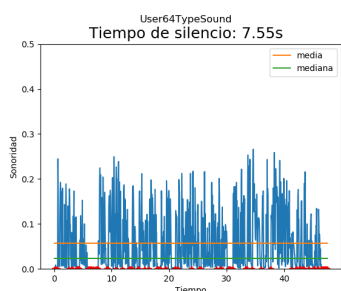


Figura 6.9: Sonoridad del usuario experimentado

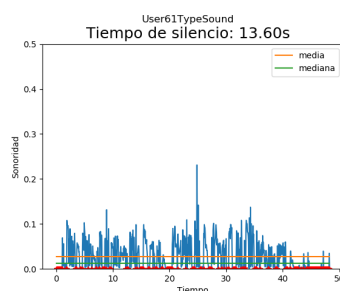


Figura 6.10: Sonoridad del usuario poco experimentado

de 0.057 sobre una mediana de 0.02, mientras que analizando al usuario poco experimentado (véase Figura 6.10) podemos observar una media de 0.027 sobre una mediana de 0.11, como habíamos enunciado en la teoría anterior el volumen de la voz es muy importante en la comunicación verbal.

De estos datos podemos adelantar la conclusión de que el tono general del discurso del ponente más experimentado ha sido más elevado, frente al del ponente más novel, cuyo tono ha sido más bajo y cercano al silencio.

Enfocando la **desviación típica** de la muestra, podemos analizar a grandes rasgos la variabilidad del tono de cada usuario. La muestra de aquel con experiencia tiene una desviación típica de 0.07, que, en comparación con el otro usuario evaluado, que tiene una desviación típica de 0.03, nos indica que su discurso ha sido más amplio en cuanto a la variación del tono, esto está relacionado directamente con el ritmo del discurso, interpretamos que a más desviación (siempre dentro de unos límites) es mejor orador.

Finalmente, se puede observar en ambas gráficas en color rojo los momentos del discurso clasificados como **silencio** y el computo total de silencio de cada usuario.

Cabe destacar que en este análisis del silencio se evalúan como tal todos los momentos en los que el tono del usuario está por debajo de un umbral de sonoridad. Por tanto, los espacios entre palabras serán considerados como silencios. Así que se espera que en todas las evaluaciones haya un tiempo mínimo de silencio, cualquiera que sea el usuario evaluado.

Comparando los datos de ambos usuarios, se observa que el tiempo de silencio del usuario con experiencia (7.55s) es prácticamente la mitad que el tiempo que toma el segundo usuario (13.60s). También se puede analizar observando la gráfica que los silencios del usuario con poca experiencia son más irregulares e inesperados, pudiendo deberse a olvidos en el discurso o

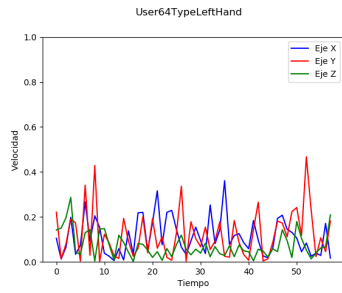


Figura 6.11: Velocidad de la mano izquierda del usuario experimentado

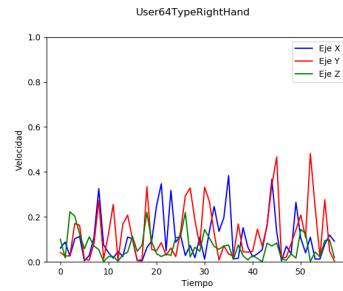


Figura 6.12: Velocidad de la mano derecha del usuario experimentado

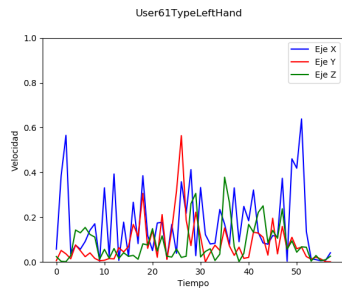


Figura 6.13: Velocidad de la mano izquierda del usuario poco experimentado

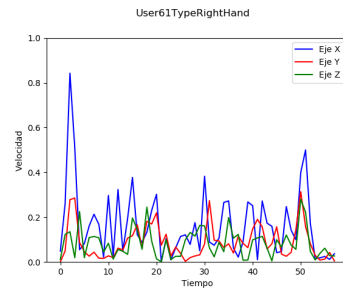


Figura 6.14: Velocidad de la mano derecha del usuario poco experimentado

un extremadamente bajo tono de voz. En cambio, en la gráfica que analiza los datos del ponente experto se observan grupos de silencio mucho más controlados. Esto se debe a que el ponente experimentado conoce su discurso y como estructurarlo, pudiendo hacer uso del silencio a su favor haciendo, por ejemplo, pausas dramáticas que enfatizan el contenido de su ponencia.

### 6.2.3. Movimiento de manos

Como ya se ha descrito, el análisis del movimiento se realiza mediante medidas en intervalos de 1 segundo. Como se puede apreciar en las Figuras 6.11, 6.12, 6.13 y 6.14, la toma de datos se hace para cada mano y se separan los análisis por cada eje: X es el eje de movimiento lateral de las manos (izquierda y derecha), Y es el eje vertical (hacia arriba o hacia abajo) y Z es el eje de profundidad (que indica lo alejadas o no que están las manos del ponente).

El valor de la velocidad para cada eje está representado en las gráficas independientemente.

Si se realiza un análisis general de las gráficas, podemos observar algunos comportamientos y extraer conclusiones sobre ellos:

- El usuario experto trabaja de manera más uniforme que el poco experimentado. Esta conclusión se puede extraer observando que los valores máximos y mínimos de las gráficas del usuario experto son más próximos que aquellos del ponente novel.
- El ponente novel trabaja de manera más exhaustiva en el eje lateral (X) que en los otros dos ejes mientras que el usuario experto trabaja todos los ejes de manera similar.
- Según se observa, los picos de velocidad del usuario con mayor puntuación en el PRCS (6.12, 6.11), se dan de manera casi simultánea en los 3 ejes. Lo cual hace suponer que son movimientos controlados en gran medida. Esto contrasta con los picos de velocidad del usuario inexperto que, pese a ser más controlados en su mano dominante (6.14), en su mano no dominante (6.13) son muy irregulares.
- Destaca también que los máximos absolutos del usuario inexperto tienen mayor magnitud que aquellos del usuario experimentado. Esto puede ser consecuencia de movimientos bruscos con falta de control.

Si se presta atención a los datos obtenidos del análisis estadístico de los datos (véase Apéndice D: D.5 y D.2), se pueden observar también otros comportamientos:

- Los Coeficientes de Variación de la mano izquierda del orador inexperto son, de media, superiores al 100% y, además, muy superiores a los del orador con experiencia. En cuanto a la mano derecha, los valores de los coeficientes de variación de ambos oradores están más a la par, siempre por debajo del 100%.
- Las medianas de los valores de los ejes para ambas manos en el usuario 5 D.5 son más similares entre sí que las de del usuario 2D.2, lo que se puede deber a una mayor tranquilidad en el movimiento, estando este premeditado y ejecutado con suavidad.

Dado en análisis del usuario experimentado podemos ver una gran suavidad, movimiento de manos y control lo cual es un factor importante a la hora de aportar fuerza a un discurso.

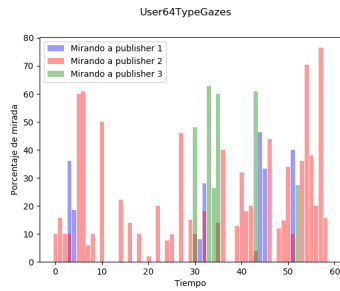


Figura 6.15: Reparto de mirada al publico del usuario 5

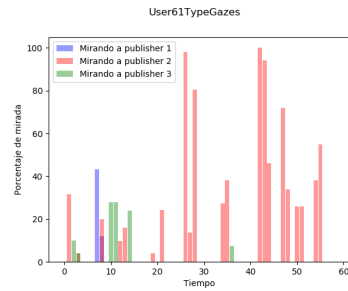


Figura 6.16: Reparto de mirada al publico del usuario 2

#### 6.2.4. Mirada

El análisis de la mirada se realiza, también en intervalos de 1 segundo. En cada intervalo se evalúa el porcentaje de tiempo que el usuario ha dedicado a dirigir la mirada a cada miembro del público.

Así, en las gráficas (véanse Figuras 6.15 y 6.16) se representan la mirada dirigida a cada miembro del publico por separado mediante barras. Siendo el mínimo 0 y el máximo 100.

Cabe destacar que en un solo intervalo de tiempo el usuario puede haber mirado a más de uno de los interlocutores que tiene delante. Eso se representa en las gráficas mediante superposición de barras.

Además, también se ha evaluado sobre los datos el tiempo total dedicado a observar al público (tiempo dedicado a observar a cualquiera de los 3 interlocutores) y el tiempo específico dedicado a mirar a cada uno de los interlocutores por individual. Esto se ve representado en el Apéndice D: D.5 y D.2.

Lo primero que se puede concluir a partir de los datos extraídos es que ninguno de los usuarios que realizó la prueba miró a los interlocutores más de 15 s.

Comparando ambos usuarios, vemos una diferencia de tiempo de mirada general de 4.01 s. Poniéndolo en relación al tiempo total de mirada, se observa que es una gran diferencia (casi un 30 % menos de mirada del usuario 2 en relación al usuario 5).

Otro dato importante a evaluar es que ambos usuarios centraron su mirada en el interlocutor que se presentaba en medio de la sala, en frente de los usuarios. Ambos ponentes emplearon en torno a 9 s para mirar al interlocutor del medio.

La diferencia entre los dos usuarios se aprecia cuando se analiza el tiempo dedicado a los interlocutores laterales: mientras que el usuario inexperto utilizó 0.55 s para el interlocutor izquierdo y 1.01 s para el derecho (Apéndice D: D.2) el usuario experto empleó 5 veces más tiempo en el interlocutor izquierdo (2.10 s) y más del doble para el interlocutor derecho con un tiempo de 2.85 s (Apéndice D: D.5)

Como habíamos visto antes, el contacto directo es un signo de buen orador y claramente podemos ver como el usuario más experimentado mantiene el contacto visual con los 3 publishers mientras el usuario novel mantiene menos contacto visual.

### 6.2.5. Emocionalidad

Lo primero a tener en cuenta a la hora de analizar la emocionalidad de ambos usuarios son límites que tiene la librería “Vokaturi” con respecto a la precisión de clasificación (Véase Sección 6.1.3).

Contamos con tan solo un 67 % de precisión al clasificar y con un error constatado al clasificar, que tiende a identificar el tono discursivo como “Enfado” cuando el usuario afirma no estar sintiéndose de esa manera Garcia-Garcia et al. (2017).

En las gráficas de ambos usuarios (véanse Figuras 6.17 y 6.18) se muestra, en forma de barra, el sumatorio total de valores de cada emoción computados por la librería.

El dato que más llama la atención de la evaluación emocional de ambos usuarios es el alto nivel de Neutralidad que se evalúa para ambos usuarios, estando la del usuario inexperto en torno a 10 y la del usuario experto en torno a 8.

Esto es repercusión directa del tono utilizado durante ambas ponencias que, con algunas variaciones, no estuvo muy emocionalmente cargado en ninguno de los dos usuarios.

Aún así, si se evalúa las puntuaciones obtenidas para las demás emocio-

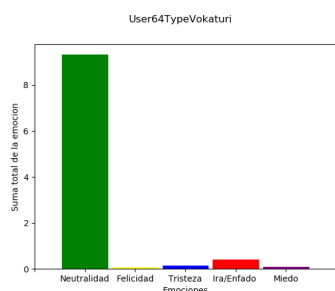


Figura 6.17: Emocionalidad del usuario 5

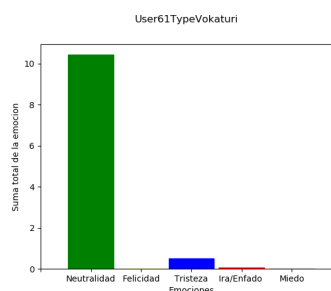


Figura 6.18: Emocionalidad del usuario 2

nes, se pueden sacar algunos datos en claro:

Al usuario experto se le evalúan, en mayor o menor medida, todas las emociones del repertorio de VokatURI siendo la dominante, a parte de la Neutralidad, el Enfado o Ira. Esto puede deberse a que, como se ha evaluado en la sección 6.2.2, el usuario experto (véase Figura 6.17) tuvo un tono medio más elevado (véase figura 6.9). El hecho de que se haya evaluado en su discurso todo el rango emocional se puede deber a que el tono del usuario experimentado fue más rico emocionalmente hablando que aquel del usuario inexperto.

Podemos ver como el usuario experimentado tiene una mayor número de emociones pero siendo la principal neutralidad, dados estos datos no podemos llegar a ninguna conclusión.

### 6.3. Métrica

En esta sección se discutirá, paso a paso, la fórmula que se ha creado a partir del análisis de los datos obtenidos por los usuarios comparándola con los resultados obtenidos en su PRCS. Ésta propuesta cumple con uno de los objetivos fundamentales de este Trabajo de Fin de Grado, que es generar una fórmula simple que realice una estimación de los resultados que un usuario tendría en un PRCS tras analizar su comportamiento dentro de la aplicación de pruebas que se ha desarrollado en el trabajo.

#### 6.3.1. Preámbulo

La fórmula que se describe en esta sección se ha generado a partir del análisis de los usuarios que tomaron parte en las pruebas de este trabajo

(véase Apéndice D).

Como se ha explicado anteriormente, la fórmula generada es una aproximación muy simplista a una predicción del resultado del test PRCS (Véase Sección 3.3).

Por ello, a la hora de evaluar la fórmula obtenida, se han de tener varias premisas en cuenta.

Tras analizar los datos de los usuarios, se ha sacado en claro que no siempre tener un "mal" resultado en la prueba implica que un usuario padezca ansiedad social a la hora de hablar en público. Se ha sacado la conclusión de que un resultado negativo puede darse simplemente debido a que la persona no posee las herramientas y conocimientos necesarios para realizar un discurso de manera correcta. Esto se refleja, por ejemplo, en el usuario 1 (véase Apéndice D: D.1) que, pese a no realizar una prueba que podría considerarse como "buena" (mirando tan solo un 2.7% de tiempo al público con un tono con mucha carga de Tristeza y Enfado) obtuvo en el PRCS un resultado de 52 puntos.

Con el objetivo de mantener la fórmula lo más simple posible se han obviado los datos de algunos análisis. En relación a la emocionalidad, se ha decidido no tener en cuenta debido a la escasa precisión y tendencia a clasificar erróneamente de la librería "Vokaturi" (véase Sección 6.1.3).

En cuanto al movimiento de manos, se ha decidido excluirlo de la fórmula debido a que no hemos encontrado una notable diferencia entre los datos.

Por tanto, los parámetros que interactuarán en la fórmula final serán: los datos obtenidos del análisis de la sonoridad de los usuarios y el tiempo de silencio y los datos del análisis de la mirada del usuario.

### 6.3.2. Evaluación del silencio

A la hora de evaluar el silencio para la fórmula, se tiene en cuenta la proporción de silencio del usuario sobre la duración total de la prueba.

Así, la puntuación de la evaluación del sonido será una función que retornará un valor en el intervalo  $[0, 1]$  dependiendo de la proporción de tiempo que el usuario haya estado en silencio durante la prueba.

Tras evaluar el rendimiento de los usuarios que realizaron las pruebas, se estimo empíricamente que una "proporción adecuada" de silencio en la prueba debería ser 0.155. Así, para una prueba de 60 segundos, el usuario perfecto habría de estar callado durante unos 9.3 segundos.

La función que asigna los valores a cada  $x$  es una función sigmoide, que tiene la fórmula general:

$$f(x) = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2*c}} \quad (6.1)$$

Dónde el parámetro "a" define el máximo valor en el eje y de la función. Por tanto, el valor de  $a$  se ha definido como 1. El parámetro "b" definirá el centro de la función en el eje  $x$ . Como se ha mencionado anteriormente, tras estudiar los informes de los usuarios, se ha decidido asignar al parámetro "b" el valor "0.155". Por último, el valor del parámetro "c" define la amplitud de la función para los valores distintos de 0. En otras palabras, "c" nos permite definir cuanto penalizamos a los usuarios que no hayan conseguido la proporción perfecta de tiempo en silencio.

Finalmente, tras realizar algunas pruebas y analizar el desempeño de los usuarios, se ha definido el parámetro "c" con un valor de "0.0025", el cual penaliza levemente a los usuarios con valores de tiempo entre 0.09 y 0.21, y penaliza gravemente a todos los usuarios cuya proporción de tiempo en silencio esté fuera de ese intervalo.

Por tanto, la fórmula final para calcular la puntuación específica sobre el silencio del usuario queda así:

$$f(t_s) = e^{-\frac{(x-0,155)^2}{0,005}} \quad (6.2)$$

teniendo en cuenta que:

$$\forall t_s : t_s = \frac{\text{TiempoEnSilencio}}{\text{TiempoTotalDeLaPrueba}} \quad (6.3)$$

$$t_s \in [0, 1] \quad (6.4)$$

### 6.3.3. Evaluación de la mirada

A la hora de afrontar la puntuación de la mirada, hay 2 parámetros que se han tenido en cuenta como indicadores de calidad del discurso. Estos son la proporción general de tiempo dedicada a observar a cualquier miembro de la audiencia y la proporción específica de tiempo dedicada a observar a

cada miembro de la audiencia, sobre el tiempo total dedicado a mirar a la audiencia.

Se han separado ambos datos porque, tras analizar las muestras de los usuarios que efectuaron las pruebas, salió a la luz que, pese a que puede que un usuario no dedique un tiempo equitativo a cada miembro del público en concreto, si que es posible que haya empleado una cantidad de tiempo correcta en mirar a la audiencia en general.

