



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis de la influencia del medio sobre las impresiones subjetivas de prototipos virtuales mediante el uso de eye-tracking y la técnica del diferencial semántico.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Castellet Lathan, Santiago

Tutor/a: Contero González, Manuel Roberto

Director/a Experimental: PALACIOS IBAÑEZ, ALMUDENA

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis de la influencia del medio sobre las impresiones subjetivas de prototipos virtuales mediante el uso de eye-tracking y la técnica del diferencial semántico.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Autor/a: Castellet Lathan, Santiago

Tutor/a: Contero González, Manuel Roberto

Director/a Experimental: Palacios Ibáñez, Almudena

Curso Académico: 2022/2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quería agradecer tanto a Manuel Roberto Contero González como a Almudena Palacios Ibáñez, tutor y cotutora de este TFG, por haberme apoyado y guiado durante todo este proceso. Gracias por haber aceptado formar parte de mi TFG y por haberme ayudado y enseñado muchos nuevos conocimientos y habilidades que he ido desarrollando y aprendiendo en estos últimos cuatro meses. Además, soy consciente del tiempo y la dedicación que requiere ser tutor/a y/o cotutor/a de un TFG. Soy una persona muy afortunada de haber encontrado a dos profesores tan profesionales, que me han estado ayudando durante estos últimos cuatro meses y que siempre han estado a mi lado para cuando los he necesitado. Gracias por haberme introducido al mundo de las tecnologías virtuales, que desconocía en principio y del que me he quedado totalmente cautivado. He aprendido y disfrutado mucho en la realización de este TFG y es en gran parte gracias a vosotros.

En segundo lugar, me gustaría agradecer a la UPV por haberme facilitado todo el material necesario para la realización de este experimento (sala de trabajo, casco de realidad virtual y eye-trackers), ya que sin ello el experimento habría sido imposible.

Además, también me gustaría agradecer a todas las personas que se han ofrecido de forma voluntaria y han formado parte de este experimento. Sin su participación este proceso habría sido muy difícil también. Que hayan dedicado una cantidad de su tiempo para ayudarme con este TFG es de agradecer. Espero que, por lo menos, la experiencia les haya valido la pena a la mayoría.

Y por último, dar las gracias a mi familia. A mi padre Lars, mi madre Carmen y mi hermano Álvaro por estar siempre al lado mío pase lo que pase. Gracias por todo el amor que me dais todos los días, sois lo más importante de mi vida. El haber llegado hasta aquí también es en gran parte gracias a los tres. El camino habría sido mucho más duro y difícil sin vosotros. Os quiero.

RESUMEN

El avance tecnológico ha abierto nuevas formas de presentación de productos que pueden contribuir a mejorar los procesos de diseño y comercialización de los mismos. En este contexto, existen algunos estudios contradictorios sobre las diferenciales perceptuales que se pueden encontrar al evaluar un producto usando diferentes técnicas de visualización, pues algunos afirman que la comprensión del producto es similar, mientras que otros argumentan que la calidad de la imagen puede afectar la forma en la que se entiende un producto. En este trabajo se investiga cómo el medio de visualización puede afectar a la evaluación de un producto cuando un prototipo virtual del mismo se evalúa a través de un entorno de realidad virtual o mediante imágenes fotorrealistas. Para ello, se utilizará la técnica del Diferencial Semántico y se registrará el tiempo total de visualización de los participantes sobre diferentes áreas de interés mediante la técnica del eye-tracking, tanto en realidad virtual como sobre un monitor, que proporcionará información sobre cómo la atención visual se distribuye en los diferentes elementos de las escenas de los productos evaluados. En resumen, se busca comprender cómo los diferentes medios de visualización afectan la evaluación semántica y la atención visual de los participantes en la evaluación de diferentes productos, lo que puede tener aplicaciones en el diseño de productos, la publicidad y otras áreas donde la percepción del consumidor es crítica.

Palabras Clave: Evaluación del producto; realidad virtual; diferencial semántico; seguimiento de la mirada

ABSTRACT

Technological progress has opened up new forms of product presentation that can contribute to improving their design and marketing processes. In this context, there are some conflicting studies on the perceptual differences that can be found when evaluating a product using different visualization techniques, as some studies claim that the understanding of the product appeared to be similar, while others argue that image quality can affect the way a product is understood. This paper investigates how the visualization medium can affect the evaluation of a product when a virtual prototype of the same is evaluated through a virtual reality environment or through photorealistic images. To do this, the semantic differential technique will be used and the total viewing time of the participants on different areas of interest will be recorded through the eye-tracking technique, both in virtual reality and on a monitor, which will provide information on how visual attention is distributed in the different elements of the scenes of the evaluated products. In summary, it seeks to understand how different display media affect the semantic evaluation and visual attention of participants in the evaluation of different products, which can have applications in product design, advertising and other areas where consumer perception is critical.

Keywords: Product evaluation; virtual reality; semantic differential; eye tracking

ÍNDICE

1. Introducción	10
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Objetivo del experimento.....	14
2. Hipótesis y Asunciones	15
2.1 Hipótesis	15
2.2. Asunciones	15
3. Materiales y Métodos.....	16
3.1 Diseño del experimento	16
3.2 Muestra	16
3.2.1 Criterios de selección de los sujetos.....	17
3.2.2 Incorporación de sujetos	17
3.2.3 Características de los participantes	18
3.3 Dispositivos empleados en el experimento.....	18
3.4 Técnica del diferencial semántico para la evaluación de los productos	19
3.5 Modelado de los objetos a evaluar	20
3.6 Metodología y detalles técnicos del experimento	23
3.6.1 Detalles del experimento en 2D	24
3.6.2. Detalles del experimento en RV	24
3.6.3 Descripción de las AOI	25
3.7 Sitio de realización del experimento	27
3.8 Controles empleados en el experimento	28
3.9 Procedimiento del experimento.....	29
3.9.1 Experimento en 2D.....	29

3.9.2 Experimento en el EV	30
4. Resultados	37
4.1 Resultados escena conjunta	37
4.1.1 AOI	37
4.1.2 Evaluación de los productos	38
4.1.3 Confianza de la respuesta.....	38
4.2 Resultados controlador PS1.....	38
4.2.1 Evaluación mediante DS	38
4.2.2 AOI	39
4.2.3 Confianza de las respuestas.....	39
4.2.4 Evaluación general del producto	40
4.3 Resultados controlador PS5.....	40
4.3.1 Evaluación mediante DS	40
4.3.2 AOI	41
4.3.3 Confianza de las respuestas.....	42
4.3.4 Evaluación general del producto	42
5. Discusión.....	43
5.1 Influencia del medio de visualización en la evaluación del producto	43
5.2 Influencia del medio de visualización en la atención visual	44
6. Conclusiones.....	46
7. Presupuesto.....	49
7.1 Presupuesto Descompuesto.....	49
7.1.1 Coste de Mano de Obra.....	49
7.1.2 Coste de Materiales.....	49
7.2 Presupuesto Final	50
8. Bibliografía.....	51
9. Anexos	58
9.1 ANEXO A: Cuestionarios	58
9.1.1 Cuestionario para la colección de adjetivos	58

9.1.2 Cuestionario 2D para la evaluación de los controladores PS1 y PS5.....	59
9.1.3 Cuestionario 2D para la escena general	60
9.1.4 Prueba de Presencia en el EV	61
9.2 ANEXO B: Anuncios para la captación de sujetos.....	62
9.3 ANEXO C: Modelado de las piezas de los controladores.....	63
9.3.1 Botones zona central	63
9.3.2 Botones izquierdos	64
9.3.3 Botones derechos.....	65
9.3.4 Gatillos traseros.....	66
9.3.5 Joysticks	66
9.3.5 Estructura general	67
9.4 ANEXO D: Resultados estadísticos.....	69
9.4.1 Escena general.....	69
9.4.2 Controlador PS1.....	77
9.4.3 Controlador PS5.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS

En esta sección se presentan los acrónimos empleados a lo largo del trabajo:

AOI	Área de Interés (del inglés: Area Of Interest)
DS	Diferencial Semántico
ET	Eye-tracking (“Seguimiento Ocular”)
EV	Entorno Virtual
PF	Prototipo Físico
PS1	Play Station 1
PS5	Play Station 5
PV	Prototipo Virtual
RV	Realidad Virtual
TE	Tamaño del Efecto
TFG	Trabajo Final de Grado
TP	Tiempo de Permanencia
UPV	Universitat Politècnica de València



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis de la influencia del medio sobre las impresiones subjetivas de prototipos virtuales mediante el uso de eye-tracking y la técnica del diferencial semántico.

Redacción del Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

1. Introducción

A la hora de sobrevivir en un mercado en constante evolución y ante un periodo global de crisis económica, el objetivo principal para las compañías en todos los sectores es realizar todos sus procesos de la forma más eficiente posible intentando igualar o superar el nivel competitivo que imponen el resto de las empresas en sus respectivos sectores (Favela Herrera et al., 2019).

La globalización es un proceso económico, político, social y tecnológico en que permite la interconexión e intercomunicación entre las diferentes naciones de mundo. Este fenómeno ha ido en aumento como resultado de la innovación humana y el proceso tecnológico y ha llevado a las compañías alrededor del mundo a ir actualizándose de forma constante de acuerdo con las necesidades de los consumidores a la hora de diseñar nuevos productos (Coutts et al., 2019). Mientras que anteriormente la satisfacción de las necesidades de los consumidores era el objetivo principal, en la actualidad es sólo un requerimiento más para llegar a la satisfacción completa. Antes, las decisiones en el diseño de productos eran realizadas exclusivamente por los departamentos de marketing, pero ahora, la opinión y el análisis de los futuros consumidores sobre el diseño del producto es una fuente de información muy importante que las empresas se deben aprovechar a la hora de sacar un producto al mercado para garantizar su éxito (Bordegoni, 2011).

La experiencia del consumidor se ha visto claramente afectada debido a los grandes avances tecnológicos que se han ido desarrollando, especialmente en los últimos 20 años. En este contexto, la aparición de internet ha facilitado la comunicación entre las personas y potenciado la evolución del comercio electrónico. El comercio online ha permitido la visualización de productos sin la necesidad de ir a la tienda física. Cabe destacar que actualmente la forma tradicional de presentar los productos de forma física se ha visto poco a poco reemplazada por medios digitales (Jeong et al., 2009; Jiang & Benbasat, 2007; Yoo & Kim, 2014). Es uno de los efectos de la compra online, que ha aumentado en estos últimos años, especialmente desde comienzos de la pandemia del COVID-19 (Young et al., 2022). Por ello, es importante destacar que la presentación de productos es un factor clave para su éxito en el mercado. Existe una gran variabilidad en el método de presentación, empezando con varias imágenes que contienen planos diferentes del producto, imágenes con rotación 360º e incluso vídeos donde aparte de presentar el producto, se contextualiza cómo, dónde y cuándo se debe utilizar (Cheng et al., 2016).