Además, es posible que un usuario no mire en la misma proporción a un miembro del público que a los demás por distintas razones. Algunas de los comentarios en las pruebas acerca del porqué de las miradas fueron:

- El colorido de la ropa
- Altura del miembro del público
- Situación en el entorno (Los laterales fueron mirados significativamente menos que el personaje central.

Por tanto, primero se analizará el tiempo total de mirada al público. Para analizar el tiempo total de mirada, se utilizará como parámetro la proporción de tiempo mirado al público en relación al tiempo total de la prueba.

#### 6.3.4. Tiempo total de mirada

Consideramos, analizando los comportamientos de los distintos usuarios, que hay un intervalo de valores entre los cuales el usuario debería recibir toda la puntuación. Este intervalo está entre 0.25 y 0.75 sobre el total de la prueba.

Esta consideración se hace suponiendo que, si el usuario está por debajo de 0.25, no ha mirado suficiente al público y no será capaz de atraer la atención del mismo correctamente. Además, se supone también que si el usuario mira más del 75 % del tiempo hacia el público puede hacerlo sentir incómodo. La puntuación que devuelve este análisis está en el intervalo  $[0,1]$ .

Teniendo en cuenta estos parámetros, la función del tiempo total de mirada quedaría:

$$g(t_m) = \begin{cases} 4t_m & \forall t_m \in [0, 0,25] \\ 1 & \forall t_m \in (0,25, 0,75) \\ 4(1 - t_m) & \forall t_m \in [0,75, 1] \end{cases}$$

sabiendo que:

$$t_m = \frac{t_{\text{mirandoPublico}}}{t_{\text{total}}}$$

### 6.3.5. Mirada individual a cada usuario

En segundo lugar se ha analizado el tiempo de mirada que el usuario ha dedicado individualmente a cada miembro del público.

A la hora de evaluar cada miembro de la audiencia por individual, suponemos que cada usuario del público ha de ser mirado, como mínimo, un un tercio del tiempo (teniendo en cuenta que la audiencia en el caso de nuestras pruebas es de 3 personas).

Por tanto, si el usuario mira al menos un tercio del tiempo a un miembro del público, obtendrá toda la puntuación de ese usuario. Si lo mira más, seguirá obteniendo toda la puntuación. Finalmente, la fórmula para calcular la puntuación que otorga mirar cierta proporción de tiempo a un usuario queda:

$$h(t_{\text{publico}}) = \begin{cases} 3 * t_{\text{publico}} & \forall t_{\text{publico}} \in [0, \frac{1}{3}] \\ 1 & \forall t_{\text{publico}} \in (\frac{1}{3}, 1] \end{cases}$$

sabiendo que cada

$$t_{\text{publico}}$$

es una proporción de el tiempo mirando a un miembro del publico entre el tiempo total de mirada a la audiencia:

$$\forall t_{\text{publico}} : t_{\text{publico}} \in [0, 1] \wedge \text{publico} \in \{1, 2, 3\}$$

Teniendo en cuenta la formula anterior, hay que calcular ahora la puntuación total relacionada a la mirada sobre cada miembro del publico individualmente.

El resultado total será una suma ponderada de las puntuaciones de la mirada sobre cada miembro de la audiencia individualmente.

$$i(t_{\text{publico1}}, t_{\text{publico2}}, t_{\text{publico3}}) = C_1 * g(t_{\text{publico1}}) + C_2 * g(t_{\text{publico2}}) + C_3 * g(t_{\text{publico3}})$$

Dónde

$$C_n$$

son los coeficientes de ponderación de mirada a cada miembro del público y se cumple que:

$$C_1 + C_2 + C_3 = 1$$

Para el caso más básico, donde el usuario quiere repercutir de la misma manera sobre todos los miembros de la audiencia, se cumple que :

$$C_1 = C_2 = C_3 = \frac{1}{3}$$

La formula se ha pensado de esta manera pensando en pruebas futuras en las que se pueda exigir que el usuario preste más atención a un sector del publico frente a otro y, por tanto, los coeficientes de ponderación varíen para dar mayor importancia a dichos miembros del público.

### 6.3.6. Formula general

En los apartados anteriores se han evaluado todos los parámetros que se han de tener en cuenta a la hora de computar la aproximación simplista a la puntuación del test PRCS de un usuario.

Todos los parámetros que participan de esta fórmula están dentro del intervalo  $[0,1]$ .

La aproximación es una suma ponderada de los valores de puntuación del silencio (véase 6.3.2), mirada general al público (véase 6.3.4) y mirada individual a cada miembro del público (véase 6.3.5). Así, la función general quedaría:

$$\begin{aligned} Puntuacion(t_{prueba}, t_{silencio}, t_{miradaPublico}, t_{publico1}, t_{publico2}, t_{publico3}) = \\ \frac{1}{3} * i(t_{publico1}, t_{publico2}, t_{publico3}) + \frac{1}{3} * g(t_{miradaPublico}) + \frac{1}{3} * f(t_{silencio}) \end{aligned} \quad (6.5)$$

En esta formula, todos los valores ponderan por igual, ya que se han considerado igualmente importantes. Pero, si se deseara, se pueden sustituir los valores por coeficientes de ponderación tales que:

$$C_{miradageneral} + C_{miradaindividual} + C_{silencio} = 1$$

Para pasar esta formula al formato PRCS, deberemos efectuar este paso:

$$PuntuacionPRCS = (Puntuacion(t_{prueba}, t_{silencio}, t_{total}, t_{publico1}, t_{publico2}, t_{publico3}) * 50) + 12$$

Si se aplica esta formula sobre los datos obtenidos de los usuarios comparados anteriormente (véase D.2 y D.5), podemos ver que:

Usuario	$t_{silencio}$	$t_{total}$	$t_{p1}$	$t_{p2}$	$t_{p3}$	Pred. PRCS	Val. PRCS
2	0.2267	0.169	0.0091	0.143	0.0168	34.81	28
5	0.1258	0.235	0.035	0.153	0.0475	49.05	62

- Para el usuario 5, la predicción no es muy precisa. Esto se debe a la simpleza de la aproximación que se ha tomado. Aún así, la puntuación predicha está en el intervalo medio-alto, donde se sitúa a sí mismo el usuario 5 en el PRCS.

- Para el usuario 2, sin embargo, la predicción está mucho más acertada. Predice ligeramente por encima (34.81 contra los 28 del usuario), pero lo sitúa en el rango bajo de respuestas.

Podemos concluir, por tanto, que esta fórmula empírica que hemos diseñado en este trabajo puede servir como orientación a la hora de saber como se va a desenvolver una persona al hablar en público.

Además, los resultados mostrados en la figura 6.3.6 están calculados con todos los coeficientes de ponderación con sus valores básicos. Se podría refinar la fórmula ajustando dichos coeficientes a la situación comunicativa a la que se enfrentan los usuarios.

# Capítulo 7

## Conclusiones

Uno de los propósitos más importantes de este trabajo era colaborar con el proyecto ComunicArte y ser de utilidad para esta investigación. Nuestra manera de contribuir a este proyecto ha sido generando una herramienta capaz de analizar, con cierto nivel de detalle, el desempeño de una persona al hablar en público en una situación controlada. El objetivo era entregar una herramienta cerrada y funcional en la que ComunicArte pudiera apoyarse a la hora de desarrollar. También era nuestro propósito hacer un desarrollo que pudiera aportar información sobre VR, hablar en público y servir como un primer sistema de mediciones en el proyecto ComunicArte.

Creemos que hemos satisfecho ambos objetivos, aportando información clara relacionada con el tema que trabaja comunicarte y con una herramienta que puede ser utilizada en este proyecto como inspiración para desarrollar una aplicación más completa.

Para esto, proponemos algunas posibles mejoras como trabajo futuro que, bajo nuestro punto de vista, ayudarían a aumentar la fiabilidad, sensación de inmersión y el alcance de la herramienta.

### 7.1. Objetivos alcanzados

El software desarrollado es código abierto y puede encontrarse en github bajo el nombre TFGAlgabaHernandez<sup>1</sup>.

Los objetivos que hemos logrado alcanzar en este trabajo son los siguientes:

---

<sup>1</sup><https://github.com/Narratech/TFGAlgabaHernandez>

- Hemos desarrollado un sistema capaz de obtener, filtrar y almacenar información relacionada con el movimiento de las manos, el volumen y variación del tono de voz y la emocionalidad del discurso, la mirada del orador hacia el público. Toda esta información es guardada en formato JSON para su posterior uso.
  
- Hemos conseguido visualizar y analizar los resultados obtenidos. Gracias a esto hemos conseguido predecir, en cierta medida, la capacidad de hablar en público del usuario y validarlo con el PRCS. También, tras realizar análisis sobre los discursos, hemos llegado a la conclusión de que, de los parámetros extraídos sobre la muestra, los parámetros más importantes a la hora de hablar en público son, en orden de importancia, la sonoridad y varianza de la voz, la dirección de la mirada y menos importantes (aunque importantes aún así) son la velocidad de las manos y la emocionalidad del tono utilizado.
  
- Hemos desarrollado un minijuego que sirve para poner a prueba la oratoria de la gente a modo de “Pitch Simulator” que, además, nos ha servido para poder medir los datos. También el proyecto ha servido para ComunicArte como anticipo y base de la recolección y análisis de datos además de prototipo de escenario.

## 7.2. Trabajo futuro

Teniendo en cuenta el progreso alcanzado en el desarrollo del TFG, hay una serie de pasos claros que creemos que deberíamos seguir para continuar este trabajo.

En cuanto al ámbito de la recolección de datos podríamos, con los medios y tiempo necesarios, recolectar muchos más datos acerca del usuario y sus capacidades. Por ejemplo, si dispusiéramos de herramientas lo suficientemente precisas, podríamos recolectar información sobre la frecuencia cardíaca del usuario (a mayor pulso se puede deducir que más nervioso está el usuario) su pulso (lo tembloroso que está). En relación al movimiento, otro paso claro sería analizar los movimientos de la cabeza del usuario, ya que es una parte fundamental del lenguaje no verbal de una persona.

Además, otro de los puntos fundamentales que creemos que se deberían trabajar a partir de nuestro trabajo sería analizar el contenido del discurso del sujeto estudiado. Para ese análisis utilizar APIs de reconocimiento de sentimientos como Aylien <sup>2</sup> o Qemotion <sup>3</sup>

Relacionado con el análisis de datos el siguiente paso sería tener una muestra de usuarios mucho mas grande y aplicar redes neuronales.

Nuestro TFG es capaz de analizar a un usuario y calcular su nota basándose en el test PRCS. Creemos que, el siguiente paso a dar en este ámbito es generar una experiencia más "Gamificada".

Esto se podría conseguir haciendo un "modo entrenamiento" en la aplicación que, durante la ejecución de la prueba ejecute las medidas y los cálculos sobre las mismas y comunique una puntuación en tiempo real al usuario. Mediante eso retos, obtendríamos un pequeño juego que retaría al sujeto a mejorar. Podría introducirse también modo de "Retos" donde el usuario tendría que alcanzar ciertos objetivos durante el juego, como por ejemplo, mantener cierta variabilidad en su tono de voz o estar callado menos de cierto tiempo por cada numero de palabras que dice.

Continuando con la jugabilidad y el diseño, otro punto que podría darle mucha mayor riqueza a este trabajo sería diseñar varios tipos de escenarios con cantidad de público oscilando desde una sola persona (conversación de negocios casual) a un gran numero (presentar un juego en un festival de videojuegos multitudinario). Por supuesto, aportaría aún más riqueza en este punto poder, también, cambiar el ambiente donde se da el discurso (salas de negocios, ferias, oficinas más casuales, etc.). Esto haría que el usuario se encontrara en lugares donde el contexto cambia y sus sensaciones y sentimientos también.

---

<sup>2</sup><https://aylien.com/>

<sup>3</sup><https://www.qemotion.com/>



# Bibliografía

ARTHUR, D. *Recruiting, Interviewing, Selecting & Orienting New Employees*. AMACOM, 1991.

ARTHUR, D. The importance of body language. 1995.

BATES-BRKLJAC, N. *Virtual Reality*. Nova Science Publishers, Incorporated, 2011.

BOLLMANN, E. 5 usos de la realidad virtual en el mundo de la medicina. <https://blogthinkbig.com/realidad-virtual-medicina>, 2018.

FRANCISCO J. GALLEGO, F. L., RAFAEL MOLINA. Gamificar una propuesta docente. 2014.

GARCIA-GARCIA, J., PENICHER, V. and LOZANO, M. Emotion detection: a technology review. 2017.

HAMILTON, C. *Communicating for Results, a Guide for Business and the Profession*. Wadsworth Publishing Co Inc, 2010.

JULIE N. HOOK, D. P. V., CLIFFORD A. SMITH. Za short-form of the personal report of confidence as a speaker. *Personality and Individual Differences*, Vol. 44(6), 1306–1313, 2007.

LORA, S. Presentaciones y lenguaje corporal: El uso de las manos al hablar en público. <https://sebastianlora.com/blog/presentaciones-y-lenguaje-corporal-2-el-uso-de-las-manos-al-hablar-en-publico/>, 2012.

MEDIAVILLA, D. ¿cuándo empezaron a hablar los humanos? [https://elpais.com/elpais/2015/08/07/ciencia/1438961176\\_330561.html](https://elpais.com/elpais/2015/08/07/ciencia/1438961176_330561.html), urldate = 2015-09-10, 2015.

- MEHRABIAN, A. "silent messages" – a wealth of information about non-verbal communication (body language). <http://www.kaaj.com/psych/smorder.html>, 2016.
- SCHWABER, K. and SUTHERLAND, J. The scrum guide. <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>, 2018.
- SMITH, S. Virtual reality games revenue. <https://www.irishtimes.com/business/technology/revenues-from-virtual-reality-specific-games-to-reach-8-2bn-by-2023-1.3760038>, 2019.
- STUDER, J. *Oratoria : El Arte De Hablar, Disertar, Convencer*. EL drac, 1996.
- XAVIER MÉNDEZ, F., INGLES, C. and HIDALGO, M. D. La versión española abreviada del 'cuestionario de confianza para hablar en público'(personal report of confidence as speaker): Fiabilidad y validez en población adolescentes. *Psicología Conductual Revista Internacional de Psicología Clínica de la Salud*, 25–42, 2019.

## Contribuciones de los autores

### A.1. Jorge Algaba Aranda

Durante el transcurso del proyecto del proyecto hemos repartido las tareas basándonos en el material disponible y de optimizar el tiempo eligiendo las tareas más adecuadas para cada uno.

Previamente a la fase de diseño desde verano a comienzo del curso empecé a realizar los tutoriales de Epic para Unreal Engine ya que al no tener nada más claro que el proyecto iba a ser de Realidad Virtual podía resultar interesante Unreal debido a que ofrece la posibilidad de hacer Mods para algunos de sus juegos, finalmente debido a que teníamos más conocimiento decidimos usar Unity, repasé proyectos pasados y documentación de VR para ponerme al día.

Al empezar el curso como primer punto revisamos el proyecto ComunicArte leyendo y comentado todo el proyecto para finalmente discutir y analizar las diferentes partes del proyecto viendo en cual podíamos aportar mas y cual nos resultaba mas interesante.

A continuación de esto realizamos un repaso de la Realidad Virtual, probando y realizando un reporte de las aplicaciones y juegos más destacados del momento para ver hasta donde había llegado la Realidad Virtual en ese momento además de probar aplicaciones con objetivo similar al nuestro

Tras esto comencé a explorar los ejemplos que ofrecía Oculus para Unity y el propio Unity VR, tras hacerlo todo funcionar me puse a desarrollar una pequeña escena.

Me gustaría destacar que durante el trabajo de programación también participe en la creación del diseño y en la revisión de literatura para poder desarrollar el proyecto.

Por cuestiones de hardware y disponibilidad yo fui el que tuvo las gafas Oculus durante el desarrollo centrándome en la parte relacionada con Realidad Virtual y backend.

Tras conseguir que funcionara el VR en una escena, introduje las manos para mas tarde introducir un pequeño sistema que reconociera a que GameObject estabas mirando, además de añadir el arte de la sala y personajes.

Posteriormente hice una mini partida con contador y un GameManager que administraba el principio y fin, la cual sirvió como sitio de pruebas para el desarrollo.

Al tener esto ya creé el sistema de recolección de datos el cual es genérico y ayudó en gran medida a que cualquier módulo se pudiera añadir facilitando así el trabajo de ambos.

Tras esto cree el módulo que leía las manos, acabé el de la mirada y conseguí que al final de cada partida se guardaran en JSON.

Habiendo finalizado el núcleo del proyecto cree el cuestionario del final y lo añadí al recolector de datos. También añadí los textos introductorios los cuales pueden ser cambiados desde el editor además de mejorar el aspecto de la escena en general como por ejemplo añadiendo luces.

Tras esto comencé a refinar la obtención de datos y su posterior guardado para facilitar a mi compañero el análisis en el cuál participe aportando ideas y conceptos de la literatura.

A continuación realizamos pequeñas pruebas con usuarios las cuales nos dieron feedback con el cual realizamos diversos cambios en la escena.

Ambos realizamos las pruebas finales, diseñando como iban a ser y apuntado todos los datos importantes.

Respecto a la documentación y desarrollo de la memoria dirigí el trabajo y oriente el desarrollo aunque trabajamos a partes iguales.

## A.2. Manuel Hernández Nájera-Aleson

Durante el comienzo del TFG, centré mis esfuerzos, junto con los de Jorge, en investigar acerca de aplicaciones en Realidad Virtual que pudieran sernos de utilidad para el desarrollo. Esta investigación nos llevó a entender que el campo que trabajamos está en auge, y nos permitió obtener mucha inspiración y herramientas para desarrollar el trabajo.