En este contexto, existen varios estudios que demuestran que hay diversos factores que afectan la decisión de los consumidores a adquirir o comprar un producto; como por ejemplo la familiarización con el producto, su estética, su forma de presentación y el ambiente en el que se está llevando a cabo esta decisión (Chen, 2018; Jalil et al., 2016; Naderi et al., 2020; Unal, 2017). Sin embargo, uno de los factores más destacados que afectan al éxito del producto es su evaluación durante el proceso de diseño mediante el uso de prototipos, especialmente durante las etapas iniciales (Bordegoni, 2011). A través de este proceso se consigue un *feedback* instantáneo por parte del consumidor, que ayuda a los diseñadores a entender

los diferentes requisitos por parte del usuario y a tomar mejores decisiones con el fin de generar mejores productos (Coutts et al., 2019; Hassenzahl, 2010; Tiainen et al., 2014). Esta cooperación entre diseñadores y compradores durante las etapas iniciales del proceso ha sido demostrada ser una de las claves en el éxito posterior del producto en el mercado (Desmet et al., 2008), además de ayudar a las compañías a mejorar el producto a la hora de sacarlo al mercado, donde ya no hay marcha atrás. Y cuando logran el objetivo, pueden permitirse ofertar precios más competitivos (Markovitch & Willmott, 2014).

Como se ha mencionado en el párrafo anterior, la evaluación del producto durante las diferentes etapas de diseño es muy importante. A la hora de verificar el diseño del producto, sus funciones y analizar la opinión de los usuarios, los Prototipos Físicos (PF) han servido y siguen sirviendo de gran ayuda. Es importante resaltar que el coste de cada modificación que se realice en el diseño del producto va aumentando conforme se acerca a las etapas finales, siendo éstas las más críticas (Pahl et al., 2007; van Kleef et al., 2005). Debido a la gran inversión de tiempo y dinero empleando PF, se han ido buscando y desarrollando soluciones alternativas que reduzcan dicha inversión. Una de ellas es la creación de prototipos físicos a través de la impresión 3D, pero éstos siguen necesitando grandes cantidades de recursos y tiempo (Canuto da Silva & Kaminski, 2016).

Y en esa búsqueda de optimizar el proceso de diseño es donde aparecen los prototipos virtuales (PV), cuyo uso se ha ido difundiendo cada vez más. Una posible definición de este concepto podría ser la siguiente: "Un PV es una simulación por ordenador de un producto físico que se puede presentar, analizar y probar en aspectos relacionados con el ciclo de vida de un producto como pueden ser el diseño, la fabricación, el servicio y el reciclaje de forma similar a un modelo físico" (Wang, 2002).

Pero ¿dónde se visualizan y cómo se realizan exactamente este tipo de prototipos? Los PV se crean empleando softwares de diseño asistido por ordenador (como Autodesk Inventor, Catia, Solidworks, etc) que posteriormente se pueden ver a través de Entornos Virtuales (EV). El término Realidad Virtual (RV) apareció por primera vez en la segunda mitad del siglo pasado (Sutherland, 1968) y ofrece una nueva forma de sentir los productos y escenarios. Lanier (1992) define la RV como una experiencia interactiva e inmersiva en un entorno completamente artificial creado por ordenador sin estar en contacto visual con los alrededores reales. Además, el avance de estas tecnologías ha sufrido su mayor impacto en estos últimos años gracias a dos factores principales; los recientes avances tecnológicos (mayor potencia de ordenadores, avances en softwares 3D, mayor velocidad de internet, etc..) y la disminución de precios, especialmente desde 2010 (Berni & Borgianni, 2020).

Y esta expansión ha llevado al uso de estas tecnologías en diversos sectores, entre los que incluimos la presentación de productos. Según (Yang et al., 2018), los entornos virtuales han conseguido superar las barreras presentes en 2D y ofrecer una experiencia más inmersiva para los usuarios generando un Entorno Virtual (EV) con una gran interactividad. Martínez-Navarro (Martínez-Navarro et al., 2019) también demuestra que los EV ofrecen mayores niveles de presencia que otros medios, consiguiendo producir respuestas cognitivas más eficientes que en tiendas físicas. Conseguir ese realismo en el mundo virtual es de gran importancia, ya que permite a los usuarios opinar y percibir mejor el producto, a los diseñadores analizar mejor los requisitos de los usuarios y realizar mejoras acordes a los datos recogidos (Li et al., 2002).

Mediante el uso de prototipos virtuales se consigue un proceso mucho más eficiente, ya que permiten cambios instantáneos en el diseño, ofreciendo una gran variedad de alternativas, y facilitando la colaboración entre usuario y diseñador, lo que ayuda a estudiar el comportamiento de las personas con el producto (Arbeláez & Osorio-Gómez, 2018; Cascini et al., 2020; De Crescenzo et al., 2019; Song et al., 2018). Suelen ser usados para la evaluación de aspectos estéticos, como pueden ser texturas, colores, acabados superficiales etc (Bordegoni, 2011). En resumen, ayudan a reducir coste y tiempo, especialmente durante las etapas iniciales del diseño donde se suelen realizar la mayor cantidad de correcciones (Berni & Borgianni, 2020; Cecil & Kanchanapiboon, 2007).

Sin embargo, un factor muy importante para aumentar la credibilidad de este proceso es que la opinión de los usuarios sea lo más exacta y real posible respecto al prototipos físicos. Para representar claramente el producto, el aspecto visual es muy importante, ya que produce una percepción positiva del producto y ofrece una evaluación subjetiva precisa (Buker et al., 2022). Las tecnologías utilizadas para estos diseños son capaces de generar escenarios de gran calidad y presentación de diseños de elevada exactitud, lo cual ha demostrado tener un efecto positivo en la precisión de la evaluación del consumidor (Bordegoni, 2011; Hannah et al., 2012).

Aun así, la principal desventaja que ofrecen los prototipos virtuales es la ausencia de interacción física con el producto. Se ha demostrado que en algunos casos el tacto es necesario para la toma de decisión a la hora de comprar un producto (Peck & Wiggins, 2006) y que la falta de éste puede afectar a la evaluación del producto en el EV (Steinmann et al., 2014). Forbes et al. (2018) indican que, aunque no pueden reemplazar a los PF, los PV sí ofrecen la información suficiente para definir las características del producto.

Se han desarrollado nuevas tecnologías como la experiencia háptica o la RV con Hápticos Pasivos para superar este obstáculo y ofrecer a los usuarios una experiencia más inmersiva en el EV permitiendo la interacción y la sensación de productos virtuales. En ellas, toda la información visual está generada por ordenador; sin embargo, los objetos presentes permiten la interacción física ya que la posición, tamaño y formas son muy parecidas a las presentes en el entorno real. Se han realizado diversos estudios para investigar la influencia de estas técnicas de visualización en la percepción del producto (Galán, García-García, et al., 2021). Existen estudios que evidencian una diferencia en la percepción del producto por parte de los usuarios dependiendo de la técnica de visualización, algo que ya demostraron Artacho Ramírez y Söderman (2008; 2005), pero que estas tecnologías no afectaban a la evaluación global acerca del producto, sino que únicamente tenían influencia en algunas características específicas físicas como el peso y el tamaño.

Estos conceptos pertenecen al continuo de realidad mixta definida por (Milgram & Kishino, 1994), que se localiza entre la RV y el entorno real. En la RV todos los estímulos son generados por ordenador, mientras que el entorno real es lo que percibimos visual y físicamente sin ninguna tecnología. Estos avances fomentan el empleo de prototipos virtuales, ya que producen un aumento en la fidelidad de la percepción del producto. Por ello, los prototipos físicos se han hecho necesarios únicamente en las etapas finales del proceso de diseño (Schaaf & Thompson, 1997).

Otro de los avances que se ha ido desarrollando y mejorando en los últimos años ha sido la introducción de diferentes sensores, entre los que destacamos aquellos que permiten realizar un seguimiento de la mirada o Eye-tracking (ET) mientras los usuarios están visualizando el producto en el EV. Estas innovaciones permiten registrar el seguimiento de la mirada del comprador y, por lo tanto, averiguar cómo se distribuye y donde se centra el mayor porcentaje de la atención visual. Recientes estudios se han “beneficiado” de estas nuevas técnicas de análisis, enfocándose en estudiar las estrategias visuales y predecir la toma de decisión de los usuarios durante la interacción con un estímulo en diferentes medios (Berni et al., 2020; Rojas et al., 2015). Varios estudios demuestran que la atención visual refleja un proceso altamente cognitivo (Sheliga et al., 1994), por lo que se trata más de un comportamiento que de simple intuición, lo que ofrece mucha más información (Russo, 1978).

Cabe destacar que la evaluación del producto se ve influenciada un 80% por la atención visual de toda la información que recoge el cerebro a la hora de evaluar un producto (Wolford, 2006). Por ello, es importante para los diseñadores reconocer qué emociones genera el producto. La metodología en la que se intenta traducir las emociones de los usuarios en formas que satisfagan sus necesidades se denomina Ingeniería Kansei (Hsu et al., 2017; Nagamachi, 1995). La técnica del Diferencial Semántico (DS) propuesta por Osgood se usa de forma común (1952) para medir las emociones (Palacios-Ibáñez, Alonso-García, et al., 2023; Palacios-Ibáñez, Navarro-Martínez, et al., 2023). Para aumentar la precisión en la evaluación de productos, el registro de impresiones visuales se está empleando como complemento, debido a que ofrecen datos objetivos (Groen & Noyes, 2010; Wegner et al., 2020; Wu et al., 2016). De esta forma, a través de dispositivos como el ET se pueden analizar las preferencias de los usuarios (Duchowski, 2017; Khalighy et al., 2015).

Mediante este estudio analizaremos cómo el medio de visualización afecta a la evaluación de un producto cuando un PV se evalúa a través de un entorno de RV e imágenes fotorrealistas. En nuestro experimento, empleamos la técnica del DS para medir las emociones generadas por los productos, tomando como referencia los cuatro placeres de Jordan (1998, 2002). Estos placeres son: (1) *physio-pleasure* (el placer recibido por los cinco sentidos), (2) *psycho-pleasure* (el placer que se siente a través de las emociones generadas por el producto), (3) *socio-pleasure* (placer provocado por las relaciones con otras personas) y el (4) *ideo-pleasure* (placer que se basa en los valores de la persona). Además, mediante el ET estudiaremos las posibles diferencias que pueden existir en la atención visual de los usuarios al visualizar los productos en diferentes medios.

1.1. Planteamiento del problema

El éxito de un producto depende en gran medida de su evaluación durante el proceso de diseño empleando prototipos virtuales. Sin embargo, pueden existir diferencias perceptuales de los usuarios a la hora de evaluar un producto usando diferentes técnicas de visualización (Artacho-Ramírez et al., 2008; Felip et al., 2019, 2020; Galán, García-García, et al., 2021; Palacios-Ibáñez, Navarro-Martínez, et al., 2023; Söderman, 2005). Por ello, tomar decisiones basadas en opiniones subjetivas de los usuarios que varían según el método de visualización puede suponer un problema.

1.2. Objetivo del experimento

Con este experimento se pretende estudiar como varía la atención visual y la evaluación de un producto observado en dos medios diferentes: (1) un entorno de RV y (2) un entorno 2D con imágenes fotorrealistas. Para registrar el seguimiento de la mirada emplearemos el Gazepoint GP3 cuando los usuarios observen el producto en la pantalla 2D y el casco virtual HP Reverb G2 Omnicept para el experimento en el EV. Estas tecnologías nos proporcionarán los datos necesarios para realizar el posterior análisis estadístico y ver si existen o no diferencias significativas entre los dos medios de visualización. Mediante el empleo de Áreas de Interés (AOI), siete en la evaluación conjunta (una para cada producto) y diez en la evaluación individual, conseguimos traducir los datos recogidos por los *eye-trackers* en posiciones dentro de cada escena. Además del seguimiento ocular, también registraremos la evaluación del producto de los usuarios tras realizar cada experimento y también se realizará un análisis estadístico para estudiar si existen o no diferencias significativas. La combinación de datos subjetivos, que sería la evaluación del producto por parte de las personas, con datos objetivos, que sería el seguimiento de la mirada, nos permite analizar y entender mucho mejor la influencia de la técnica de visualización en la percepción del producto.

2. Hipótesis y Asunciones

2.1 Hipótesis

Considerando que pocos estudios han analizado cómo los diferentes medios de presentación afectan a la evaluación semántico y la atención visual de los participantes en la evaluación de productos de este tipo, controladores de PlayStation 1 (PS1) y PlayStation 5 (PS5), nos hacemos las siguientes preguntas y planteamos las siguientes hipótesis:

- P1: ¿Existen diferencias perceptuales al evaluar un producto usando diferentes técnicas de visualización?
- P2: ¿El modo de presentación influye en la atención visual de los consumidores?

Y planteamos las siguientes hipótesis:

- H01: El medio de presentación a la hora de evaluar un producto influye en la percepción de este.
- H02: La atención visual de los consumidores no se ve afectada por el medio de presentación

2.2. Asunciones

Durante la realización del experimento hemos asumido los siguientes aspectos:

- La tecnología y la escena en el entorno de RV ofrece la suficiente calidad para poder observar y valorar el/los producto/s con claridad
- Los sensores de seguimiento de la mirada son efectivos y proporcionan datos correctos y precisos.
- Las respuestas de los usuarios mediante la realización de la evaluación semántica son de confianza y acordes al producto observado.
- Todos los adjetivos durante la evaluación semántica son entendidos por los participantes.
- Se tuvo que realizar varias escenas de prueba en el EV para que los participantes entendieran el funcionamiento de los experimentos y de los controles en el EV.

3. Materiales y Métodos

3.1 Diseño del experimento

A cada sujeto se le presentaban tres escenas diferentes tanto en imágenes fotorrealistas como en el EV. En total, cada participante visualiza seis escenas, tres en 2D y tres mediante la RV. Cabe destacar que, aunque el orden de las escenas presentadas era aleatorio para cada participante, siempre se realizaban las escenas en 2D y en 3D de forma sucesiva, es decir, no se iba cambiando de un medio a otro de forma alterna. Esto se debía a que, debido al poco margen de tiempo que tenían algunas de las personas para hacer el experimento, ir cambiando de medio aumentaría el tiempo del experimento de forma considerable.

Hemos clasificado las variables en dependientes e independientes, siendo las dependientes las que sí dependen de los sujetos y las independientes las que no.

Variables dependientes:

- La selección de las escalas semánticas al realizar la evaluación del producto.
- La confianza de la respuesta. Después de cada evaluación de un par bipolar de adjetivos se les preguntaba a los participantes la confianza de su respuesta.
- El tiempo de atención visual/permanencia para cada una de las Áreas de Interés (AOI).
- Respuestas de la prueba de presencia. A cada sujeto, tras la visualización y evaluación de la primera escena en el EV se le realizaba una prueba de presencia que incluye 14 preguntas, descritas en el Anexo A.

Variables independientes:

- El formato de presentación: Varía entre imágenes fotorrealistas en 2D o escena en RV.
- Escena de presentación: Varía entre la escena conjunta (Joint_Scene), la escena con el controlador de la PS1 (Traditional_Controller) y la escena con el controlador de la PS5 (Modern_Controller).

3.2 Muestra

Para calcular el tamaño mínimo de la muestra para este experimento se realizó un análisis de poder G*Power 3.1.9.7 (Erdfelder et al., 2009), con un tamaño de efecto (TE) 0.6 de y una potencia estadística 0.8, y se obtuvo un tamaño mínimo de 25 sujetos. En el experimento participaron un total de 27 personas.

El tamaño del efecto tiene como finalidad medir la fuerza de relación estadística entre dos variables; en este caso la percepción de un objeto visualizado en 2D o en un RV. Se trata de una cuantificación de lo importante que es una diferencia o un coeficiente, luego de haber obtenido un resultado significativo en la prueba de hipótesis. Empleando un TE de 0.6, asumimos que existirán diferencias grandes entre los dos medios de visualización. A partir de estudios previos realizados, podemos observar que cuando aparecen

diferencias significativas entre dos variables, los valores del TE suelen variar entre 0.5 y 0.8 (Felip et al., 2019, 2020; Galán, García-García, et al., 2021).

3.2.1 Criterios de selección de los sujetos

Antes de empezar con el experimento, se les realizaban varias preguntas demográficas a los sujetos. Todos los sujetos del experimento debían cumplir los siguientes criterios para poder participar:

- Ser mayor de edad, es decir, tener 18 años o más.
- No llevar ningún tipo de marcapasos.
- No sufrir de cinetosis.
- No haber sufrido ningún episodio de epilepsia o convulsiones.

Todos los participantes que cumplían los anteriores requisitos eran aceptados para realizar el experimento, en caso contrario, debían ser rechazados.

Además de estos criterios, también se les preguntaba otros aspectos para completar el análisis demográfico: (1) estudios, (2) si llevan gafas de vista (en caso afirmativo, se les pedía que viniesen con lentillas si era posible), (3) género y (4) experiencia con RV, donde en esta última se trataba de una escala del 0 al 3 donde se les preguntaba a los sujetos cuál había sido su experiencia empleando tecnología de RV. La opción 0 correspondía a ninguna experiencia, 1 con poca experiencia, 2 alguna experiencia y 3 suponía que habían tenido muchas experiencias en EV.

Estas preguntas demográficas se diseñaron para asegurar que se recogían las características más importantes de cara al experimento que nos podrían servir a la hora de analizar los datos para ver si existía alguna relación con los resultados obtenidos.

3.2.2 Incorporación de sujetos

El número de sujetos final del experimento ha sido de 27 personas. El pase de sujetos se realizó durante el mes de mayo del 2023 en una de las aulas del departamento de Ingeniería Gráfica (Edificio 5L) en la Universitat Politècnica de València (UPV). Al principio, la mayoría de los sujetos eran conocidos del equipo que realizaba el experimento y eran contactados por mail para acordar una fecha y una hora.

Sin embargo, también se utilizaron otros medios para intentar incorporar a más sujetos. El tutor de este Trabajo Final de Grado (TFG), Manuel Roberto Contero González, publicó el anuncio que aparece en el Anexo B a través de su correo como profesor de la UPV a todos los grupos dónde impartía su asignatura. Además, también se realizó un anuncio del experimento, que se puede observar en el Anexo B.

Estas alternativas para la incorporación de sujetos fueron de gran importancia para llegar al número de sujetos final. Es importante tener en cuenta que para una persona normal el experimento podía durar más de una hora si tenemos en cuenta también el desplazamiento hasta el lugar donde se llevaba a cabo. Además, es bien sabido que a finales del mes de mayo empiezan los exámenes del segundo parcial del segundo cuatrimestre en la mayoría de las carreras, lo que dificultaba que los participantes vinieran a

realizar el experimento. Cabe recalcar, que la participación en el experimento era completamente voluntaria.

3.2.3 Características de los participantes

Un total de 27 participantes realizaron el experimento. Cabe resaltar, que todos los sujetos cumplían con los requisitos mencionados en el apartado 3.2.1; ninguno de ellos era menor de edad, ni había sufrido o sufre de mareos y/o convulsiones. De esta forma se aseguraba la seguridad de los participantes.

Participaron seis mujeres (22.22%) y 21 hombres (77.88%) con una media de edad de 25.8 años. La edad más frecuente fue la de 22 años, con una frecuencia de 19. La mayoría de los sujetos (17) no habían tenido ningún tipo de experiencia previa con la RV, siete habían tenido poca experiencia (25.90%), un sujeto había tenido alguna experiencia (3.70%) y dos sujetos habían tenido bastantes experiencias en los EV (7.40%). Además, solamente siete de los 21 sujetos (25.90%) mencionaron llevar gafas en su día a día.

La mayoría de las personas que realizaron el experimento eran personas que estaban estudiando cualquier tipo de ingeniería en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Un 63% de los participantes estaban estudiando o había estudiado una ingeniería; un 7.40% derecho, psicología y economía; y un 3.70% periodismo, traducción, diseño y magisterio.

3.3 Dispositivos empleados en el experimento

Para la parte donde se debían visualizar los productos a través de imágenes fotorrealistas se utilizó una pantalla de ordenador de 15 pulgadas y el Gazepoint GP3 para recoger y calibrar la atención visual de los participantes con una precisión visual de ángulo de 0.5-1 grados, una frecuencia de muestreo de 60Hz, un rango de movimiento de 25cm en horizontal, 15cm en vertical y un rango de profundidad de 15cm.