Una vez hubimos buscado ideas, la siguiente parte consistió en reunirnos con los miembros de ComunicArte para poder decidir la orientación de nuestro TFG. Durante esta fase mi cometido consistió en idear las opciones que teníamos para desarrollar el trabajo.

Una vez hubimos cerrado la finalidad, objetivos y alcance del TFG, mi cometido consistió en investigar acerca de la parte de Sonido del proyecto.

Durante esta parte, realicé una búsqueda exhaustiva de herramientas que podrían servirnos para implementar la parte de análisis de sonido del proyecto. Hablando con el codirector del trabajo Alejandro Romero, descubrí la librería IBM Watson, que permitía implementar text-to-speech en Unity, para luego utilizar la API de Tone Analyzer de IBM para obtener la emocionalidad ligada al contenido de un discurso.

Traté de implementar dicha librería en nuestro proyecto, pero no conseguí implementarla debido a algunos errores de importación y que la librería IBM Watson para Unity está en desuso.

Después, centré mis esfuerzos en la parte de obtener el tono del usuario mediante el micrófono y, analizando el mismo, obtener el intervalo de tiempo que el usuario estaba en silencio durante la prueba. A lo largo de este proceso, tuve que ir desarrollando una demostración de la parte de Sonido, que se evaluaba en las reuniones post Sprint con los directores del Trabajo.

Después, tuve que hacer una segunda búsqueda de herramientas. En este caso, centré mis esfuerzos de búsqueda en encontrar una librería que analizara el tono de voz de un usuario y obtuviera la emocionalidad pero no estuviera ligada al contenido del discurso del usuario. Fue así como llegué a encontrar la librería Vokaturi, que tuve que implementar posteriormente en el trabajo.

Una vez encontrada, tuve que implementar la librería Vokaturi en una escena. Este proceso fue tedioso y complejo, ya que la librería está desarrollada en los lenguajes C y Python, pero no en C# ni UnityScript, los lenguajes que utiliza Unity.

Para implementarla, comencé intentando desarrollar un Wrapper en C que accediera a la funcionalidad de la librería, pero fracasé debido a la complejidad de la comunicación entre C#, C y la propia librería de Vokaturi.

Acto seguido, decidí tratar de implementar la librería en Python desde C#. Este proceso, aunque complejo también, fue exitoso. La implementación consistió en generar una clase contenedora de Vokaturi en Python, la cual se instanciaba en C# mediante la librería IronPython, que permite generar un entorno de ejecución de Python en C# y pasar parámetros a python mediante memoria, lo cual hace la ejecución mucho más rápida que guardar un archivo de sonido y analizarlo posteriormente, que era la 3<sup>o</sup> opción que barajé para este apartado.

Una vez hube acabado la implementación, desarrollé una pequeña escena de demostración en Unity que fue aprobada en una reunión de post-sprint.

Con esto acabado, volví a centrar mis esfuerzos en el reconocimiento del silencio y la sonoridad, ya que la implementación previa no satisfacía algunas de las necesidades de la aplicación.

Durante este proceso, implementé además una clase auxiliar para acceder a la información del micrófono en Unity (MicrophoneManager.cs), ya que tanto la parte de Vokaturi como la de Sonoridad requerían de acceder al micrófono y había problemas de instanciación y grabación.

Una vez superado este obstáculo, pude centrarme otra vez en desarrollar la Sonoridad correctamente. Una vez hube acabado, el script de Sonoridad leía las características necesarias del sonido para el proyecto.

Con esto acabado, comencé a centrarme en el análisis de los datos obtenidos en crudo. Para ello, utilizando Python y librerías como Matplotlib y Numpy, primero me centré en generar scripts independientes por cada set de datos distintos. En dichos scripts, lo primero que implementé fue el visionado de los datos. Algo muy importante para favorecer el posterior análisis de los mismos.

Con el visionado de los datos realizado, me centré en el análisis de los mismos. Trabajé en analizar los sets de datos e intentar extraer conclusiones claras acerca de lo extraído.

Una vez hube acabado con esto, mi labor consistió en hacer comparativas de los datos analizados para extraer conclusiones claras, las cuales plasmé posteriormente cuando desarrollé las formulas que se aplicarían para obtener la predicción del test PRCS de nuestra aplicación.

Durante la fase final del proyecto, también trabajé en perfeccionar la escena de VR en Unity para garantizar la mayor inmersión posible.

# Apéndice **B**

## Introduction

We live in an interdependent society, where interpersonal communication is of utmost importance in our everyday lives.

Mediavilla (2015), communication amongst human beings is one of the reasons why our species has evolved its cognitive abilities until their position nowadays.

The human race communicates constantly: greeting when getting on a bus, asking a teacher or ordering food at home are just three basic examples of an enormous amount of communicative acts that we perform as human beings and on which we depend to develop our daily life in a society in continuous development.

In this thesis our main focus will be the act of giving a pitch (or trying to sell an idea or product). This involves a speaker trying to transmit a message effectively towards an audience that will take into deep consideration what the speaker says and how they say it

Virtual reality is another of the pillars of this project. We will make a brief review of your current situation, the motivations that exist to use this technology in the present work and what goals we expect to achieve with this thesis, as well as the links that this thesis has with what we learned during our studies in the Degree in Videogame Development.

## B.1. Virtual Reality Applications

Virtual Reality is understood to be a computationally generated experience where the user is introduced inside an environment with which they can interact, and the environment gives sensorial feedback to the user (mainly visual and auditive feedback). The peculiarity of these environments lies in its immersivity, achieved through the use of VR Headsets and specific hand controllers.

VR Headsets are tools that have suffered a significant improvement<sup>1</sup> in the last years. These devices allow the user to freely use their head to look wherever they want inside the environment while also receiving auditive feedback in 3D. The user is also able to use hand controllers that provide tactile feedback.

Amongst VR devices, some can be featured. Such as HTC Vive<sup>2</sup>, Oculus Rift<sup>3</sup>, Playstation VR<sup>4</sup> and Oculus Go<sup>5</sup>.

Bates-Brkljac (2011) regarding virtual reality environment creation points out: *“Humans establish the experiences of a real world based on the feedbacks from sense organs, such as eyes, ears, nose and hands. By replacing real images, sound and tactility with computer-generated illusions, a virtual world can be built for the human user to navigate in and interact with”*

Virtual Reality technology is blooming and, as it has been seen, a considerable amount of applications have been developed in the last few years like Minecraft VR or Robo Recall; from videogames (mainly) to applications that allow doctors to perform virtual surgical interventions.

Smith (2019) predicts a 8.2 billion dollars increase in 2023 from 1.2 dollars in 2019 in virtual reality videogames. This is a clear signal of the road that the industry is taking.

The progress of VR can be seen in games such as Beat Saber <sup>6</sup>a game that

<sup>1</sup>[https://xoia.es/ultimos-avances-en-realidad-ultimos-avances-en-realidad-virtual-actualizado-2019/](https://xoia.es/ultimos-avances-en-realidad-ultimos-avances-en-realidad-virtual-virtual-actualizado-2019/)

<sup>2</sup><https://www.vive.com/eu/>

<sup>3</sup><https://www.oculus.com/rift/>

<sup>4</sup><https://www.playstation.com/en-ae/explore/playstation-vr/>

<sup>5</sup><https://www.oculus.com/go/>

<sup>6</sup><https://elchapuzasinformatico.com/2019/03/beat-saber-el-juego-de-realidad-virtual-ya-ha-vendido-mas-de-1-millon-de-copias/>

has sold more than 1.000.000 copies, even though the VR audience is small in numbers (VR Headset is needed to play). Other notorious VR games are Fallout 4 VR<sup>7</sup>, Job Simulator<sup>8</sup> and Skyrim VR<sup>9</sup>.

In other areas apart from videogames, VR applications can be seen as well. For instance, an application that provides functional recovery for patients Bollmann (2018) SaeboVR<sup>10</sup>. Other significant VR applications are Facebook VR<sup>11</sup> or Tilt Brush<sup>12</sup>.

## B.2. Project Motivation and Reach

During the development of our academic career and our first step in the business field, we have realized that not being afraid of public speaking and being able to give a good speech is of utmost importance to one's development. A great speech boosts your ability set, while a bad speech can decrement it, no matter how good you may be in your field.

One of our motivations is to be able to collaborate in such a promising project as ComunicArte, one that is currently funded by BBVA. This project is set to study and improve public speaking abilities amongst the population.

Approximately 75% of the worldwide population suffers glossophobia or public speaking anxiety in one way or another Hamilton (2010). This means that the potential audience of this Thesis is enormous. This thesis will also help us to develop our own public speaking abilities.

Thus, the reach of this project is to generate a useful prototype that ComunicArte could use. This prototype should be able to measure data in VR and compute speaker's public speaking ability. To add on, this project should lay the base for a videogame that can train a user to improve their public speaking skill set.

---

<sup>7</sup><https://uploadvr.com/fallout-4-vr-review/>

<sup>8</sup><https://uploadvr.com/job-simulator-review-making-the-mundane-magical/>

<sup>9</sup><https://uploadvr.com/skyrim-vr-rift-vive-pc-review/>

<sup>10</sup><https://www.saebo.com/saebovr/>

<sup>11</sup><https://facebook360.fb.com/>

<sup>12</sup><https://www.oculus.com/experiences/rift/1111640318951750/>

### B.3. Link with degree's competences

In this section, we will cover the competences of the Videogame Development Degree<sup>13</sup> (Complutense University) that are related to this Thesis.

**Agile Methodologies** Has enabled us to perform a better, more efficient and dynamic development during the thesis.

**Fundamentals of Programming and Data Structure and Algorithms** enabled us to generate the programmatic part of the Thesis, as well as being really useful in terms of design patterns and algorithms used in the development.

**Videogame Design, Interactive Systems Development and Data Use and Analytics** have proven usefull when facing the challenge of creating a simple and clear User Interface, providing an easy interaction to the user, and a scene design that supports the project, as well as being useful to understand how to extract data.

**Project I,II and III** enabled us to work efficiently, using useful development methods with communication and teamwork being of utmost importance during the whole process.

**Machine Learning and Data Mining** taught us how to obtain, analyze and represent data we used afterward in the development of the final formula.

**Videogame Engines** has enabled us to use unity in an efficient way. Making us capable of using the engine's tools at full capability.

---

<sup>13</sup><https://www.ucm.es/data/cont/docs/titulaciones/869.pdf>

## Conclusions

One of the most important goals of this thesis was to collaborate with ComunicArte. Our contribution to this project has been creating a tool that analyzes roughly a users ability to speak publicly. The objective was to ship a closed and functional application that could be useful to Comunicarte to take as a first step. Another objective was to perform some research that could contribute with information to ComunicArte project.

We believe that both goals have been reached, having contributed clear and useful information related with ComunicArte as well as delivering an application that can be used in a project as ComunicArte as a foundation to develop a more complex application.

In that aspect, we propose some possible improvements that would help to improve reliability, immersivity and reach of our tool.

### C.1. Achieved Objectives

We have developed a system capable of reading and storing data related to giving a speech in Virtual Reality. Data such as hand movement, voice volume, variation and emotionality, and user gaze information. Data is stored in JSON format.

We have achieved the goals of visualizing obtained results and roughly predicting speakers capability (putting it in relation with user's PRCS re-

sults). We have also achieved to obtain the most important parameters to be measured when public speaking.

We have developed a small game that serves as a test to users as a "Pitch Simulator", that also serves us as a tool to collect the data. This project has also been useful to ComunicArte as a prelude and base to data collection and analysis regarding public speaking.

## C.2. Future Work

Taking into account the progress made in the development of the Thesis, there are a series of clear steps that we believe we should follow in each area of the Thesis

Regarding the scope of data collection, we could, with the necessary means and time, collect much more information about the user and their capabilities. For instance, if we had sufficiently precise tools, we could collect information about the user's heart rate (the higher the pulse, the more nervous the user is), the pulse (how shaky it is). In relation to movement, another clear step would be to analyze the user's head movement, since it is a fundamental part of a person's non-verbal language.

In addition, another of the fundamental points that we believe should be carried on from our work would be to analyze the content of the discourse of the subject studied. That analysis could be made through the APIs that recognize feelings like Aylien <sup>1</sup> or Qemotion <sup>2</sup>

Related to data analysis, the next step would be to have a much larger sample of users and apply neural networks to identify patterns in users' behaviours.

Our Thesis is able to analyze a user and roughly calculate their score based on the PRCS test. We believe that the next step in this area is to generate a more "Gamified.experience.

This could be achieved by doing a "training mode" in the application that,

---

<sup>1</sup><https://aylien.com/>

<sup>2</sup><https://www.qemotion.com/>

---

during the execution of the test, executes the measurements and calculations on them and communicates a real-time score to the user. Through these challenges, we would get a small game that would challenge the subject to improve. A "Challenges" mode could be added as well. One where the user would have to reach certain objectives during the game, such as maintaining a certain variability in his voice tone or being silent for less than a certain amount of time for each number of words he says.

Following up with gameplay and design, another point that could give much greater richness to this work would be designing several types of scenarios with the number of people in the audience oscillating from one person (casual business conversation) to a large number (presenting a game at a videogame conference). Of course, it would bring even more richness at this point to be able, also, to change the environment where the speech is given (business halls, fairs, more casual offices, etc.). This would make the user find themselves in places where the context changes and making them feel differently.



# Apéndice **D**

## Informes de Input de Usuarios

### D.1. Usuario 1

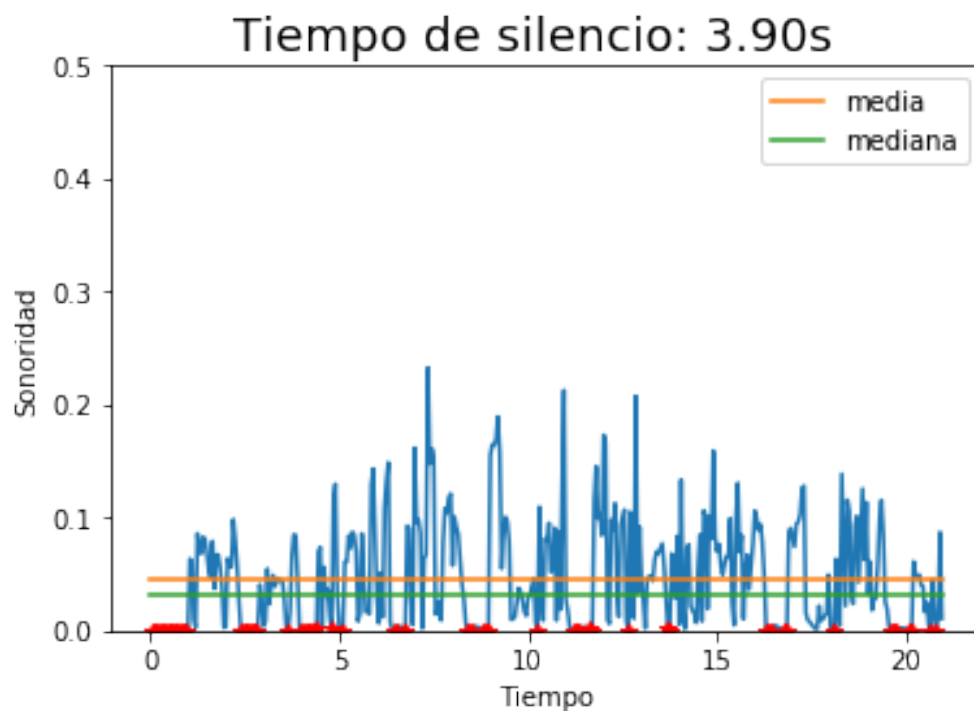
# Informe de Input de Usuario 1

May 27, 2019

## 1 Sonoridad del Usuario

En esta categoría se muestra, primero, el tiempo que el usuario estuvo en silencio durante la prueba. También se muestra la desviación típica, la media y la mediana de la sonoridad del usuario en el test. Por ultimo, en la gráfica se pone en relación la sonoridad por intervalos de 0.05s con los valores de la media y mediana.

Tiempo de silencio: 3.90  
Desviación típica: 0.046942386737148595  
Media: 0.0456639978342082  
Mediana: 0.031593890860676765



## 2 Mirada

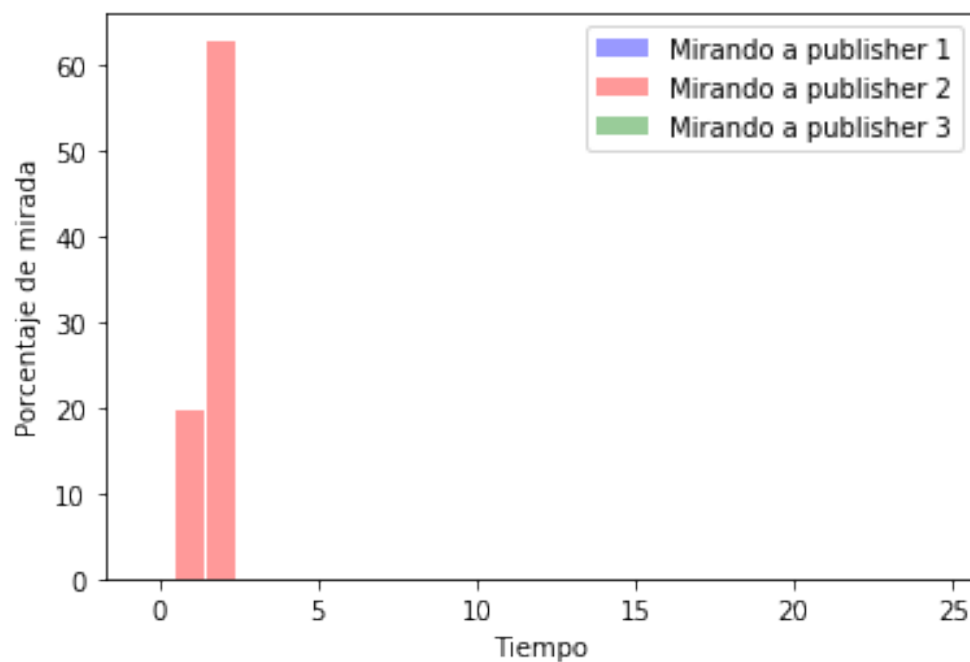
En este apartado se muestra información acerca de la mirada del usuario durante la prueba. Primero se muestra el tiempo que el usuario ha mirado a cada uno de los 3 interlocutores por separado durante todo el desarrollo de la prueba. Segundo se muestra el tiempo total que el usuario ha dedicado a mirar a cualquiera de los 3 miembros del publico. En la gráfica final se desglosa por intervalos de 1s el porcentaje de tiempo dedicado a dirigir la mirada a los interlocutores.