Para el experimento en el EV, se utilizó el casco de RV HP G2 Reverb Omnicept (Figura 3.1) con una resolución de 2160x2160 píxeles por ojo y una frecuencia de 90Hz. Mediante varios sensores es capaz de medir los movimientos faciales, la posición de la mirada y el tamaño de la pupila. Además, gracias al cable de 6m de longitud los participantes podían moverse sin problemas por la sala durante la realización del experimento.



Figura 3.1: Casco y controladores virtuales HP G2 Reverb Omnicept

3.4 Técnica del diferencial semántico para la evaluación de los productos

Como se ha comentado en apartados anteriores, para medir la evaluación subjetiva de los participantes cuando visualizaban los productos en los diferentes medios de presentación se empleó la técnica del DS (Osgood, 1952). Para ello, se empleó una escala Likert con 7 puntos para evaluar los productos mediante 12 diferentes pares bipolares de adjetivos, con los que se pretendía describir diferentes características del producto.

Debido a que existen pocos estudios donde se analice la influencia de la técnica de visualización en la evaluación de los productos diseñados en este experimento, controladores de la PS1 y de la PS5, tuvimos que realizar una recogida y posterior análisis de adjetivos para seleccionar los 12 pares bipolares de adjetivos tomando como referencia las cuatro categorías de placer de Jordan (1998, 2002). El proceso es muy parecido al que realizaron Felip et al. (2020), en el que recogieron los diferentes adjetivos de tres fuentes diferentes: páginas web, diseñadores profesionales y usuarios habituales.

El objetivo era obtener tres pares bipolares para cada una de las cuatro categorías, lo cual nos proporciona una información en un espectro mucho más amplio a la hora de describir el producto, permitiendo así una evaluación del producto más completa y global. Por el contrario, la selección de únicamente los adjetivos más empleados para describir el producto puede limitar la información que obtenemos a partir de los resultados.

En este estudio, la información fue recogida de dos medios diferentes. El primero fue un cuestionario de Google Forms, que podéis observar en el Anexo A. En él, se pedía a las personas describir cada uno de los ocho productos que veían en imágenes separadas con un mínimo de tres adjetivos. Se les permitía repetir los adjetivos en los diferentes productos. Cabe resaltar, que algunos participantes escribieron más, menos o exactamente tres adjetivos. El segundo medio se basaba en la recogida de adjetivos descriptivos de este tipo de productos en diferentes páginas web, entre las que destacamos Amazon, El Corte Inglés, Game, Mediamarkt, donde describían y/o daban sus reseñas acerca de controladores de videojuegos.

Se recogieron 40 respuestas del cuestionario y se visitaron varias páginas web de dónde se obtuvieron una gran variedad y cantidad de adjetivos. Primero, se homogenizó la lista de adjetivos, considerando únicamente la raíz de la palabra, es decir, no se distinguía por géneros. Después, todos los adjetivos que tenían un significado parecido se agrupaban en un mismo significado, por ejemplo, bonito y atractivo. Después se contaba la frecuencia con la que aparecía cada adjetivo. Los antónimos más frecuentes también se agrupaban para formar los pares bipolares de adjetivos. Para aquellos adjetivos que estaban en la lista debido a su elevada frecuencia que no tenían un antónimo para formar un par bipolar, se les asignaba un adjetivo por el equipo de investigación.

Cada par de adjetivos era clasificado en su correspondiente categoría dentro de las cuatro categorías de placer de Jordan en orden de mayor a menor frecuencia. Los tres pares bipolares más frecuentes para cada categoría eran seleccionados. Se pueden observar los pares bipolares seleccionados en la Tabla 3.1.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN		PARES BIPOLARES
Categoría <i>physio-pleasure</i>	En esta categoría se agrupan los adjetivos donde el placer es recibido por los sentidos.	→	PAR 1: PESADO (-3) - LIGERO (3) PAR 2: GRANDE (-3) - PEQUEÑO (3) PAR 3: ROBUSTO (-3) - ESBELTO (3)
Categoría <i>psycho-pleasure</i>	En esta categoría se agrupan los adjetivos donde el placer se debe a las emociones que te genera el producto.	→	PAR 4: INCÓMODO (-3) - CÓMODO (3) PAR 5: COMPLEJO (-3) - SENCILLO (3) PAR 6: INÚTIL (-3) - PRÁCTICO (3)
Categoría <i>socio-pleasure</i>	En esta categoría se agrupan los adjetivos donde tiene especial importancia la relación con otras personas.	→	PAR 7: CLÁSICO(-3) - MODERNO (3) PAR 8: FEO (-3) - BONITO (3) PAR 9: COMÚN (-3) - ORIGINAL (3)
Categoría <i>ideo-pleasure</i>	En esta categoría se agrupan los adjetivos relacionados con los valores de cada persona.	→	PAR 10: SERIO (-3) - DIVERTIDO (3) PAR 11: CARO (-3) - BARATO (3) PAR 12: ABURRIDO (-3) - ADICTIVO (3)

Tabla 3.1: Pares Bipolares del experimento para los controladores de la PS1 y PS5

Se utilizó la escala Likert de 7 puntos para cada par de adjetivos, que variaba entre el -3 y el 3 en el espacio virtual y entre el 0 y el 6 mediante el cuestionario de Google Forms, como podéis observar en el Anexo A. Una puntuación cercana al -3 en el cuestionario virtual o al 0 en el cuestionario a través de la pantalla de ordenador significaba una mayor afinidad con el adjetivo en ese extremo, mientras que una puntuación más cercana al 3 o al 7 respectivamente significaba una mayor afinidad con el adjetivo en el otro extremo, siendo el 0 y el 3 respectivamente el punto medio entre el par de adjetivos.

Además, para medir el nivel de presencia durante el experimento en el EV, los participantes respondieron una prueba de presencia de 14 preguntas desarrollado por Schubert (2001). El cuestionario está incluido en el Anexo A.

3.5 Modelado de los objetos a evaluar

El modelado y el ensamblaje de los controladores de PS1 y PS5 se realizó a través de la aplicación Autodesk Inventor Professional 2023. Al no disponer de planos con las medidas y la representación del producto en 2D, se tomaron como punto de partida los modelos reales para realizar el modelado en 3D.

Se dividió el modelado del producto en siete diferentes partes independientes que después se iban a ensamblar para poder formar el producto en su conjunto. En la Figura 3.2 se pueden observar los diferentes pasos realizados para el modelado. Cabe resaltar, que debido a su simetría se hizo primero una mitad del controlador y posteriormente se utilizó la operación de simetría para obtener el controlador al completo.



Figura 3.2: Secuencia de modelado para los controladores de la PS1 y PS5

Las partes independientes fueron:

- 1.** Estructura general del controlador, que se puede observar en las Figuras 3.3 y 3.4 con todas las operaciones realizadas sobre ella en el panel de navegación izquierdo.
 - Empezamos generando los agarres utilizando la operación de solevación ('Agarre'), ya que se necesitaba que el diámetro del mismo fuese más pequeño al principio que al final.
 - Luego, mediante unas extrusiones se modeló la 'zona de botones laterales' y se eliminó cualquier parte que pudiese sobresalir del agarre con una extrusión sustractiva que denominada 'Limpieza superior'.
 - Se añadió mediante una extrusión los 'apoyos joystick' donde se iban a ensamblar posteriormente los joysticks. Después, mediante una extrusión sustractiva 'zona curva' se le daba la forma lateral curvada al agarre.
 - Los siguientes pasos consistían en realizar la estructura de la zona central del controlador ('Aplanamiento'), la zona de los gatillos traseros ('Zona botones traseros' y 'Recorte botón inferior'), incorporar el escalón existente entre la zona central y la zona de botones laterales ('Escalón') y realizar unas mejoras respecto al agarre ('Mejora agarre', 'Mejora agarre 2', 'Mejora agarre 3').
 - Y a partir de aquí todas las operaciones se centraban en detalles muy importantes para dotar de la máxima precisión al producto. Entre ellas destacamos todos los empalmes y chaflanes que se tuvieron que realizar y los agujeros en la zona de los botones laterales, centrales y traseros, utilizando extrusiones y agujeros, que nos permitirían realizar el posterior ensamblaje. Todas las operaciones están detalladas en las Figuras 3.3 y 3.4.

2. Los Joysticks, adjuntos en el Anexo C.

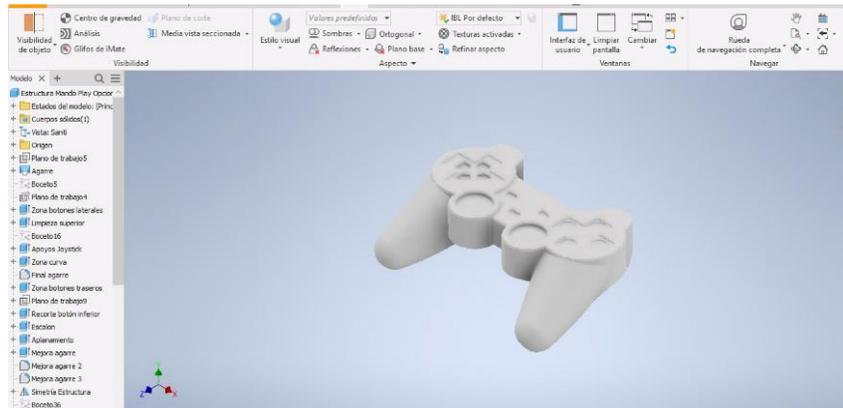


Figura 3.3: Estructura general del controlador de la PS1

- El modelado de los joysticks se realizó utilizando la herramienta de “Revolución” y se añadieron varios empalmes para mejorar el realismo y la calidad del modelado.
- ## 3. Los gatillos traseros, adjuntos en el Anexo C.
- Con una simple extrusión y con varios empalmes se realizó el modelado de los botones gatillos traseros.
- ## 4. Los botones que pertenecen a la parte derecha del controlador, adjuntos en el Anexo C.
- Modelado muy sencillo a partir de una extrusión de un círculo de 10mm.
- ## 5. Los botones que pertenecen a la parte izquierda del controlador, adjuntos en el Anexo C.
- Para los botones de la izquierda se realizaron dos extrusiones; una para obtener la forma global de los botones y otra sustractiva para conseguir una pendiente negativa de tres grados. Además, se añadieron empalmes para dotar de realidad al modelo.
- ## 6. Los botones “Start”, “Select” y “Menu” que se encuentran en la parte central del controlador, adjuntos en el Anexo C.
- Mediante extrusiones de simples formas geométricas (rectángulos y triángulos) y algunos empalmes, se lograba realizar el modelado de estas piezas.

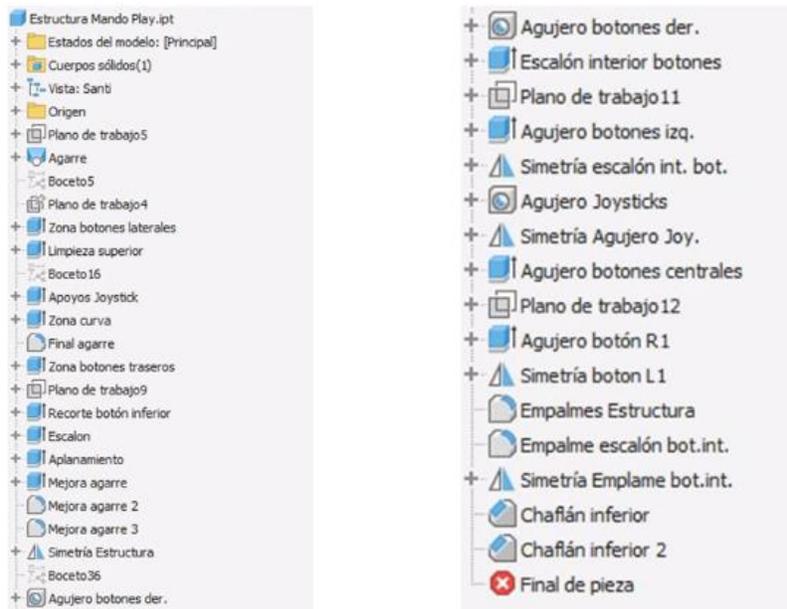


Figura 3.4: Operaciones realizadas para el modelado del controlador de la PS1

Finalmente, el ensamblaje (Figura 3.5) de estas piezas se realizó también con la aplicación de Autodesk Inventor, empleando uniones y restricciones de “Coincidencia” y de “Insertar” para obtener el producto final.

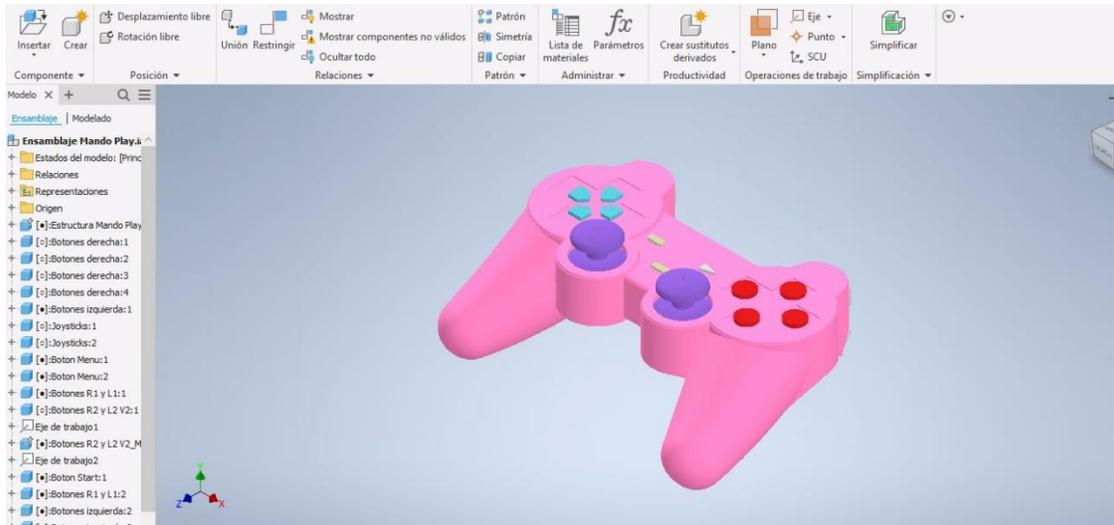


Figura 3.5: Ensamblaje Final del controlador de la PS1

3.6 Metodología y detalles técnicos del experimento

En este apartado vamos a detallar cómo se han generado los entornos virtuales y las imágenes fotorrealistas, cómo se realizaba la evaluación de los productos para cada una de las tres escenas y también

se describirán las AOI empleadas que nos servirán para analizar la atención de la mirada de los participantes.

3.6.1 Detalles del experimento en 2D

Para realizar la parte del experimento donde se visualizaban las imágenes en 2D de las tres escenas se utilizó el software Ogama 5.1 (Voßkühler et al., 2008), una plataforma abierta desarrollada para analizar el seguimiento de la mirada durante la visualización de diferentes imágenes de uno o varios productos.

Para convertir las coordenadas X e Y del seguimiento de la mirada en las correspondientes AOI de cada escena, se empleó un programa desarrollado en Python. Se empleó el hardware Gazepoint GP3 como *eye-tracker*, el cual almacena la posición de la mirada a una frecuencia de 60Hz. Y, por último, las imágenes fotorrealistas se realizaron en Blender 2.93.0 usando el motor de render *cycles*.

La figura 3.6 muestra las diferentes etapas del experimento en 2D.

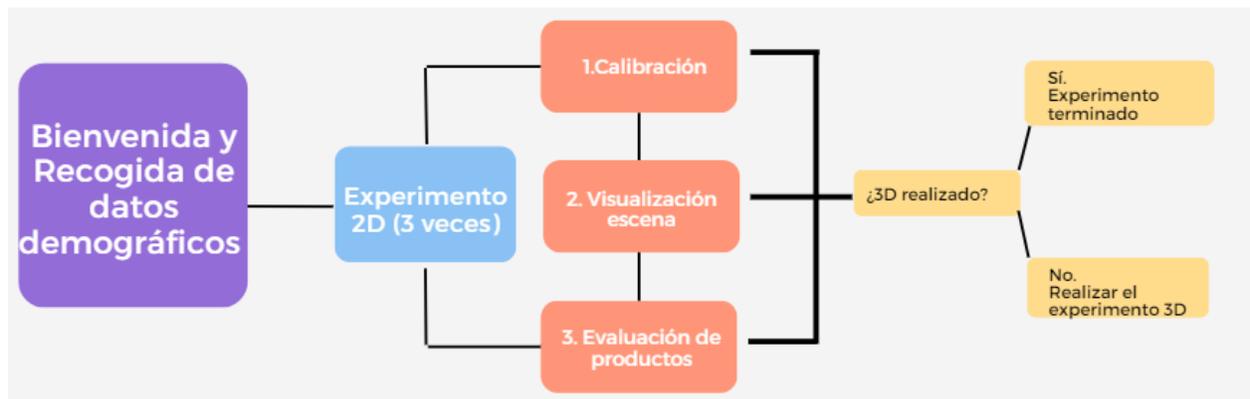


Figura 3.6: Secuencia de la realización del experimento en 2D

3.6.2. Detalles del experimento en RV

El entorno 3D y el de RV se diseñaron con Unity 2020.3.11f1 con *"baked lights"* para mejorar el realismo de la escena. Además, para poder realizar correctamente el experimento en el EV y para facilitar la interacción con el mismo, se empleó el paquete *XR Interaction Toolkit 2.0.2*, que permitía a los sujetos interactuar en el EV y con los que se realizaban los cuestionarios en las diferentes escenas. Se incorporó el *XR Plugin Management 4.2.1* para permitir la visualización de las escenas a través del casco. El hardware empleado para el experimento ha sido el HP Omnicept Reverb G2, que está equipado con sensores que permiten el seguimiento de la mirada y que tiene una resolución de 2160x2160 px. por ojo.

Todas las evaluaciones de cada escena de cada uno de los experimentos se guardaban automáticamente en una carpeta con el nombre del sujeto en formato CSV (*Comma separated Value*), donde los resultados aparecían en con una frecuencia de 120Hz, los cuales se utilizaban para su posterior análisis. Igual que en

el experimento en 2D, se empleó un programa generado en Python para obtener los tiempos de permanencia de la mirada de cada sujeto sobre cada AOI.

Se desarrollaron cuatro escenas en Unity para la realización del experimento en el EV. La primera corresponde a una escena de calibración, donde se comprobaba que la calibración era correcta. Y también se desarrollaron las escenas correspondientes a los tres experimentos a realizar en el EV; una escena para la evaluación conjunta, otra para el controlador de la PS1 y otra para el controlador de la PS5.

La Figura 3.7 muestra las diferentes etapas del experimento en RV.

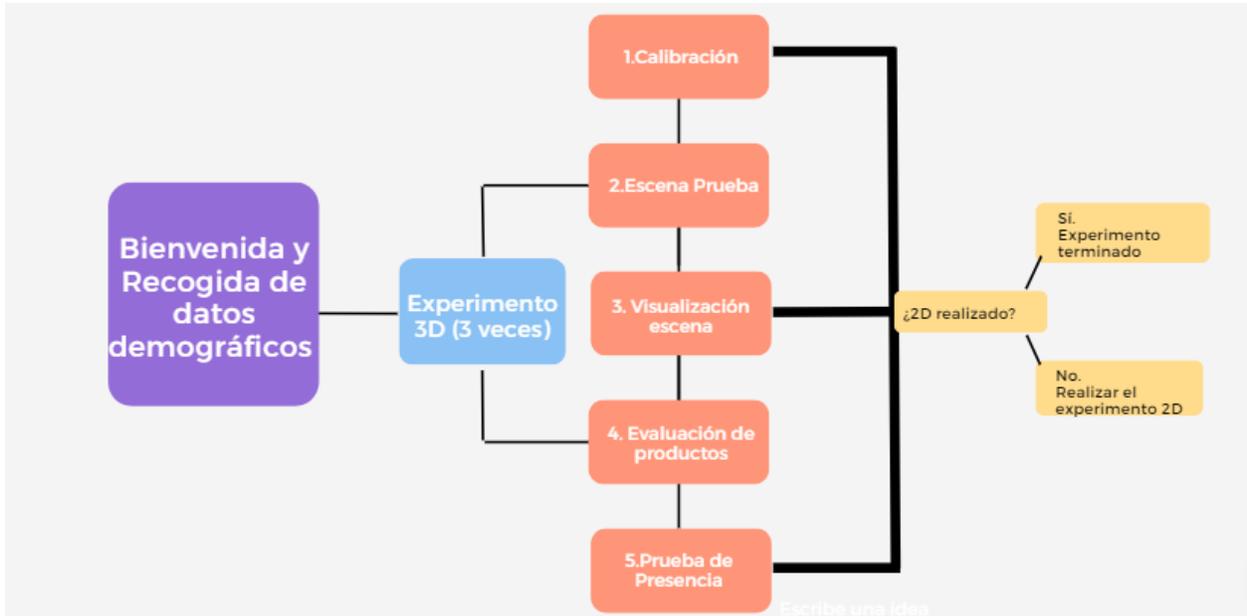


Figura 3.7: Secuencia de la realización del experimento en 3D

3.6.3 Descripción de las AOI

La identificación y la observación de diferentes AOI ayuda a entender mejor las características, propiedades y atributos de los objetos (Borgianni et al., 2022). Normalmente son empleadas para relacionar el seguimiento de la mirada con las diferentes partes de un estímulo presentado, además de para analizar y cuantificar los tiempos de permanencia y el seguimiento ocular, proporcionando información importante relacionada con la atención visual y los procesos cognitivos (Hessels et al., 2016). Es importante diferenciar y diseñar correctamente cada AOI en tamaño y forma para que el análisis de datos sea lo más preciso posible.