Ha mirado a publisher 1 durante: 0.00 s

Ha mirado a publisher 2 durante: 0.82 s

Ha mirado a publisher 3 durante: 0.00 s

Tiempo mirando a publishers: 0.82 s



## 3 Velocidad de las manos

En este apartado se muestran los datos recogidos sobre la velocidad de cada una de las manos (izquierda primero, después derecha) del usuario durante la prueba. Los datos están divididos por ejes, mostrando de cada uno la media, mediana, desviación típica y coeficiente de variación. Finalmente, se muestra una gráfica poniendo en relación los 3 ejes.

### 3.1 Mano Izquierda

-----Eje X -----

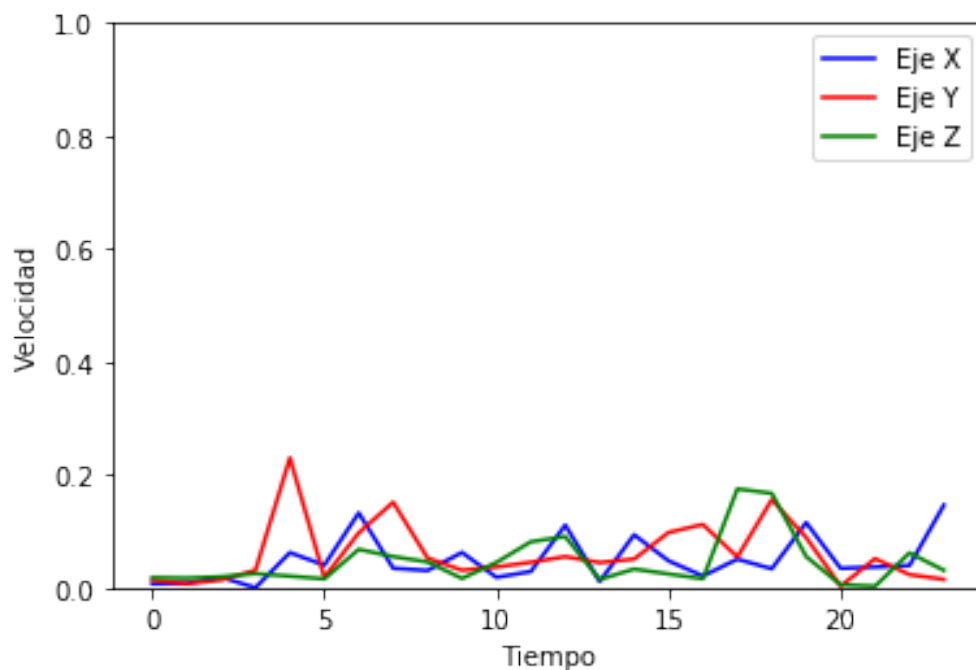
Media: 0.04933913548787435  
Mediana: 0.03561210632324219  
Desviación Típica: 0.04015715465808275  
El coeficiente de variacion en eje X: 81.39006543386196 %

-----Eje Y -----

Media: 0.0616761843363444  
Mediana: 0.0479736328125  
Desviación Típica: 0.05447095218687652  
El coeficiente de variacion en eje Z: 88.3176428195121 %

-----Eje Z -----

Media: 0.04601240158081055  
Mediana: 0.027996063232421875  
Desviación Típica: 0.044221002670196345  
El coeficiente de variacion en eje Z: 96.10670417307384 %



### 3.2 Mano derecha

-----Eje X -----

Media: 0.04268423716227213

Mediana: 0.03660774230957031

Desviación Típica: 0.03504343380696967

El coeficiente de variacion en eje X: 82.09923882145412 %

-----Eje Y -----

Media: 0.06838496526082356

Mediana: 0.07763671875

Desviación Típica: 0.05086201106603607

El coeficiente de variacion en eje Z: 74.37601360481196 %

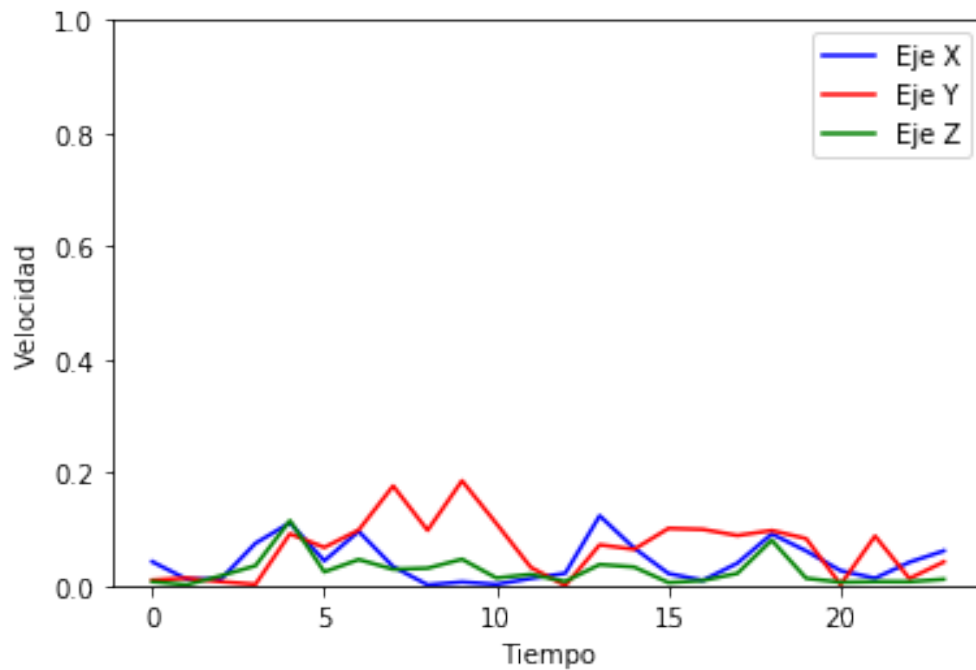
-----Eje Z -----

Media: 0.02601909637451172

Mediana: 0.018711090087890625

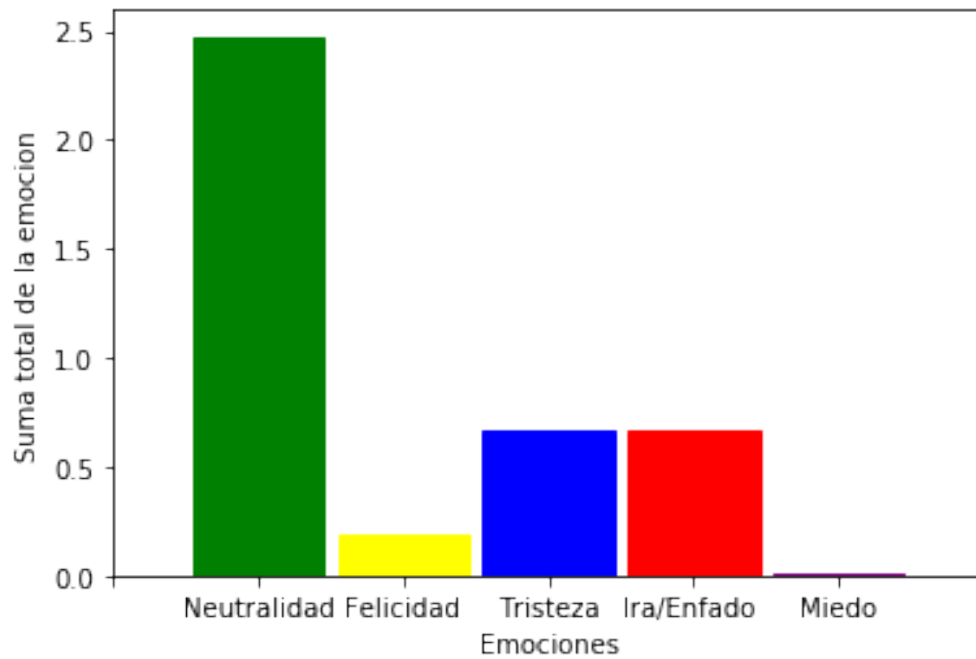
Desviación Típica: 0.025645694337866044

El coeficiente de variacion en eje Z: 98.56489237262113 %



## 4 Emocionalidad

En este apartado se evalúa la emocionalidad del usuario. Debajo se muestra una gráfica con la suma total de cada emoción evaluada del usuario para la prueba.

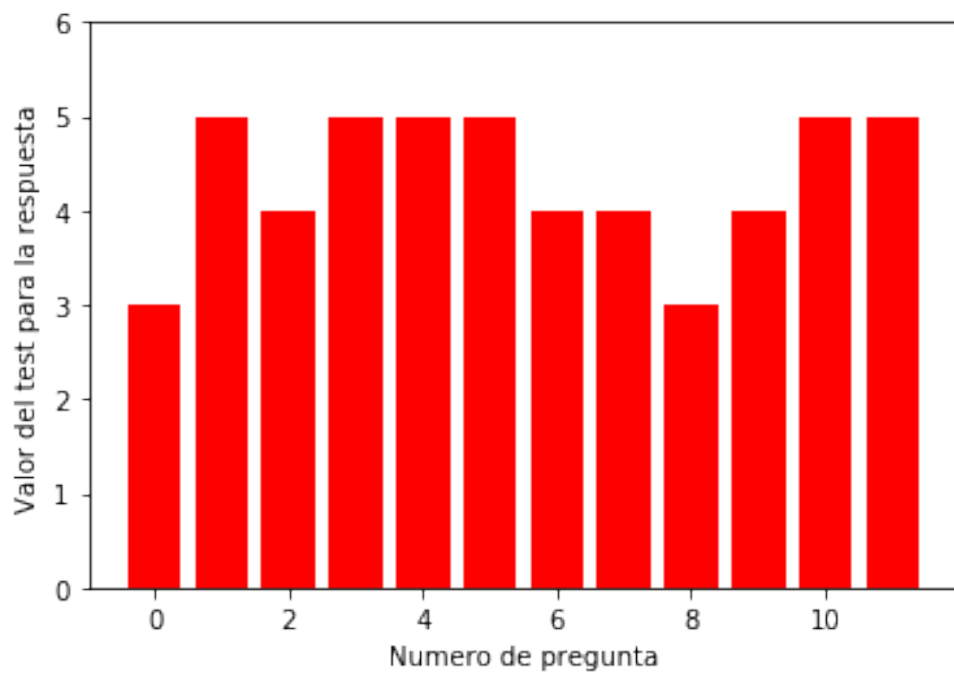


## 5 Respuestas al PRCS

Finalmente tenemos la evaluación de las respuestas al PRCS del usuario. Primero se muestra el resultado ponderado de las respuestas del usuario. Notese que el valor final puede oscilar en el intervalo [12,72].

Debajo se muestra el valor que da el test a cada una de las 12 respuestas proporcionadas por el usuario.

Resultado del PRCS: 52.0



**D.2. Usuario 2**

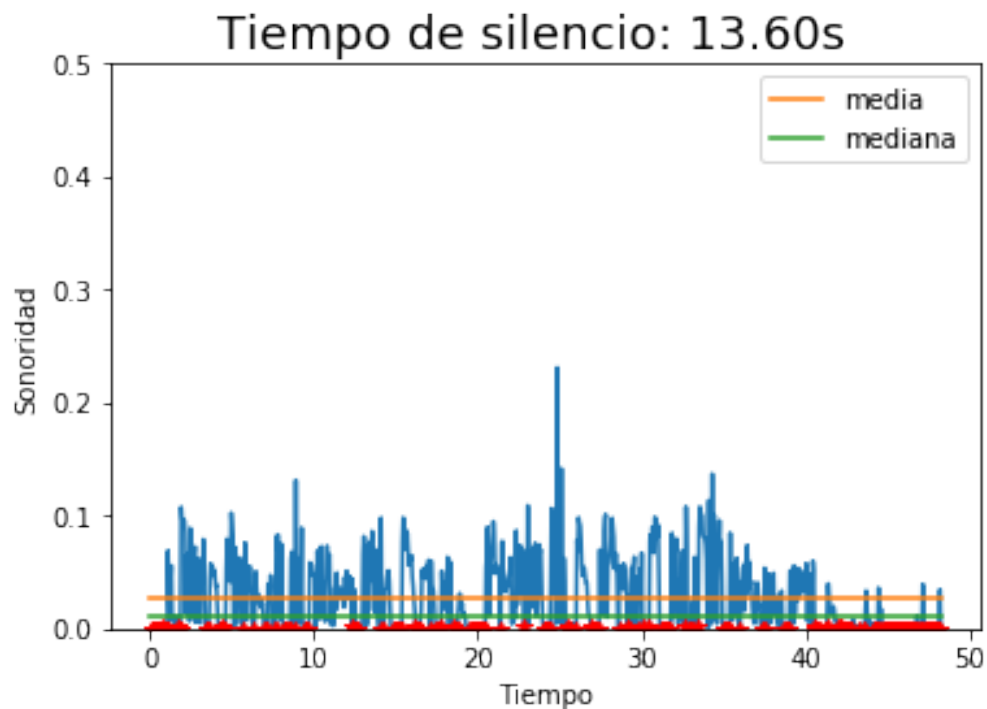
# Informe de Input de Usuario 2

May 27, 2019

## 1 Sonoridad del Usuario

En esta categoría se muestra, primero, el tiempo que el usuario estuvo en silencio durante la prueba. También se muestra la desviación típica, la media y la mediana de la sonoridad del usuario en el test. Por ultimo, en la gráfica se pone en relación la sonoridad por intervalos de 0.05s con los valores de la media y mediana.

Tiempo de silencio: 13.60  
Desviación típica: 0.030830358221906346  
Media: 0.026907344669579746  
Mediana: 0.011992303654551506



## 2 Mirada

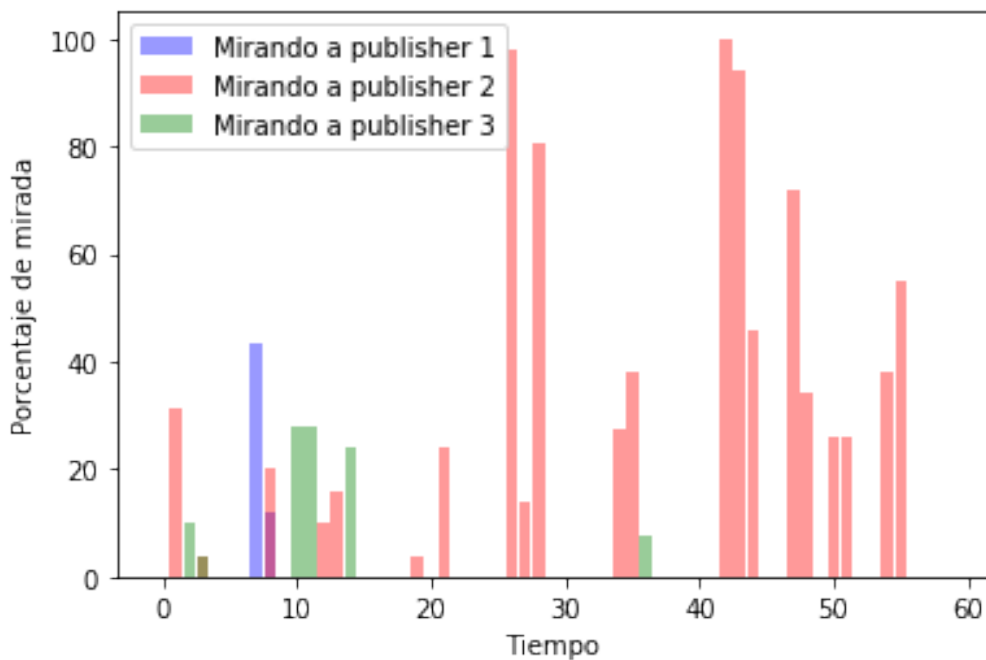
En este apartado se muestra información acerca de la mirada del usuario durante la prueba. Primero se muestra el tiempo que el usuario ha mirado a cada uno de los 3 interlocutores por separado durante todo el desarrollo de la prueba. Segundo se muestra el tiempo total que el usuario ha dedicado a mirar a cualquiera de los 3 miembros del publico. En la gráfica final se desglosa por intervalos de 1s el porcentaje de tiempo dedicado a dirigir la mirada a los interlocutores.

Ha mirado a publisher 1 durante: 0.55 s

Ha mirado a publisher 2 durante: 8.58 s

Ha mirado a publisher 3 durante: 1.01 s

Tiempo mirando a publishers: 10.14 s



## 3 Velocidad de las manos

En este apartado se muestran los datos recogidos sobre la velocidad de cada una de las manos (izquierda primero, después derecha) del usuario durante la prueba. Los datos están divididos por ejes, mostrando de cada uno la media, mediana, desviación típica y coeficiente de variación. Finalmente, se muestra una gráfica poniendo en relación los 3 ejes.