La principal ventaja de estas tecnologías es que gracias a ellas somos capaces de extraer información objetivo acerca de los comportamientos e intenciones de las personas a la hora de evaluar un producto (Borgianni et al., 2022). Esta información visual puede ser de gran ayuda para los diseñadores a la hora de mejorar diferentes partes de un objeto y reconocer las claves para llamar la atención de los consumidores.

Una de las escenas del experimento representa un comedor típico (Figura 3.8). Estaba formado por dos sillas (P01, P05), una mesita (P02), un sillón (P03), una cajonera (P04), una mesa (P06) y un taburete (P07).



Figura 3.8: AOI de la escena general

Por el otro lado, tenemos las dos escenas con los productos presentados de forma individual (Figuras 3.9 y 3.10). En este estudio se decidió modelar un producto que se ha ido desarrollando bastante en estos últimos años y que se introdujo en el mercado a principios de este siglo. Se escogieron dos modelos diferentes, uno más antiguo y otro mucho más moderno. A pesar de las diferencias estéticas entre los dos modelos, ambos productos compartieron las mismas AOI. Se tomaron diez AOI: cada uno de los agarres, los botones traseros R1 y R2, los botones traseros L1 y L2, los botones de la parte derecha del controlador, los botones izquierdos, los dos joysticks, la parte central del controlador y la estructura general.

El objetivo en las tres escenas era el mismo: obtener el tiempo de permanencia (TP) (dwell time en inglés) de cada AOI. El TP se define como el tiempo total de fijación de una persona sobre un área y es el parámetro utilizado en este experimento gracias a su alta precisión. Según Claypool et al. (2001) podemos distinguir dos tipos de evaluaciones: las explícitas, en las que el usuario comenta su opinión directamente, y las implícitas, en las que obtenemos información sobre la opinión del usuario sin que haya una comunicación directa. A pesar de que las evaluaciones explícitas son muy importantes y ayudan a mejorar la precisión de la búsqueda de mejoras (Buscher et al., 2009), al ser datos subjetivos, podemos dudar del nivel de seguridad de las respuestas. Y es aquí donde adquiere importancia el TP como una forma de obtener

evaluaciones implícitas, ya que proporcionan información objetiva y ayudan a interpretar y predecir mejor el comportamiento de los usuarios.



Figura 3.9: AOIs del controlador PS1



Figura 3.10: AOIs del controlador PS5

3.7 Sitio de realización del experimento

El experimento se realizó en una sala dentro del edificio 5L de la UPV. Se trata de un espacio bastante amplio, requisito especialmente importante durante los experimentos en la RV donde los participantes debían moverse para visualizar correctamente las diferentes partes de los productos en las escenas individuales.

Para el experimento en 2D, los sujetos se sentaban en una silla frente a un ordenador que estaba colocado enfrente de una pared blanca (Figura 3.11). De esa forma se intentaba minimizar las posibles distracciones durante la realización de las pruebas.

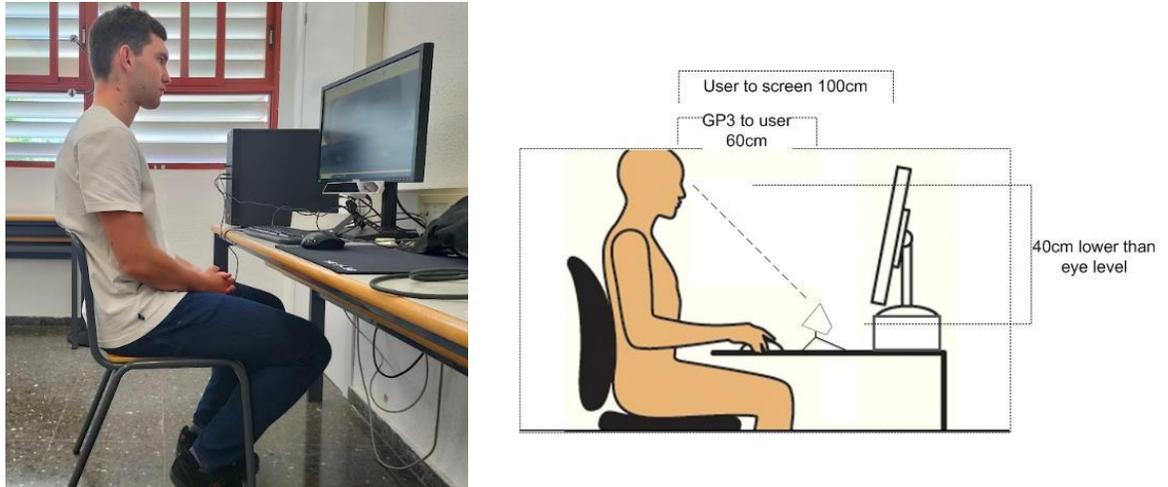


Figura 3.11: Realización experimento 2D y medidas de distancia recomendadas por el fabricante

Una marca en el suelo de la sala representaba el punto de inicio para el experimento en el EV. Los sujetos se debían orientar hacia una dirección específica para evitar cualquier tipo de choque o tropiezo durante la realización de la prueba, tal y como se ve en la Figura 3.12.



Figura 3.12: Realización experimento en el entorno de RV

3.8 Controles empleados en el experimento

Como se ha dicho antes, el experimento consta de tres escenas en 2D y tres escenas en RV. El procedimiento en ambos medios era el mismo, que se explicará con más detalle en el apartado siguiente. Primero los sujetos debían visualizar una de las tres escenas y después debían llevar a cabo la evaluación.

Para el experimento en 2D, cada sujeto debía visualizar seis planos diferentes para cada controlador. La transición de un plano a otro se realizaba a través del botón izquierdo del ratón. Para evitar el movimiento de los sujetos tras realizar la calibración, el cambio de diapositiva las realizaba el equipo del experimento. Mediante una orden a través de su voz, los participantes pedían el cambio de diapositiva al equipo. Después, para la evaluación del producto que acababan de visualizar que se realizaba en la misma pantalla de ordenador a través de un cuestionario de Google Forms, los participantes podían moverse y utilizar, ahora sí, el ratón para rellenarlo.

En el EV, los participantes interactuaban con la interfaz a través del controlador derecho que aparece en la Figura 3.1. Antes de la realización de los experimentos, el equipo del experimento realizaba una pequeña introducción sobre cómo emplear correctamente el controlador, especificando qué botones son los más relevantes para la prueba. Aunque todas las instrucciones estaban explicadas al principio de cada una de las escenas, esta aclaración previa era importante para facilitarles el proceso a los sujetos. Una vez finalizaban de visualizar cada una de las tres escenas debían pulsar el botón "A" del controlador derecho para que se les apareciera el panel para poder llevar a cabo la evaluación. Un gatillo en la parte de atrás del controlador hacía la función de botón derecho del ratón en un ordenador para seleccionar la puntuación durante la evaluación. La transición entre las diferentes escenas dentro de un experimento se realizaba por el equipo presente en la sala a través del tabulador del ordenador.

3.9 Procedimiento del experimento

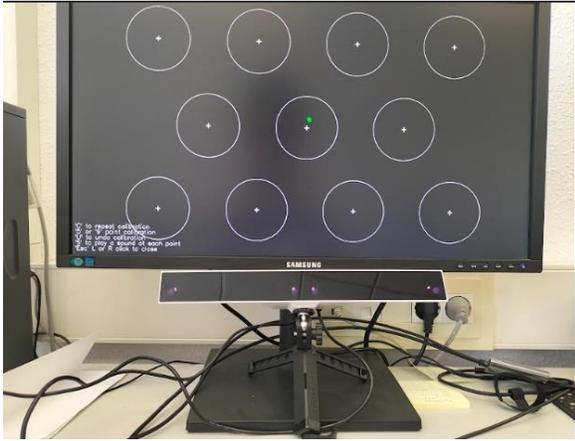
En este apartado se explica con más detalle los diferentes pasos que se han realizado durante el experimento (Figuras 3.6 y 3.7). Antes de llevar a cabo el experimento, se le daba la bienvenida a cada uno de los participantes y el equipo del experimento les hacía las preguntas demográficas comentadas en el apartado 3.2.1. Una vez realizadas todas las preguntas y confirmando que el sujeto cumplía con las condiciones para realizar el experimento, se comenzaba con la prueba.

Cabe resaltar dos aspectos. El primero es que en el caso en el que viniesen dos sujetos a la misma hora a realizar el experimento, en ningún caso se encontraban los dos participantes a la vez en la sala. Hasta que uno de los dos no realizaba el experimento completo, no se le permitía el acceso al otro. Para evitar que el participante se vea influenciado por cualquier agente externo y para que ningún sujeto viese los detalles del experimento antes de realizarlo, se mantenía siempre un número de dos personas en la sala (el sujeto junto con un miembro del equipo del experimento). En segundo lugar, para asegurar la fiabilidad del experimento, el orden en el que los participantes visualizaban los objetos era completamente aleatorio. Eso sí, siempre se hacían las tres escenas seguidas primero en el EV y luego las tres seguidas en 2D o viceversa, ya que sino el tiempo del experimento se hubiese alargado demasiado.

3.9.1 Experimento en 2D

Para la parte del 2D, se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Se realizaba la calibración del *eye-tracker* con el Gazepoint GP3, modificando la distancia del sujeto al ordenador y regulando el ángulo de inclinación del ET (Figuras 3.13 y 3.14).



Figuras 3.13 y 3.14: Calibración experimento 2D

- 2) Los sujetos visualizaban las escenas y realizaban después de cada una la evaluación correspondiente.
 - a) La primera escena, la escena conjunta (Joint_Evaluation):
 - i) A los participantes se les explicaba detalladamente el procedimiento de esta parte.
 - ii) Los sujetos visualizaban la escena general.
 - iii) Después los participantes debían ordenar los objetos en orden (Anexo A) empezando con el que menos les había gustado y acabando con el que más les había gustado.
 - b) La segunda escena, la del controlador de la PS1 (Traditional_Controller):
 - i) Se les explicaba el procedimiento de la prueba.
 - ii) Los sujetos visualizaban los distintos planos del producto uno tras otro.
 - iii) A través de un cuestionario de Google Forms (Anexo A), los participantes realizaban la evaluación del producto usando los pares bipolares de adjetivos nombrados en la Tabla 3.1, además de confirmar la confianza de su respuesta.
 - c) La tercera escena, la del controlador de la PS5 (Modern_Controller):
 - i) Se les explicaba el procedimiento de la prueba.
 - ii) Los sujetos visualizaban los distintos planos del producto uno tras otro.
 - iii) A través de un cuestionario de Google Forms (Anexo A), los participantes realizaban la evaluación del producto usando los pares bipolares de adjetivos nombrados en la Tabla 3.1, además de confirmar la confianza de cada una de sus respuestas.

3.9.2 Experimento en el EV

Para la parte de RV, se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Los participantes se colocaban en la posición y con la orientación correcta en la sala antes de proceder a ayudarles a ponerse el casco de RV. Se les preguntaba si estaba bien sujeto y tras la confirmación se les explicaba cómo funcionaban los controles.

- 2) Se les realizaba la calibración de los sensores de seguimiento de la mirada con la aplicación de HP Reverb Eye-Tracking Calibration.
- 3) Los participantes visualizaban cuatro escenas diferentes:
 - a) La primera escena era la escena de calibración, Figura 3.15:
 - i) Se les pedía a los sujetos que miraran fijamente con los ojos a los centros (cruces) de cada uno de los círculos que aparecían en la escena. En el caso de que la calibración era correcta, se procedía a realizar el experimento. En caso contrario, se repetía el Paso 2.).

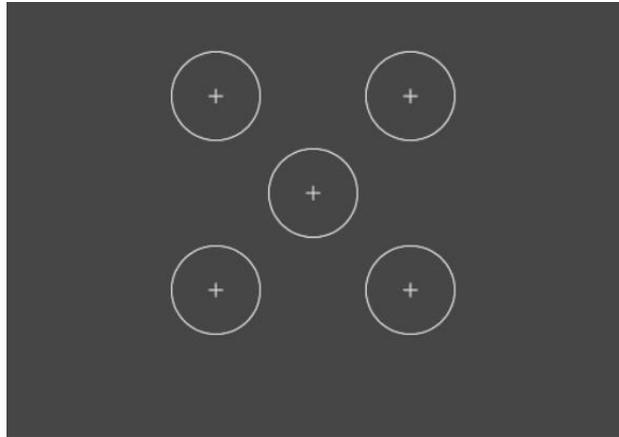


Figura 3.15: Escena de calibración en RV

- b) La segunda escena era la escena conjunta (Joint_Evaluation):
 - i) Primero visualizaban un panel de instrucciones (Figura 3.16) que debían leer los sujetos. Al decir "Estoy listo/a" se pasaba a la escena siguiente. Cabe resaltar, que en esta escena los sujetos no tenían permitido moverse, únicamente podían rotar la cabeza para visualizar los objetos presentes en la escena.
 - ii) Después visualizaban una escena de entrenamiento (Figura 3.17), para que los participantes se acostumbraran al procedimiento del experimento. Al ser una escena de entrenamiento, no se guardaban los datos.
 - iii) Una vez leído las instrucciones y realizada la escena de entrenamiento, los participantes visualizaban la escena conjunta de la cual se obtendrían los datos (Figura 3.18).
 - iv) Una vez observada la escena con detalle y tras pulsar el botón "A" del controlador derecho, los sujetos debían ordenar los objetos observados, empezando por el menos atractivo y acabando por el más atractivo.
 - v) Por último, los participantes debían completar la prueba de presencia en el EV.

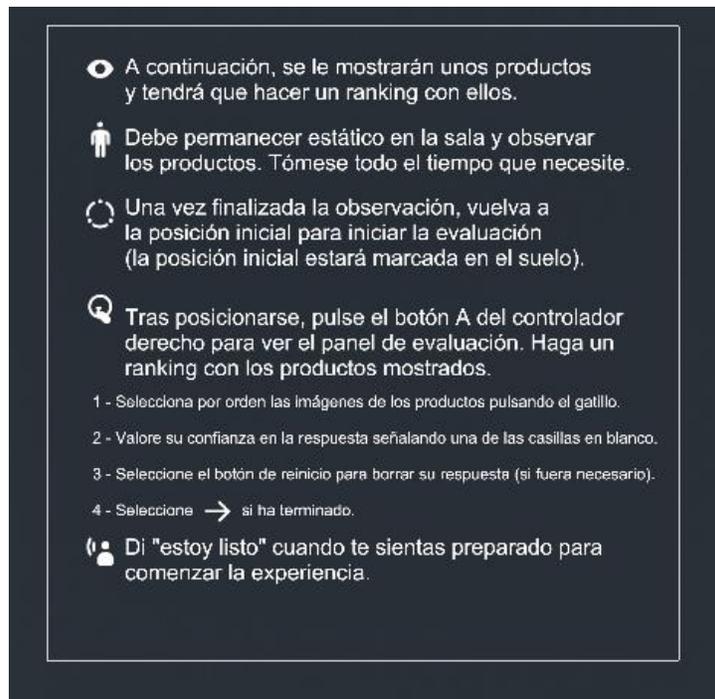


Figura 3.16: Panel de instrucciones para el experimento de la escena conjunta en RV



Figura 3.17: Escena de entrenamiento para el experimento de la escena conjunta



Figura 3.18: Escena conjunta del experimento en RV

- c) La tercera escena corresponde con la del controlador de PS1 (Traditional_Controller):
- i) Primero visualizaban un panel de instrucciones que debían leer los sujetos (Figura 3.19). Al decir "Estoy listo/a" se pasaba a la escena siguiente. En esta escena, los sujetos sí podían moverse libremente para observar con detalle todos los aspectos del producto.

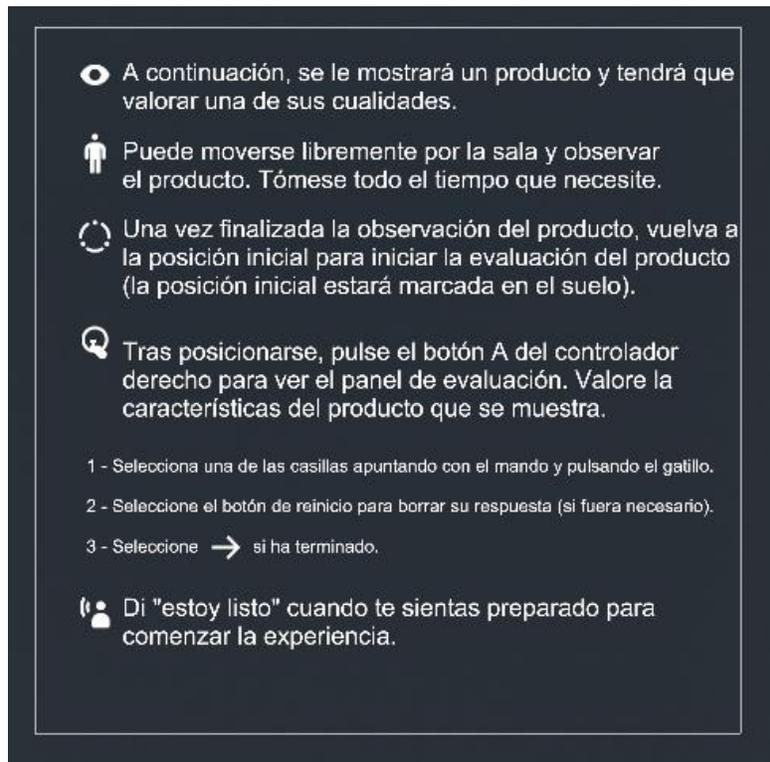


Figura 3.19: Panel de Instrucciones escena individual para el experimento en RV

- ii) Después visualizaban una escena de entrenamiento (Figura 3.20), para que los participantes se acostumbraran al procedimiento del experimento. Al ser una escena de entrenamiento, no se guardaban los datos.



Figura 3.20: Escena de entrenamiento para las escenas individuales

- iii) Una vez leído las instrucciones y realizada la escena de entrenamiento, los participantes visualizaban la escena del controlador de PS1 (Figura 3.21) de la cual se obtendrían los datos.



Figura 3.21: Controlador PS1 en RV

- iv) Una vez observada la escena con detalle y tras pulsar el botón "A" del controlador derecho, los sujetos debían evaluar el producto observado utilizando los pares bipolares de adjetivos y mostrar la confianza de la respuesta, tal y como muestra la Figura 3.22.

- v) Por último, los participantes debían completar el test de presencia en el EV.

Evaluación del producto

-3 -2 -1 0 1 2 3

Incómodo Cómico

Confianza de la respuesta

-3 -2 -1 0 1 2 3

No estoy seguro Estoy seguro

Figura 3.22: Ejemplo de evaluación del producto en RV

- d) La tercera escena corresponde con la del controlador de PS5 (Modern_Controller):
- i) Primero visualizaban un panel de instrucciones que debían leer los sujetos. Al decir “Estoy listo/a” se pasaba a la escena siguiente. En esta escena, los sujetos sí podían moverse libremente para observar con detalle todos los aspectos del producto.
 - ii) Después visualizaban una escena de entrenamiento, para que los participantes se acostumbraran al procedimiento del experimento. Al ser una escena de entrenamiento, no se guardaban los datos.
 - iii) Una vez leído las instrucciones y realizada la escena de entrenamiento, los participantes visualizaban la escena del controlador de PS5 (Figura 3.23) de la cual se obtendrían los datos.
 - iv) Una vez observada la escena con detalle y tras pulsar el botón “A” del controlador derecho, los sujetos debían evaluar el producto observado utilizando los pares bipolares de adjetivos y mostrar la confianza de la respuesta.
 - v) Por último, los participantes debían completar el test de presencia en el EV, descrito en el Anexo A.



Figura 3.23: Controlador PS5 en RV

4. Resultados

Este apartado contiene los resultados de los datos obtenidos de las distintas variables que se analizarán y discutirán más al detalle en el siguiente apartado. El objetivo de este experimento es estudiar como varía la atención visual y la evaluación de un producto observado en dos medios diferentes: (1) un entorno de RV y (2) un entorno 2D con imágenes fotorrealistas. Y recordemos las hipótesis nulas mencionadas en el apartado 2.1):

- H01: El medio de presentación a la hora de evaluar un producto influye en la percepción de éste.
- H02: La atención visual de los consumidores no se ve afectada por el medio de presentación.