### 3.1 Mano Izquierda

-----Eje X -----

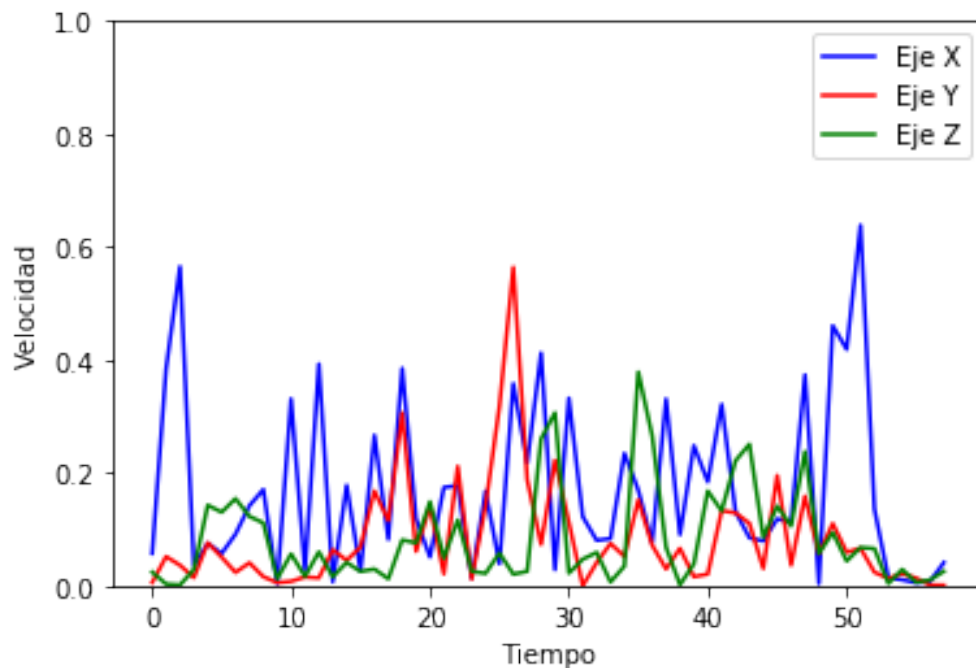
Media: 0.17140641705743198  
Mediana: 0.12031745910644531  
Desviación Típica: 0.15354451786999573  
El coeficiente de variacion en eje X: 89.57921208897834 %

-----Eje Y -----

Media: 0.08400160690833783  
Mediana: 0.054139137268066406  
Desviación Típica: 0.09678119583816752  
El coeficiente de variacion en eje Z: 115.21350531279089 %

-----Eje Z -----

Media: 0.08353697020432045  
Mediana: 0.056733131408691406  
Desviación Típica: 0.08486328536225568  
El coeficiente de variacion en eje Z: 101.58769842225692 %



### 3.2 Mano derecha

-----Eje X -----

Media: 0.16339025826289735

Mediana: 0.11752891540527344

Desviación Típica: 0.153993669391165

El coeficiente de variacion en eje X: 94.24899074667407 %

-----Eje Y -----

Media: 0.08847394482842807

Mediana: 0.06402587890625

Desviación Típica: 0.07603099856007785

El coeficiente de variacion en eje Z: 85.936033153625 %

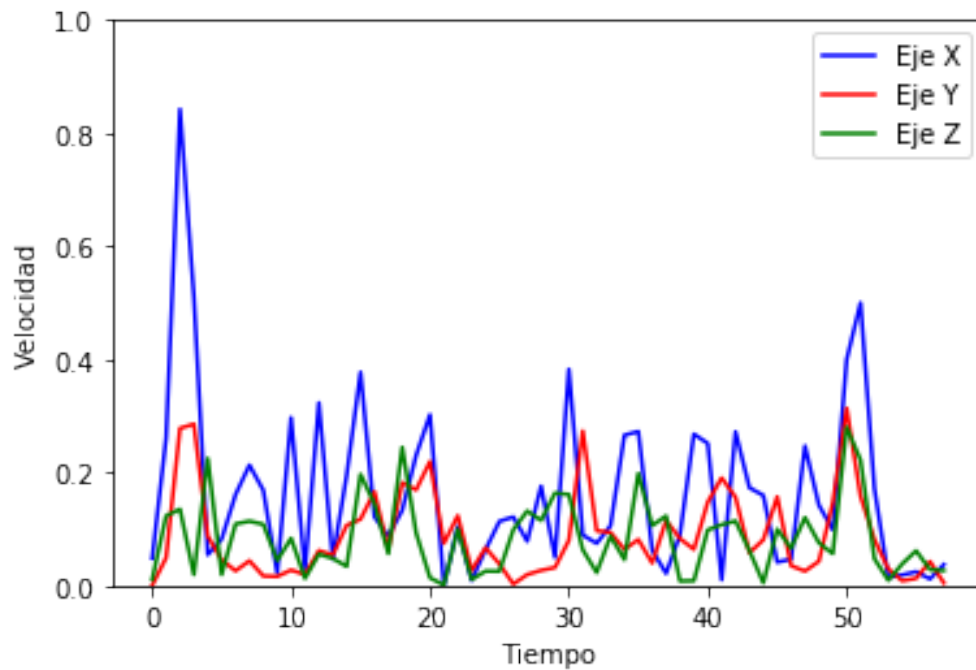
-----Eje Z -----

Media: 0.08464454782420192

Mediana: 0.07093524932861328

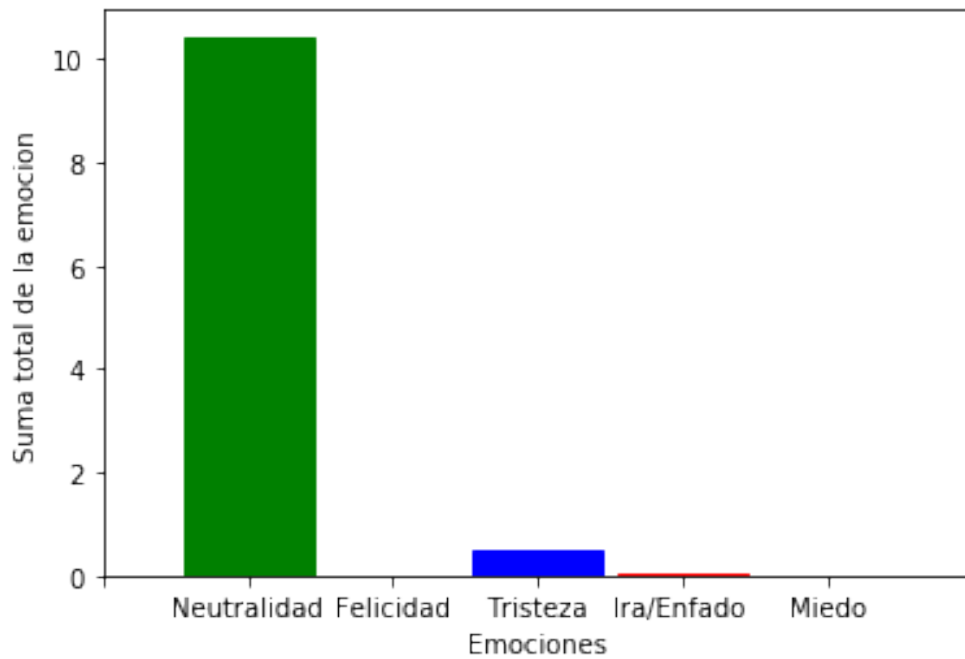
Desviación Típica: 0.06571793427065774

El coeficiente de variacion en eje Z: 77.63989053039444 %



## 4 Emocionalidad

En este apartado se evalúa la emocionalidad del usuario. Debajo se muestra una gráfica con la suma total de cada emoción evaluada del usuario para la prueba.

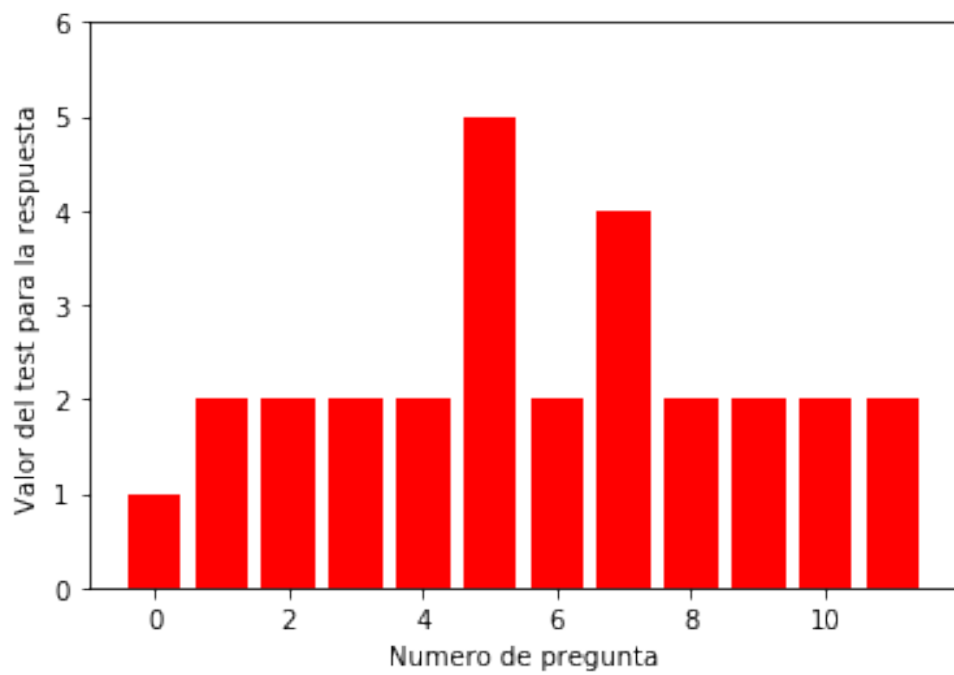


## 5 Respuestas al PRCS

Finalmente tenemos la evaluación de las respuestas al PRCS del usuario. Primero se muestra el resultado ponderado de las respuestas del usuario. Notese que el valor final puede oscilar en el intervalo [12,72].

Debajo se muestra el valor que da el test a cada una de las 12 respuestas proporcionadas por el usuario.

Resultado del PRCS: 28.0



### **D.3. Usuario 3**

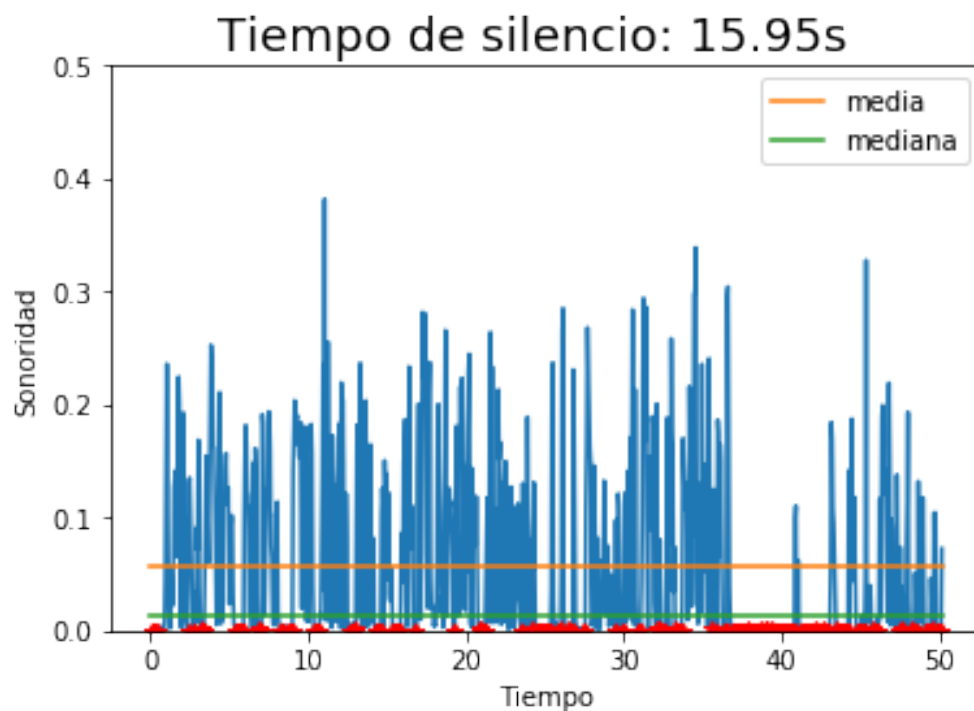
# Informe de Input de Usuario 3

May 27, 2019

## 1 Sonoridad del Usuario

En esta categoría se muestra, primero, el tiempo que el usuario estuvo en silencio durante la prueba. También se muestra la desviación típica, la media y la mediana de la sonoridad del usuario en el test. Por ultimo, en la gráfica se pone en relación la sonoridad por intervalos de 0.05s con los valores de la media y mediana.

Tiempo de silencio: 15.95  
Desviación típica: 0.07471418327095537  
Media: 0.05678154828494309  
Mediana: 0.01272891229018569



## 2 Mirada

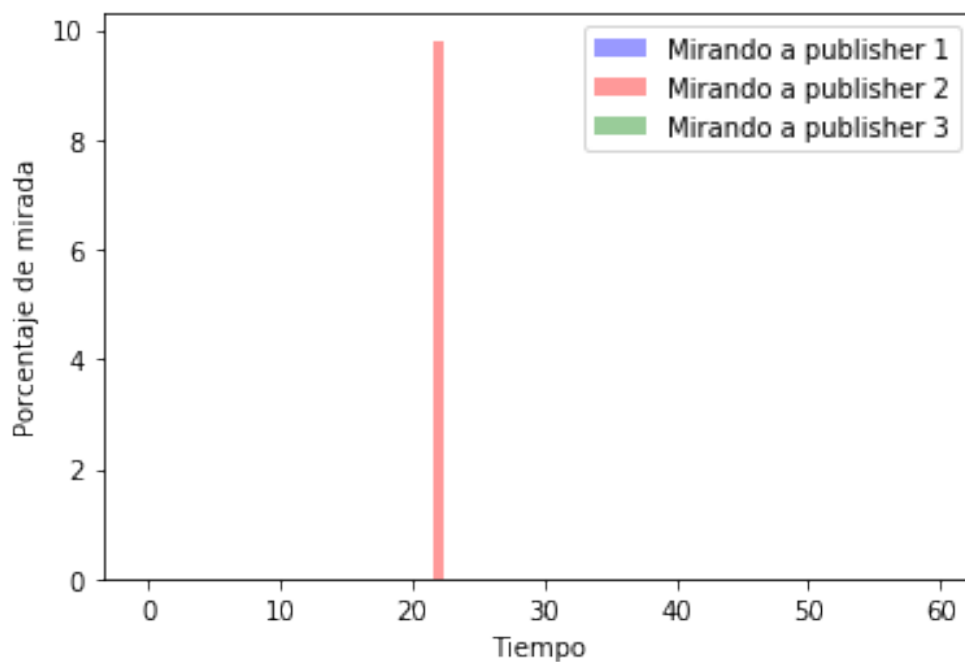
En este apartado se muestra información acerca de la mirada del usuario durante la prueba. Primero se muestra el tiempo que el usuario ha mirado a cada uno de los 3 interlocutores por separado durante todo el desarrollo de la prueba. Segundo se muestra el tiempo total que el usuario ha dedicado a mirar a cualquiera de los 3 miembros del publico. En la gráfica final se desglosa por intervalos de 1s el porcentaje de tiempo dedicado a dirigir la mirada a los interlocutores.

Ha mirado a publisher 1 durante: 0.00 s

Ha mirado a publisher 2 durante: 0.10 s

Ha mirado a publisher 3 durante: 0.00 s

Tiempo mirando a publishers: 0.10 s



## 3 Velocidad de las manos

En este apartado se muestran los datos recogidos sobre la velocidad de cada una de las manos (izquierda primero, después derecha) del usuario durante la prueba. Los datos están divididos por ejes, mostrando de cada uno la media, mediana, desviación típica y coeficiente de variación. Finalmente, se muestra una gráfica poniendo en relación los 3 ejes.

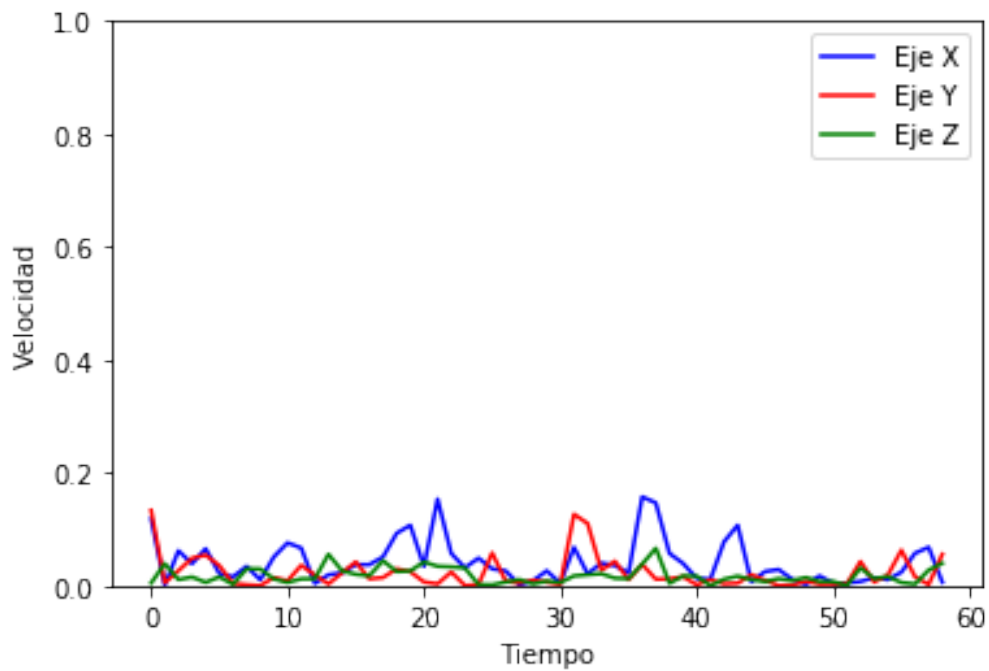
### 3.1 Mano Izquierda

-----Eje X -----

Media: 0.0414936582920915  
Mediana: 0.029996871948242188  
Desviación Típica: 0.03815071487643286  
El coeficiente de variacion en eje X: 91.94348352674464 %

-----Eje Y -----  
Media: 0.02262852555614407  
Mediana: 0.0115966796875  
Desviación Típica: 0.02871800231664809  
El coeficiente de variacion en eje Z: 126.91062104508445 %

-----Eje Z -----  
Media: 0.0179075790663897  
Mediana: 0.013402938842773438  
Desviación Típica: 0.01408105553063922  
El coeficiente de variacion en eje Z: 78.6318210766279 %



### 3.2 Mano derecha

-----Eje X -----

Media: 0.02190276323738745

Mediana: 0.01348114013671875

Desviación Típica: 0.026651252281088632

El coeficiente de variacion en eje X: 121.67986291152357 %

-----Eje Y -----

Media: 0.021035404528601694

Mediana: 0.0096435546875

Desviación Típica: 0.023708047530424978

El coeficiente de variacion en eje Z: 112.70545093720119 %

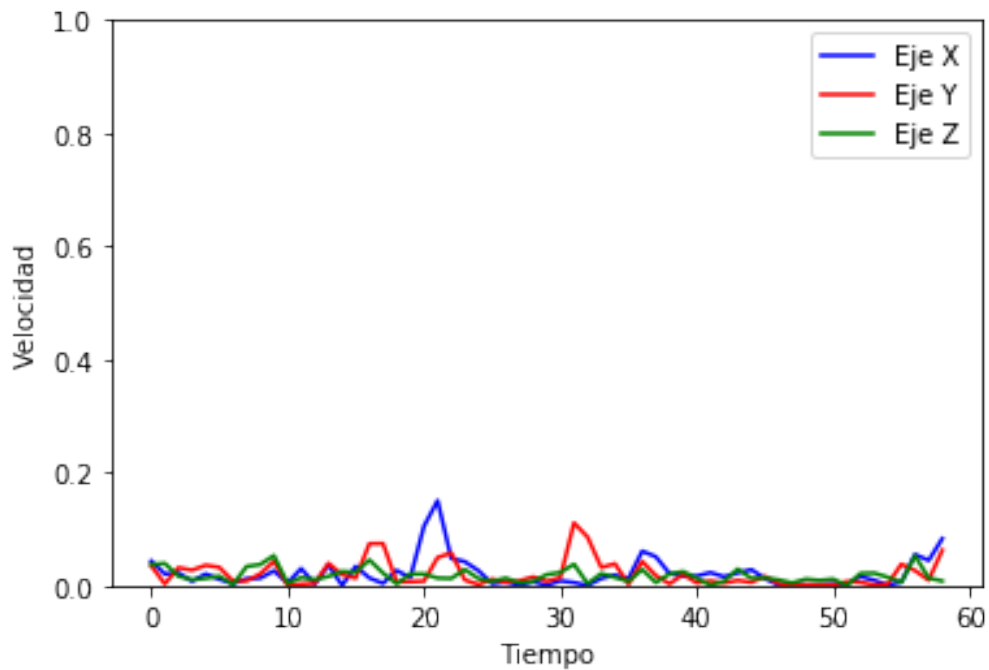
-----Eje Z -----

Media: 0.017539202156713455

Mediana: 0.01381683349609375

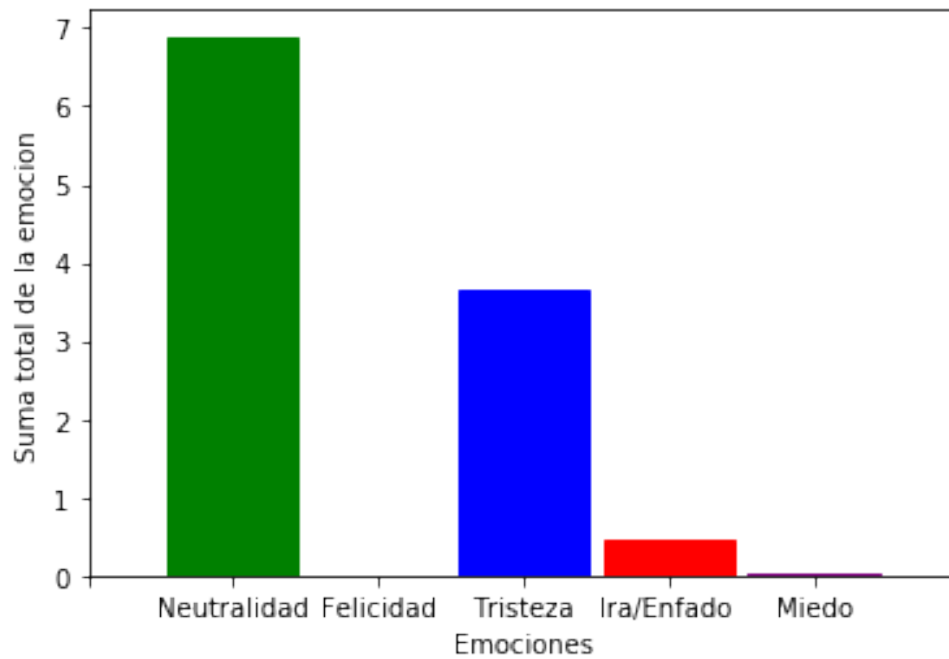
Desviación Típica: 0.012291206880253409

El coeficiente de variacion en eje Z: 70.07848344771328 %



## 4 Emocionalidad

En este apartado se evalúa la emocionalidad del usuario. Debajo se muestra una gráfica con la suma total de cada emoción evaluada del usuario para la prueba.

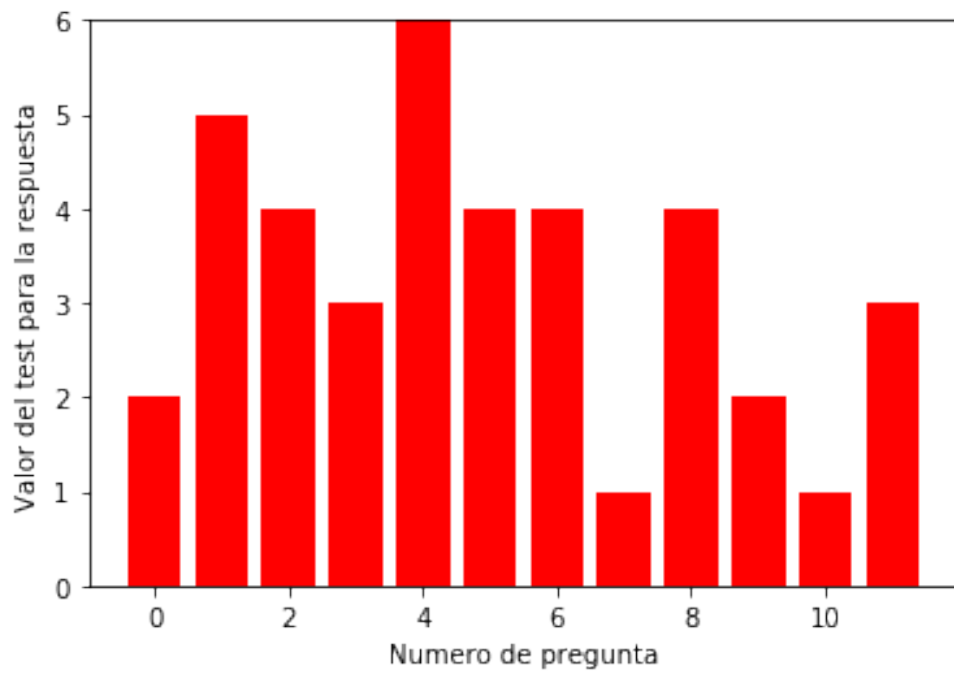


## 5 Respuestas al PRCS

Finalmente tenemos la evaluación de las respuestas al PRCS del usuario. Primero se muestra el resultado ponderado de las respuestas del usuario. Notese que el valor final puede oscilar en el intervalo [12,72].

Debajo se muestra el valor que da el test a cada una de las 12 respuestas proporcionadas por el usuario.

Resultado del PRCS: 39.0



#### **D.4. Usuario 4**

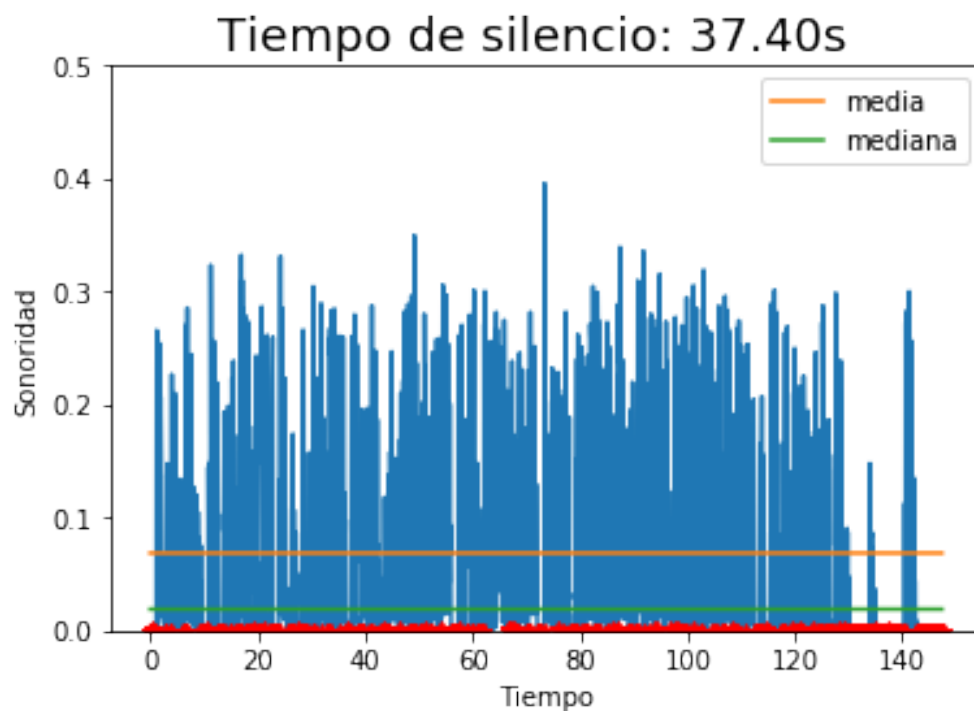
# Informe de Input de Usuario 4

May 27, 2019

## 1 Sonoridad del Usuario

En esta categoría se muestra, primero, el tiempo que el usuario estuvo en silencio durante la prueba. También se muestra la desviación típica, la media y la mediana de la sonoridad del usuario en el test. Por ultimo, en la gráfica se pone en relación la sonoridad por intervalos de 0.05s con los valores de la media y mediana.

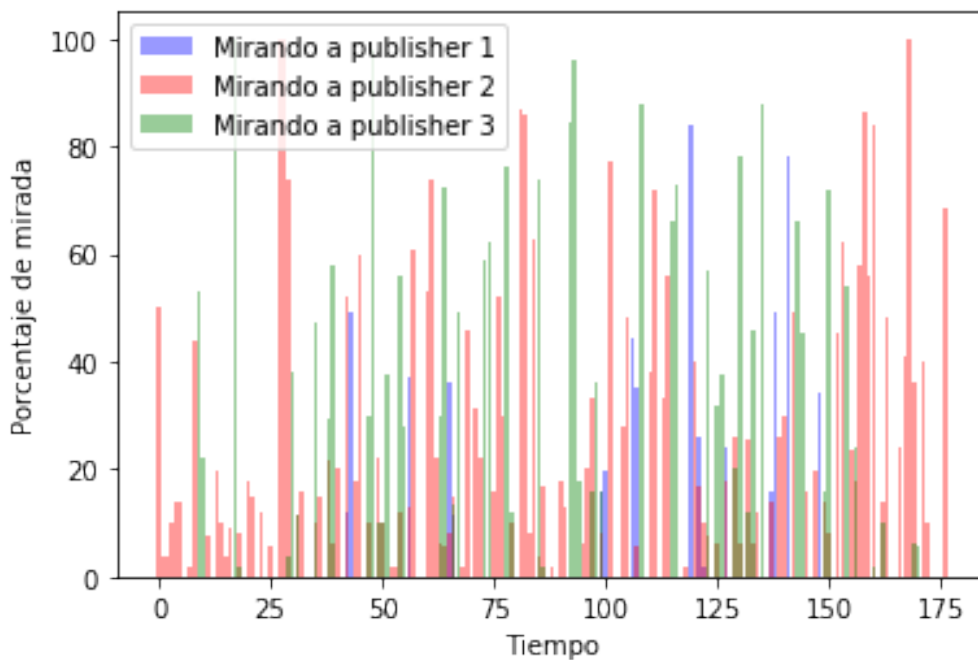
Tiempo de silencio: 37.40  
Desviación típica: 0.08527369965043136  
Media: 0.06867346077867513  
Mediana: 0.019063719548285007



## 2 Mirada

En este apartado se muestra información acerca de la mirada del usuario durante la prueba. Primero se muestra el tiempo que el usuario ha mirado a cada uno de los 3 interlocutores por separado durante todo el desarrollo de la prueba. Segundo se muestra el tiempo total que el usuario ha dedicado a mirar a cualquiera de los 3 miembros del publico. En la gráfica final se desglosa por intervalos de 1s el porcentaje de tiempo dedicado a dirigir la mirada a los interlocutores.

Ha mirado a publisher 1 durante: 5.74 s  
Ha mirado a publisher 2 durante: 31.69 s  
Ha mirado a publisher 3 durante: 22.48 s  
Tiempo mirando a publishers: 59.90 s



## 3 Velocidad de las manos

En este apartado se muestran los datos recogidos sobre la velocidad de cada una de las manos (izquierda primero, después derecha) del usuario durante la prueba. Los datos están divididos por ejes, mostrando de cada uno la media, mediana, desviación típica y coeficiente de variación. Finalmente, se muestra una gráfica poniendo en relación los 3 ejes.

### 3.1 Mano Izquierda

-----Eje X -----

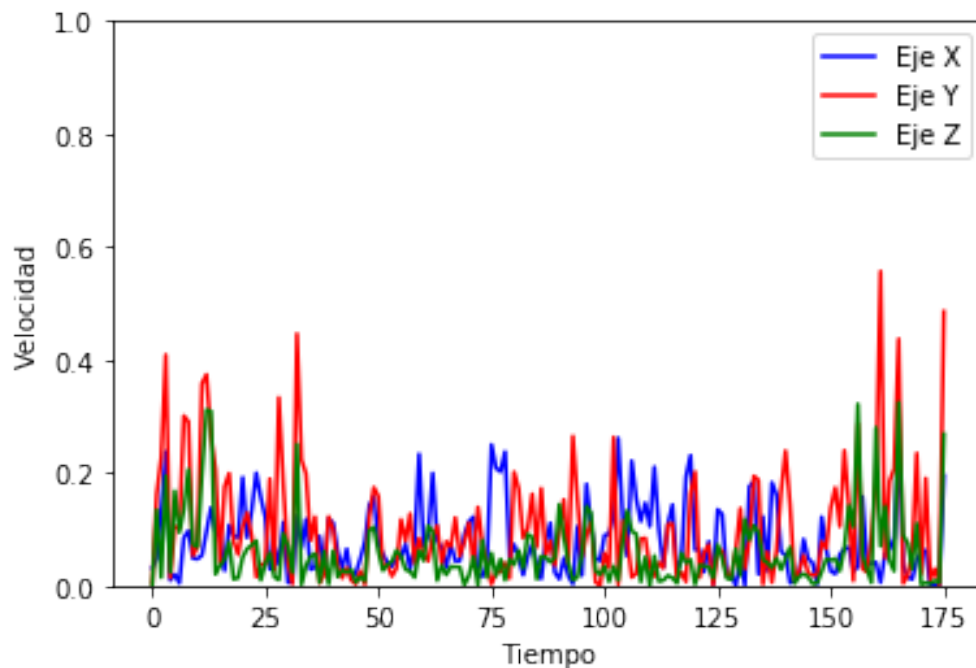
Media: 0.07904145934365013  
Mediana: 0.0639495849609375  
Desviación Típica: 0.06245091959990097  
El coeficiente de variacion en eje X: 79.01033219589463 %

-----Eje Y -----

Media: 0.10135845704512163  
Mediana: 0.070556640625  
Desviación Típica: 0.1016632502835928  
El coeficiente de variacion en eje Z: 100.30070824611654 %

-----Eje Z -----

Media: 0.058307192542336204  
Mediana: 0.04125022888183594  
Desviación Típica: 0.06329506429806632  
El coeficiente de variacion en eje Z: 108.55447079210421 %



### 3.2 Mano derecha

-----Eje X -----

Media: 0.08358375592665239

Mediana: 0.05093574523925781

Desviación Típica: 0.08888536394699267

El coeficiente de variacion en eje X: 106.34286885240311 %

-----Eje Y -----

Media: 0.09118398753079501

Mediana: 0.03778076171875

Desviación Típica: 0.11093829798509328

El coeficiente de variacion en eje Z: 121.66423183415482 %

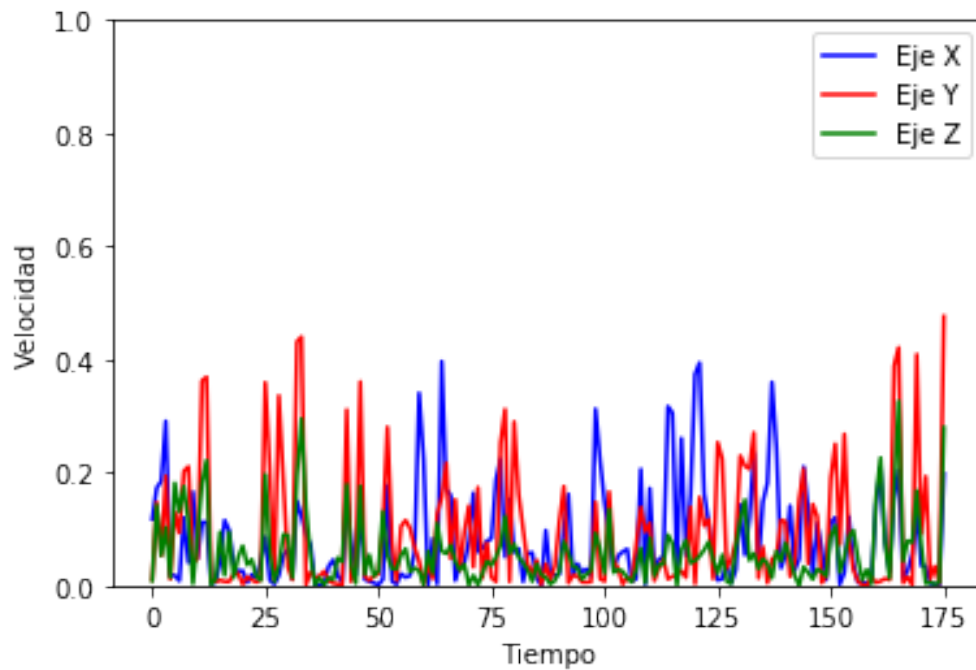
-----Eje Z -----

Media: 0.05800731615586714

Mediana: 0.04241371154785156

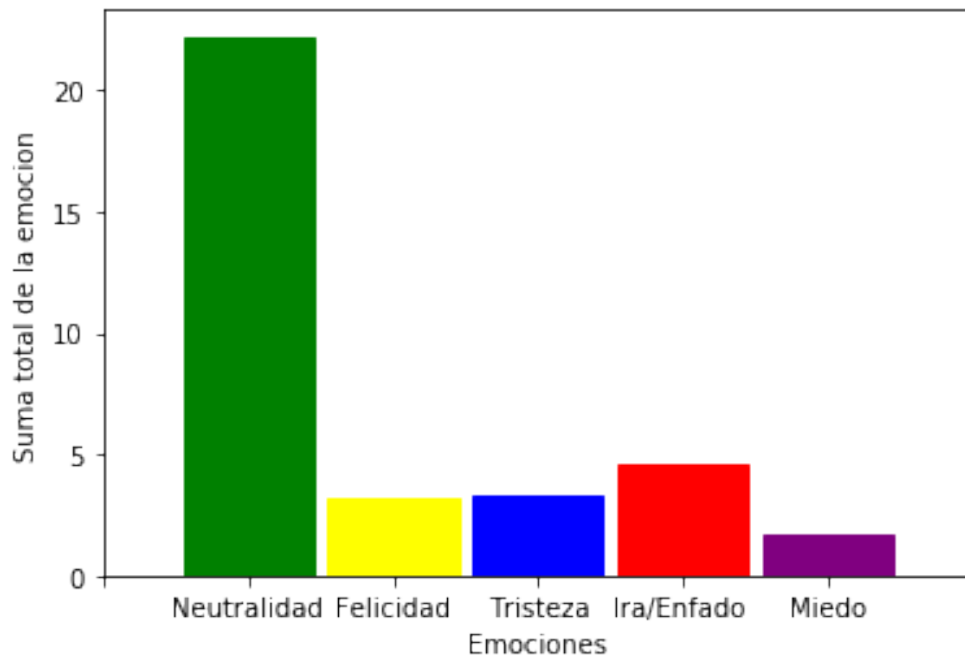
Desviación Típica: 0.058352987137401315

El coeficiente de variacion en eje Z: 100.59590928255557 %



## 4 Emocionalidad

En este apartado se evalúa la emocionalidad del usuario. Debajo se muestra una gráfica con la suma total de cada emoción evaluada del usuario para la prueba.

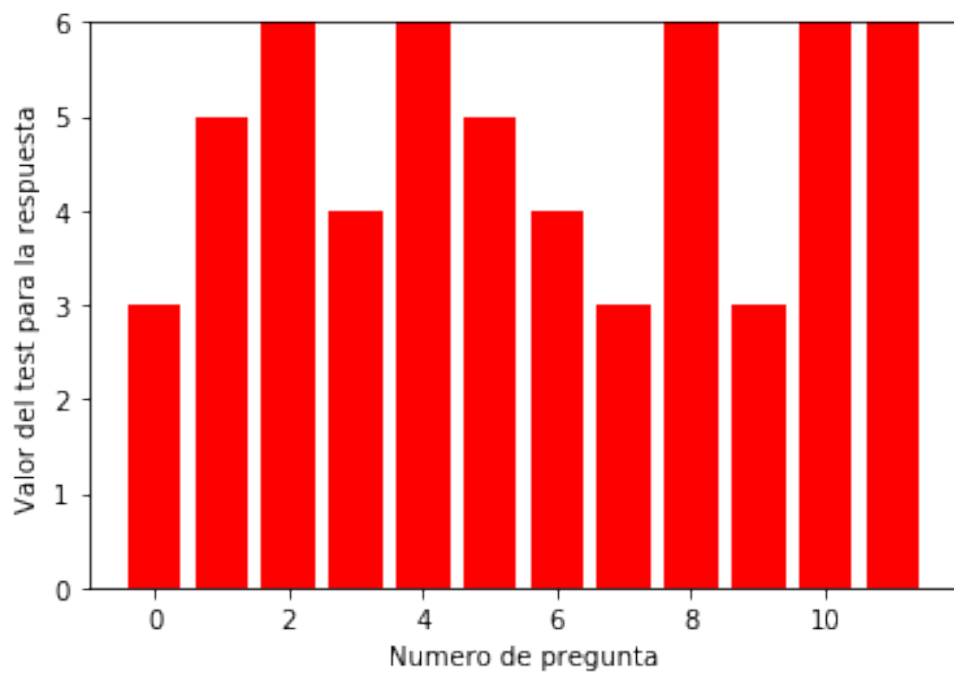


## 5 Respuestas al PRCS

Finalmente tenemos la evaluación de las respuestas al PRCS del usuario. Primero se muestra el resultado ponderado de las respuestas del usuario. Notese que el valor final puede oscilar en el intervalo [12,72].

Debajo se muestra el valor que da el test a cada una de las 12 respuestas proporcionadas por el usuario.

Resultado del PRCS: 57.0



## **D.5. Usuario 5**

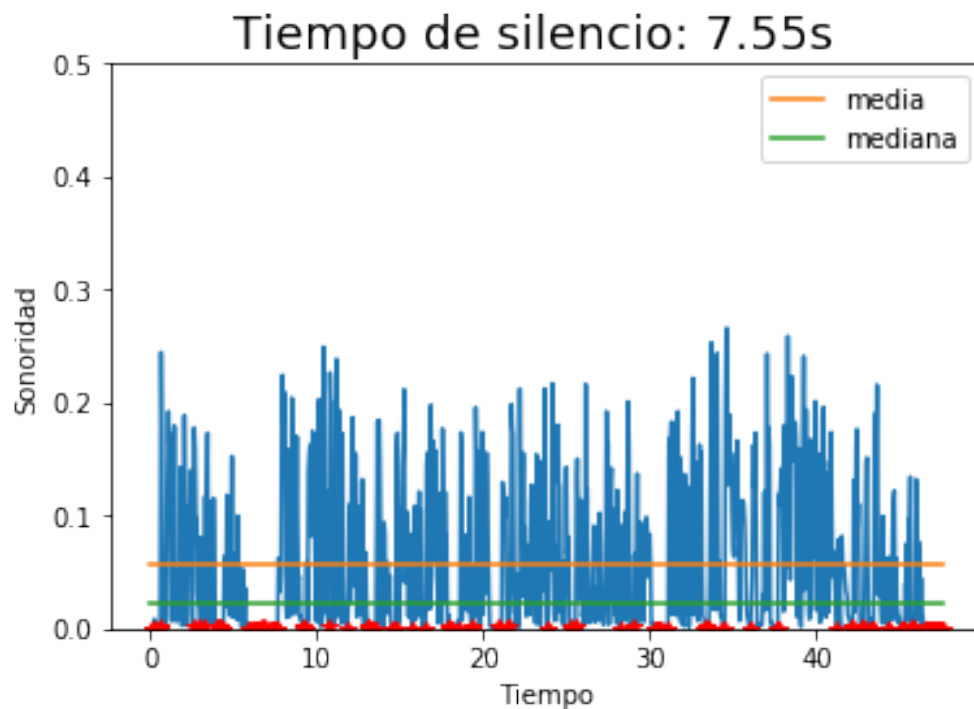
# Informe de Input de Usuario 5

May 27, 2019

## 1 Sonoridad del Usuario

En esta categoría se muestra, primero, el tiempo que el usuario estuvo en silencio durante la prueba. También se muestra la desviación típica, la media y la mediana de la sonoridad del usuario en el test. Por ultimo, en la gráfica se pone en relación la sonoridad por intervalos de 0.05s con los valores de la media y mediana.

Tiempo de silencio: 7.55  
Desviación típica: 0.0651335342930055  
Media: 0.05745476628573418  
Mediana: 0.023653280921280384



## 2 Mirada

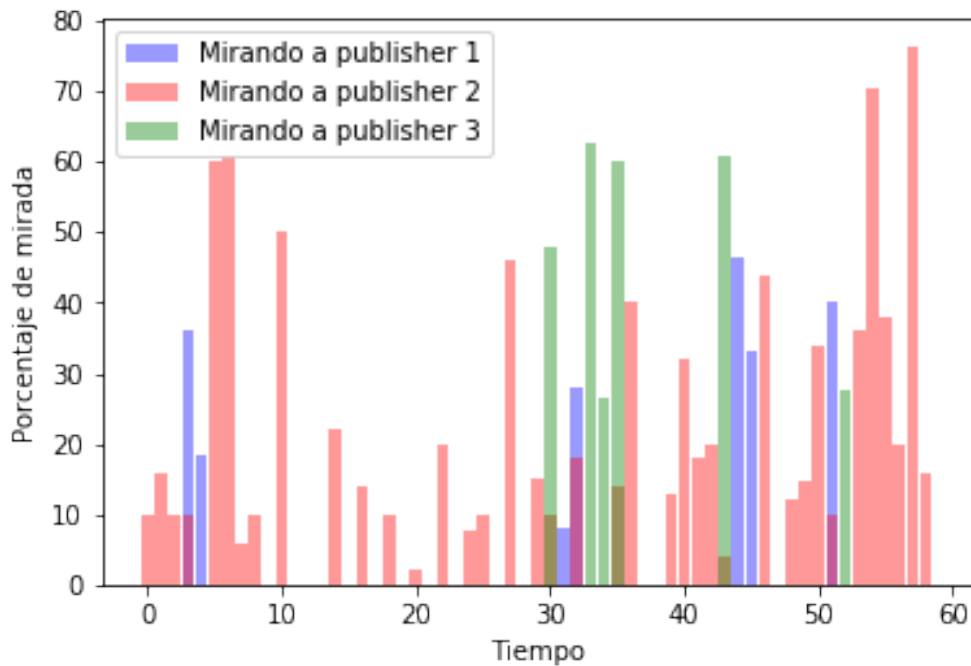
En este apartado se muestra información acerca de la mirada del usuario durante la prueba. Primero se muestra el tiempo que el usuario ha mirado a cada uno de los 3 interlocutores por separado durante todo el desarrollo de la prueba. Segundo se muestra el tiempo total que el usuario ha dedicado a mirar a cualquiera de los 3 miembros del publico. En la gráfica final se desglosa por intervalos de 1s el porcentaje de tiempo dedicado a dirigir la mirada a los interlocutores.

Ha mirado a publisher 1 durante: 2.10 s

Ha mirado a publisher 2 durante: 9.19 s

Ha mirado a publisher 3 durante: 2.85 s

Tiempo mirando a publishers: 14.15 s



## 3 Velocidad de las manos

En este apartado se muestran los datos recogidos sobre la velocidad de cada una de las manos (izquierda primero, después derecha) del usuario durante la prueba. Los datos están divididos por ejes, mostrando de cada uno la media, mediana, desviación típica y coeficiente de variación. Finalmente, se muestra una gráfica poniendo en relación los 3 ejes.

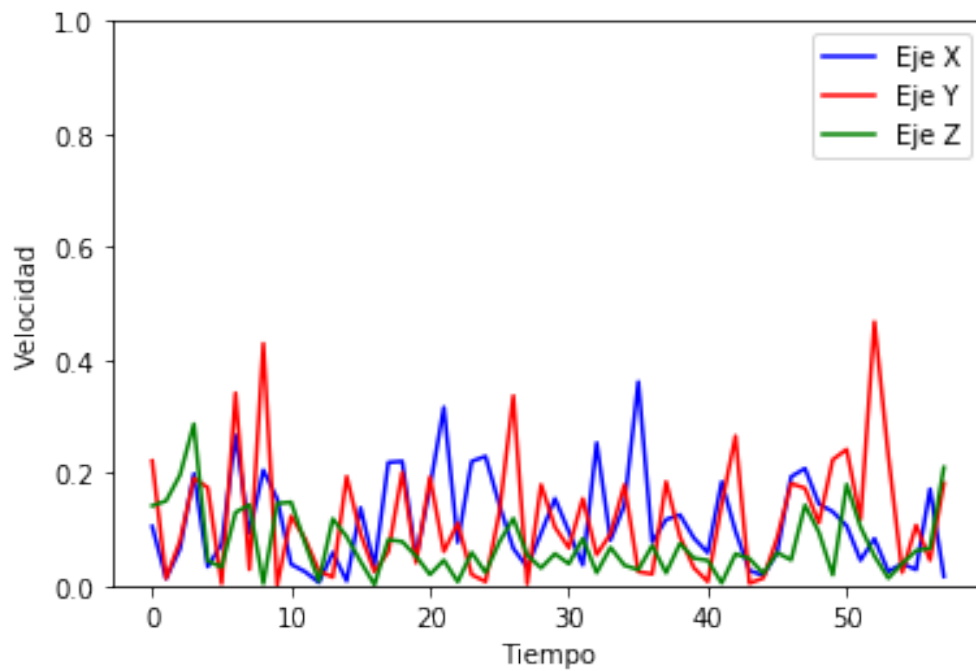
## 4 Mano Izquierda

-----Eje X -----

Media: 0.11238634175267713  
Mediana: 0.09295845031738281  
Desviación Típica: 0.08208626308938233  
El coeficiente de variacion en eje X: 73.03935852812556 %

-----Eje Y -----  
Media: 0.12073457652124865  
Mediana: 0.0977792739868164  
Desviación Típica: 0.1057112689410395  
El coeficiente de variacion en eje Z: 87.5567480227463 %

-----Eje Z -----  
Media: 0.07279090223641231  
Mediana: 0.056519508361816406  
Desviación Típica: 0.05726874471137294  
El coeficiente de variacion en eje Z: 78.67569016437511 %



## 5 Mano derecha

-----Eje X -----

Media: 0.10212793021366515

Mediana: 0.07724475860595703

Desviación Típica: 0.0971857494159847

El coeficiente de variacion en eje X: 95.16079412620941 %

-----Eje Y -----

Media: 0.12682322798104123

Mediana: 0.08160400390625

Desviación Típica: 0.1197003661360933

El coeficiente de variacion en eje Z: 94.38362990885808 %

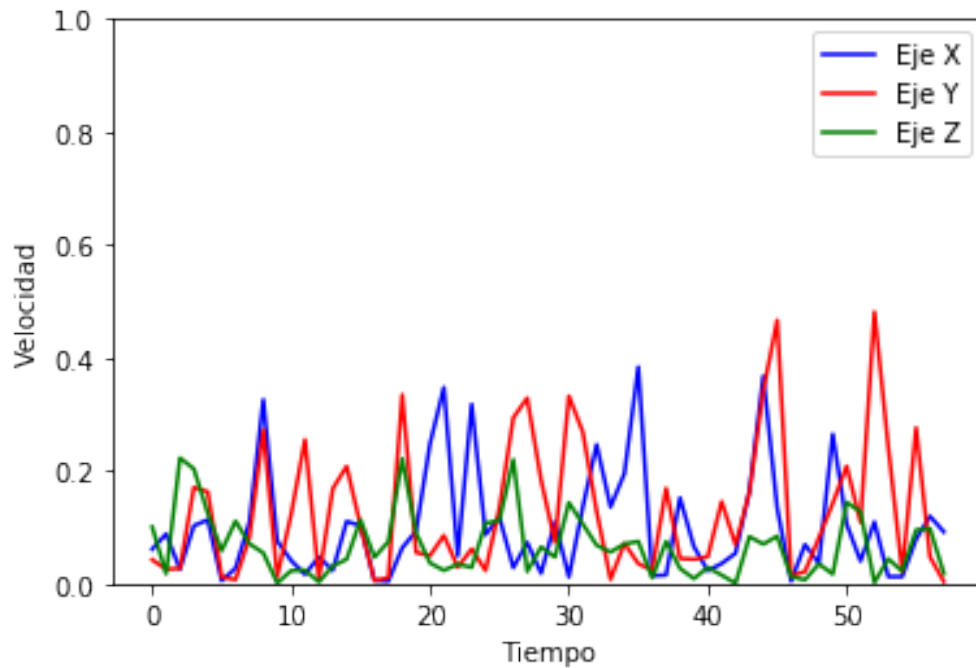
-----Eje Z -----

Media: 0.06690252238306506

Mediana: 0.055291175842285156

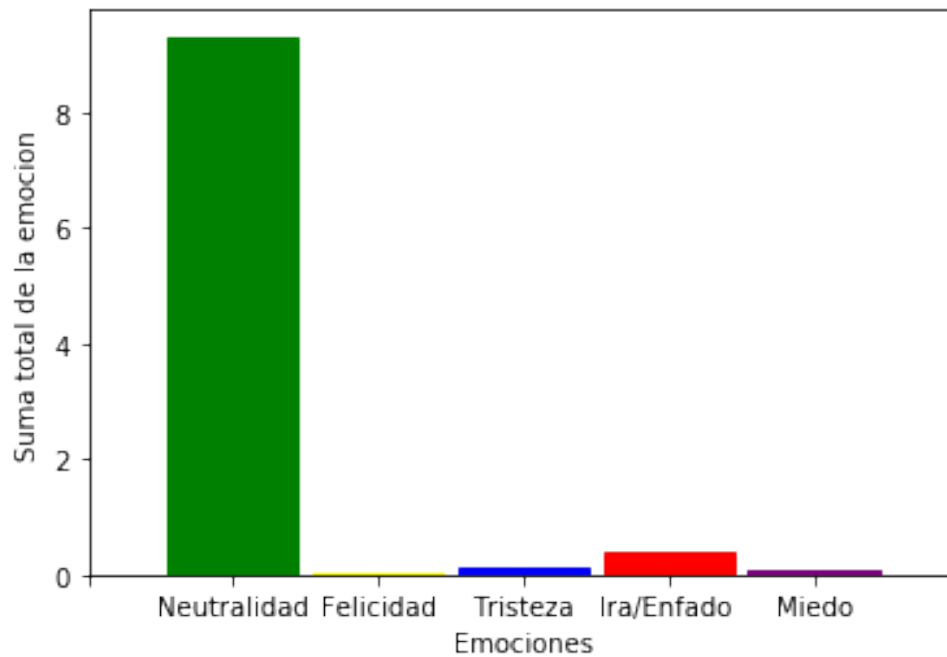
Desviación Típica: 0.05617758139557471

El coeficiente de variacion en eje Z: 83.96930249343613 %



## 6 Emocionalidad

En este apartado se evalúa la emocionalidad del usuario. Debajo se muestra una gráfica con la suma total de cada emoción evaluada del usuario para la prueba.

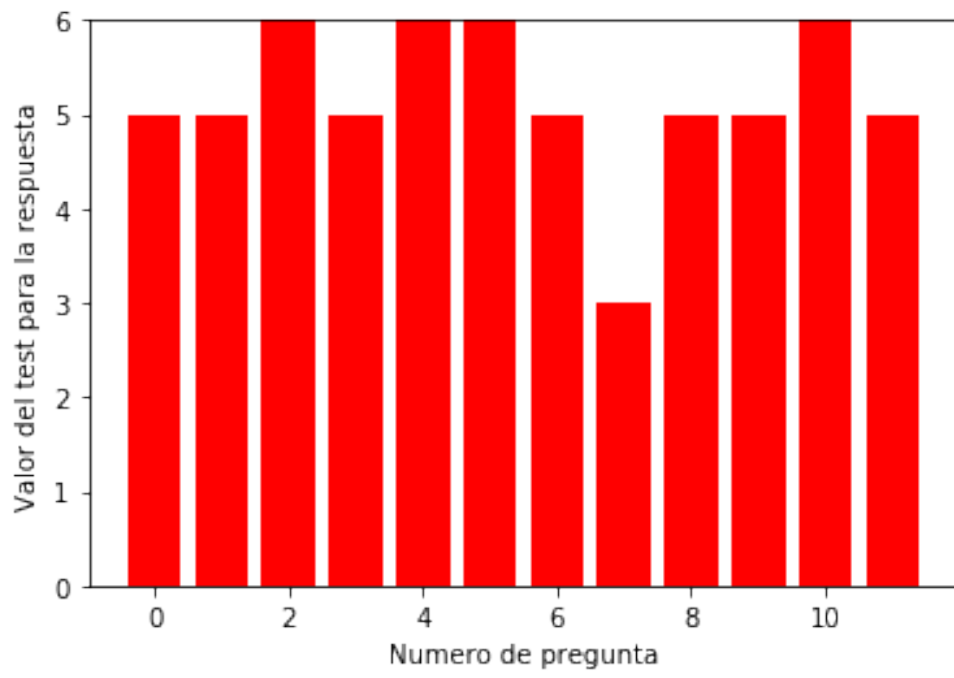


## 7 Respuestas al PRCS

Finalmente tenemos la evaluación de las respuestas al PRCS del usuario. Primero se muestra el resultado ponderado de las respuestas del usuario. Notese que el valor final puede oscilar en el intervalo [12,72].

Debajo se muestra el valor que da el test a cada una de las 12 respuestas proporcionadas por el usuario.

Resultado del PRCS: 62.0





# Apéndice E

## Test PRCS

Las preguntas del test estandarizado PCRS de Xavier Méndez et al. (2019) se exponen a continuación.

- Cuando hablo delante de un auditorio, los pensamientos se me confunden y mezclan.
- No tengo miedo de estar enfrente del público.
- Aunque estoy nervioso/a justo antes de ponerme de pie, pronto olvido mis temores y disfruto de la experiencia.
- Afronto con completa confianza la perspectiva de dar una charla.
- Creo que estoy en completa posesión de mí mismo/a mientras hablo.
- Aunque hablo con fluidez con mis amigos/as, no encuentro palabras para expresarme en la tarima.
- Me siento relajado/a y a gusto mientras hablo.
- Siempre que me es posible, evito hablar en público.
- Mi mente está clara cuando me encuentro delante de un auditorio.
- Mi postura parece forzada y poco natural.
- Tengo miedo y estoy tenso/a todo el tiempo que estoy hablando delante de un grupo de gente.
- Me siento aterrorizado/a ante la idea de hablar delante de un grupo de personas.

Se responderán con una puntuación del 1 al 6.

1. Completamente de acuerdo.
2. Bastante de acuerdo.
3. Ligeramente de acuerdo.
4. Ligeramente en desacuerdo.
5. Bastante en desacuerdo.
6. Completamente en desacuerdo.

En las preguntas (1, 6, 8, 10, 11, 12) se invertirá el resultado, la puntuación será la suma total, entre 12 y 72.

## Documento de Diseño

### **F.1. RESUMEN**

Esta Aplicación consiste en una Simulación en VR de una exposición ante un público. Durante el desarrollo de la simulación, el usuario deberá realizar una ponencia durante un tiempo de 60s a un público de 3 personas. A lo largo de este tiempo, se le tomarán medidas sobre su forma de dar el discurso. Después, el usuario responderá al test Personal Report of Confidence as a Speaker. El juego tiene como objetivo generar una experiencia realista e inmersiva, que explote las habilidades conversacionales del usuario.

#### **F.1.1. Plataforma/ Hardware Mínimo**

El juego está desarrollado para Sistemas con Windows 10 de 64 bits con sistema operativo y capacidades VR. Los requisitos mínimos son: CPU: Intel Core I5-8400/ AMD Ryzen 5 2600 RAM: 8GB de RAM GPU: NVIDIA GeForce GTX 1060/ AMD RX 570 8GB

#### **F.1.2. Estilo Visual**

El estilo visual de la aplicación será del mayor realismo posible. Esto viene dominado por la necesidad de generar un entorno inmersivo para el usuario.

#### **F.1.3. Estilo de Audio**

El estilo del audio en el juego será realista. Esto quiere decir que no habrá música y solo se utilizarán sonidos ambientales (sonido de fondo, movimientos de los interlocutores, etc.). Además, para proporcionar al usuario feedback al interactuar con el menú, se reproducirá sonidos al pulsar los botones de

avance y retroceso de los menús, además de los botones de subir y bajar puntuación para las preguntas del PRCS.

## **F.2. Comienzo**

### **F.2.1. Comienzo del juego- Menú Principal-Creación/Selección de Personaje**

El juego comienza con una pantalla en negro con los nombres de los desarrolladores de la aplicación (Jorge Algaba y Manuel Hernández), los nombres de los directores del trabajo (Federico Peinado y Alejandro Romero) y una imagen de la UCM y de Narratech.

### **F.2.2. Comienzo de juego e intro**

El usuario comienza ya en la sala preparado con una pantalla con texto delante. Podrá pasar el texto hacia delante hasta que se vea el mensaje “Pulse para comenzar”. Una vez pulse la pantalla desaparece y comienza la simulación y el minuto.

### **F.2.3. HUD y Menús**

La información que el usuario percibe como HUD durante el desarrollo de la prueba es la de sus manos (que están representadas en el espacio y ligadas a sus movimientos con los sensores VR) y un temporizador que le permite saber los segundos que le quedan.

## **F.3. UI**

El UI en la aplicación es escaso, pero se centra principalmente al principio y al final de la prueba. Se mostrará, siempre, sobre una pantalla en la que aparecerá texto.

### **F.3.1. Pantalla Inicial**

La pantalla inicial tiene como objetivo introducir al usuario en la simulación. En ella, mediante texto, se explicará al usuario la situación en la que se encuentra y qué debe hacer.

Cuando acabe el texto informativo, se mostrará un texto destacado en amarillo con el contenido “Pulsa para comenzar”. Una vez el usuario confirme, se comenzará la prueba y desaparecerá el UI.



Figura F.1: Pantalla inicial del juego

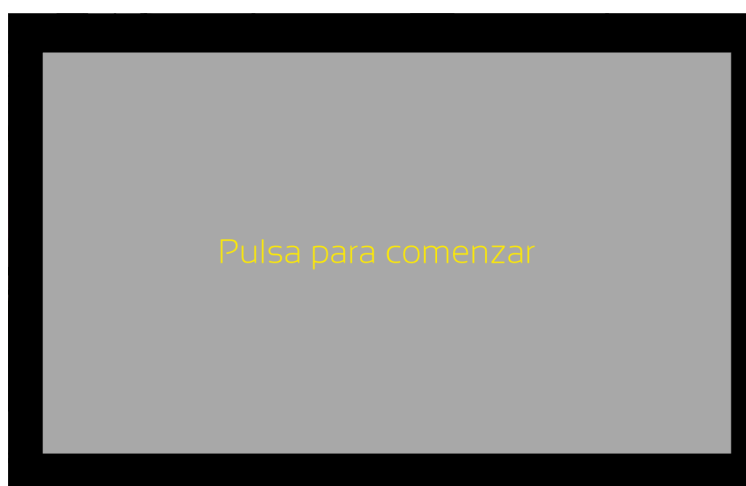


Figura F.2: Pantalla inicial del juego con frase "pulse para comenzar"

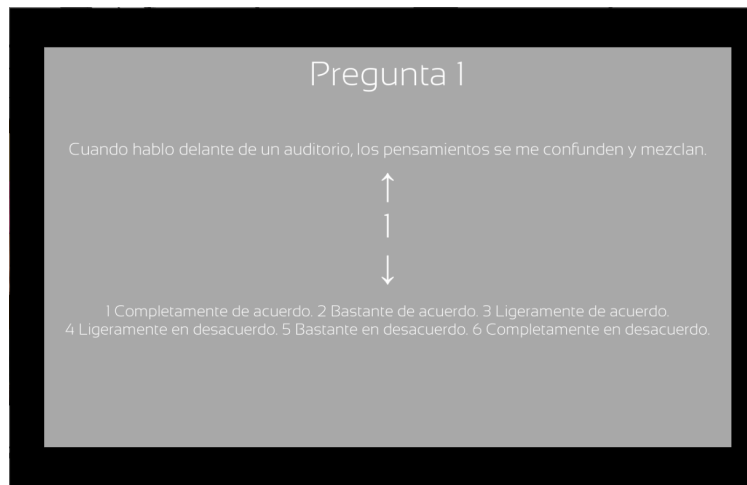


Figura F.3: Pantalla de respuesta al test PRCS

### F.3.2. PRCS

Al llegar el temporizador a 0, se despliega otra vez el UI. Esta vez, el UI muestra la serie de 12 preguntas que es el Personal Report of Confidence as a Speaker. Podrá contestar a cada pregunta con un valor de 1 a 6, pudiendo subir y bajar el valor contestado a la pregunta.

## F.4. Gameplay

El Gameplay se desarrolla, en su totalidad, dentro de una sala de reuniones donde están los 3 miembros del público a los que deberá enfrentarse el usuario.

Se comenzará delante de la pantalla de información, donde se podrá leer toda la información en relación a la escena. Una vez se ha leído toda y se pulsa aceptar, se entra en la segunda fase.

En la segunda fase, desaparece la pantalla mencionada y se percibe al público en frente. En esta parte hay que exponer, durante 1 minuto, la información que se requiera sobre el tema que el usuario haya decidido tratar. El objetivo principal a durante esta fase es tratar de mantener la calma a lo largo de la ponencia, manteniendo la atención de los usuarios. Esto se conseguirá mediante un tono de voz calmado pero variado, movimientos de manos controlados y un reparto equitativo de la mirada hacia cada uno de los usuarios, tratando de mirarles a los ojos durante un tiempo considerable.

### F.4.1. Mecánicas

Las mecánicas principales que se trabajarán durante la prueba serán Mirada, Sonoridad en el Habla, Emocionalidad del discurso y Velocidad de Manos.

- **Mirada:** El control de la mirada es uno de los elementos fundamentales a tener en cuenta a la hora de dominar el proceso de hablar en público. Durante la simulación, el usuario deberá controlar la mirada e intentar dirigirla hacia los miembros del público. La mejor manera de puntuar sería mirar de manera más o menos asidua a los miembros del público y dividir el tiempo que se mira equitativamente entre los 3.
- **Sonoridad:** La sonoridad en el habla será otra de las mecánicas básicas del juego. El objetivo principal del usuario es utilizar un tono de voz medio, con ciertas variaciones (un tono medio continuo es aburrido). Se medirá también el tiempo total de silencio del usuario, no debiendo ser este demasiado extenso o puntuará negativamente.
- **Emocionalidad:** El usuario habrá de hablar con emocionalidad durante el discurso. Intentando evitar parecer muy enfadado, triste y sobre todo asustado, ya que estas emociones repercuten, si se detectan en gran medida, negativamente sobre la lectura del mensaje que transmite el ponente.
- **Velocidad de Manos:** Es muy importante que un ponente tenga un gran control de la posición y velocidad de sus manos en todo momento cuando realiza un discurso. Por eso, se penalizarán los picos de velocidad descontrolados, así como el escaso movimiento de las mismas (siendo ambas características de un mal discurso)

### F.4.2. Controles

El mecanismo de control durante la prueba consistirá en un casco de realidad virtual con controladores para las manos. Durante el desarrollo se utilizó el casco Oculus Rift con los controladores touch. Se recomienda esta configuración, ya que el manejo de los controladores touch se asemeja en gran medida al uso de las manos.

El usuario controlará la cámara con el casco VR, pudiendo dirigir la mirada hacia donde desee. Además, si el controlador VR que se utiliza tiene sensores para ubicar al usuario en el espacio, podrá desplazarse moviéndose por el entorno.

El control de las manos se realiza con los controladores touch, que permiten al usuario mover las manos de la forma que desee en la simulación, además de poder realizar un repertorio de movimientos con ellas (Abrir toda

la mano, cerrarla, señalar con un dedo, etc.) Para desplazarse por los menús y responder a las preguntas se utilizarán los controles de la mano derecha:

- A: Avanzar al siguiente estado del UI (siguiente frase de introducción o siguiente pregunta)
- B: Retroceder a la pregunta anterior (Solo disponible al responder el test PRCS)
- Movimiento en el eje Y del Joystick: Subir/ bajar puntuación a la pregunta actual.

### **F.4.3. Modos**

El único modo de juego disponible es el de un jugador.

### **F.4.4. Desafíos de Importancia**

El objetivo principal al que se enfrenta el usuario es superar la ansiedad social que provoca realizar un discurso delante de un público. Los desafíos específicos a los que se tendrá que enfrentar el usuario son:

- Controlar el tono de voz con el que habla. No pudiendo ser este muy elevado o bajo.
- No estar callado mucho tiempo
- Generar cierta variabilidad en el tono con que da el discurso.
- Mirar al público a los ojos con asiduidad. Intentando además repartir el tiempo que se mira a cada interlocutor por igual
- No realizar movimientos bruscos con las manos.
- No dejar paradas las manos durante mucho tiempo.
- Tratar de hablar con un tono neutral o alegre. Si usa un tono con otra emoción (Ira, Tristeza, Miedo) que sea durante espacios muy reducidos de tiempo.

En conclusión, el usuario debe dar un discurso coherente y controlado, que sea capaz de llamar la atención del público.

## **F.5. Personajes**

En la escena hay cuatro personajes. Tres de ellos son público y el cuarto es el usuario que toma la prueba.

### F.5.1. Audiencia:

La audiencia se compone por 3 personas, de complexiones, géneros y vestimentas distintas. Es un público que escucha, y no da feedback al usuario. Debajo se muestran imágenes de los 3 miembros del público.



### F.5.2. Usuario

El usuario carece de modelo completo. Lo único que percibe son sus manos, que responderán a los inputs que reciban los sensores touch.



Figura F.4: Vista desde el punto del usuario

## F.6. Entorno

El entorno en el que tendrá lugar la prueba es una sencilla sala de reuniones con una mesa enfrente del usuario. En la mesa se sitúa una taza y un temporizador mediante el cual el usuario puede saber el tiempo que le queda restante de ponencia.



Figura F.5: Vista general del entorno