Para las escenas individuales se analiza la significancia de cuatro variables para cada medio: la evaluación mediante la técnica del DS, la confianza de las respuestas, el tiempo de permanencia y la evaluación general. Para la escena conjunta se analizará la evaluación de cada producto, la confianza de la respuesta y el TP de cada producto. Y para los tres experimentos en los experimentos en RV se analizará la normalidad de los datos obtenidos de la prueba de presencia.

Para todas las variables se obtendrán primero los datos estadísticos descriptivos, es decir, la media, mediana, desviación típica y los gráficos de caja y de violín. En segundo lugar, se realizan las pruebas de normalidad empleando la prueba de Shapiro-Wilk con un nivel de significación de .05. Estos resultados determinarán si los datos siguen o no una distribución normal y, por lo tanto, qué prueba hay que realizar para su interpretación; la prueba de Wilcoxon para datos que siguen una distribución no normal (p -valor $<.05$) o la prueba T pareada para los datos que siguen una distribución normal (p -valor $>.05$). Todos los resultados estadísticos se pueden observar en el Anexo D.

Recordemos que el p -valor indica la probabilidad de que la diferencia entre dos variables sea significativa o no debida al azar. Por convenio, se establece que si este valor es menor del 5% (.05), podemos rechazar la hipótesis nula y afirmar que la diferencia es real. Si es mayor al 5%, no podemos rechazar con seguridad la hipótesis nula.

4.1 Resultados escena conjunta

La tabla 4.1 muestra un breve resumen de las diferencias significativas encontradas en la escena general.

4.1.1 AOI

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Tablas en el Anexo D y se muestra una variedad entre datos que siguen una distribución normal y otros que no. Por ello, se decide realizar la prueba de Wilcoxon y la prueba T pareada para analizar la existencia o no de diferencias significativas. Ambas pruebas muestran las mismas conclusiones; en las AOI AOI5 (silla

izquierda; p-valor<.001), AOI7 (taburete; p-valor<.001) y el AOIN (mirando a nada; p-valor<.001) existen diferencias significativas entre la RV y el entorno 2D.

Cabe destacar, tanto la silla izquierda como el taburete tienen de media mayor TP en el EV que en 2D y que el TP de las personas mirando a ningún objeto es mayor en 2D que en la RV.

PRODUCTO	AOI	EVALUACIÓN	CONFIANZA
P01	NO	NO	NO
P02	NO	NO	NO
P03	NO	NO	NO
P04	NO	NO	NO
P05	SÍ	NO	NO
P06	NO	NO	NO
P07	SÍ	NO	NO
P0N	SÍ	NO	NO

Tabla 4.1: Diferencias significativas entre medios escena general

4.1.2 Evaluación de los productos

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. Podemos observar que la prueba de Wilcoxon muestra la no existencia de diferencias significativas en la evaluación de los productos en la escena conjunta con técnicas de visualización diferentes.

4.1.3 Confianza de la respuesta

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. Podemos observar que la prueba de Wilcoxon muestra la no existencia de diferencias significativas en la confianza de la respuesta entre diferentes medios de visualización.

4.2 Resultados controlador PS1

4.2.1 Evaluación mediante DS

La tabla 4.2 muestra un breve resumen de las diferencias significativas encontradas en el controlador PS1 para los pares bipolares y la evaluación conjunta.

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. Podemos observar que la prueba de Wilcoxon

muestra que existen diferencias significativas únicamente en el par bipolar 1 “Pesado (-3) – Ligero (3)” (p-valor=.013), siendo valorado más ligero en RV con una media de 1.19 que en 2D con una media de .481.

PAR BIPOLAR	EVALUACIÓN	CONFIANZA
PAR 1: PESADO-LIGERO	SÍ	SÍ
PAR 2: GRANDE-PEQUEÑO	NO	SÍ
PAR 3: ROBUSTO-ESBELTO	NO	NO
PAR 4: INCÓMODO-CÓMODO	NO	SÍ
PAR 5: COMPLEJO-SENCILLO	NO	SÍ
PAR 6: INÚTIL-PRÁCTICO	NO	NO
PAR 7: CLÁSICO-MODERNO	NO	NO
PAR 8: FEO-BONITO	NO	NO
PAR 9: COMÚN-ORIGINAL	NO	NO
PAR 10: SERIO-DIVERTIDO	NO	NO
PAR 11: CARO-BARATO	NO	NO
PAR 12: ABURRIDO-ADICTIVO	NO	NO
EVALUACIÓN GENERAL	SÍ	NO

Tabla 4.2: Diferencias significativas en PS1 entre medios para DS, confianza y evaluación general

4.2.2 AOI

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y se muestra una variedad entre datos que siguen una distribución normal y otros que no. Por ello, se decide realizar la prueba de Wilcoxon y la prueba T pareada para analizar la existencia o no de diferencias significativas. Ambas pruebas muestran las mismas conclusiones; existen diferencias significativas entre medios de visualización en cinco de las diez AOI del controlador. Concretamente en las AOI 2 (agarre izq.; p-valor=.002), 3 (joystick dcho.; p-valor<.001), 5 (botones derechos; p-valor<.001), 8 (gatillos traseros izq.; p-valor<.001) y 10 (estructura general; p-valor<.001). La tabla 4.3 resume los resultados obtenidos.

4.2.3 Confianza de las respuestas

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. Podemos observar que la prueba de Wilcoxon muestra diferencias significativas en la confianza de la respuesta en cuatro de las 13 preguntas. Éstas son las relacionadas con el par bipolar 1 (pesado-ligero; p-valor=.005), 2 (grande-pequeño; p-valor=.05), 4 (incómodo-cómodo; p-valor=.05) y 5 (complejo-sencillo; p-valor=.028).

Cabe destacar, que la confianza era mayor en el EV que en 2D; 2.30 sobre 1.85 para el par 1, 2.41 sobre 2.07 para el par 2, 2.41 sobre 2.11 para el par 4 y 2.41 sobre 2.00 para el par 5.

AOI	¿DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS?
AOI1	NO
AOI2	SÍ
AOI3	SÍ
AOI4	NO
AOI5	SÍ
AOI6	NO
AOI7	NO
AOI8	SÍ
AOI9	NO
AOI10	SÍ
AOIN	NO

Tabla 4.3: Diferencias significativas entre medios para el TP de la PS1

4.2.4 Evaluación general del producto

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. La prueba de Wilcoxon demuestra la existencia de diferencias significativas en la evaluación general del producto (p-valor=.017 entre las dos técnicas de visualización).

Cabe resaltar, que el controlador de la PS1 obtuvo de media una mejor evaluación en la RV que en el entorno 2D; 2.07 sobre 1.67.

4.3 Resultados controlador PS5

4.3.1 Evaluación mediante DS

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. Podemos observar que la prueba de Wilcoxon muestra que existen diferencias significativas en los pares bipolares 2 "Grande (-3) – Pequeño (3)" (p-valor=.035), 4 "Incómodo (-3) – Cómodo (3)" (p-valor=.009) y 8 "Feo (-3) – Bonito (3)" (p-valor=.002).

Cabe destacar, que igual que para la PS1, los valores en RV para éstos tres pares de adjetivos eran siempre superiores a los obtenidos en el entorno 2D; .556 sobre .0741 en el Par 2, 2.37 sobre 1.74 en el Par 4 y 2.22 sobre 1.74 en el par 8.

La tabla 4.4 muestra un breve resumen de las diferencias significativas encontradas en el controlador PS5 para los pares bipolares y la evaluación conjunta.

PAR BIPOLAR	EVALUACIÓN	CONFIANZA
PAR 1: PESADO-LIGERO	NO	SÍ
PAR 2: GRANDE-PEQUEÑO	SÍ	NO
PAR 3: ROBUSTO-ESBELTO	NO	NO
PAR 4: INCÓMODO-CÓMODO	SÍ	NO
PAR 5: COMPLEJO-SENCILLO	NO	NO
PAR 6: INÚTIL-PRÁCTICO	NO	NO
PAR 7: CLÁSICO-MODERNO	NO	NO
PAR 8: FEO-BONITO	SÍ	SÍ
PAR 9: COMÚN-ORIGINAL	NO	SÍ
PAR 10: SERIO-DIVERTIDO	NO	NO
PAR 11: CARO-BARATO	NO	NO
PAR 12: ABURRIDO-ADICTIVO	NO	NO
EVALUACIÓN GENERAL	NO	NO

Tabla 4.4: Diferencias significativas en PS5 entre medios para DS, confianza y evaluación general

4.3.2 AOI

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y se muestra una variedad entre datos que siguen una distribución normal y otros que no. Por ello, se decide realizar la prueba de Wilcoxon y la prueba T pareada para analizar la existencia o no de diferencias significativas. Ambas pruebas muestran las mismas conclusiones; existen diferencias significativas entre medios de visualización en seis de las diez AOI del controlador. Concretamente en las AOI 3 (joystick dcho.; p-valor<.001), 4 (joystick izq.; p-valor=.021), 5 (botones derechos; p-valor<.001), 6 (botones izq.; p-valor<.001), 8 (gatillos traseros izq.; p-valor<.001) y 10 (estructura general; p-valor=.028). La tabla 4.5 resume los resultados obtenidos.

AOI	¿DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS?
AOI1	NO
AOI2	NO
AOI3	SÍ
AOI4	SÍ
AOI5	SÍ
AOI6	SÍ
AOI7	NO
AOI8	SÍ
AOI9	NO
AOI10	SÍ
AOIN	NO

Tabla 4.5: Diferencias significativas entre medios para el TP de la PS5

4.3.3 Confianza de las respuestas

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. Podemos observar que la prueba de Wilcoxon muestra diferencias significativas en la confianza de la respuesta en dos de las 13 preguntas. Éstas son las relacionadas con el par bipolar 8 (feo-bonito; p-valor=.014) y 9 (común-original; p-valor=.018).

Cabe destacar, que la confianza ha sido mayor en el EV que en el 2D. Para el par 8 se muestra una confianza de 2.70 sobre 2.33 y el par 9 2.48 sobre 2.04.

4.3.4 Evaluación general del producto

Los datos estadísticos descriptivos y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se pueden observar en las Anexo D y muestran una distribución de datos no normal, por lo que se empleó la prueba de Wilcoxon para determinar la existencia o no de diferencias significativas. La prueba de Wilcoxon demuestra que no existen diferencias significativas entre los dos medios. Es más, en ambos experimentos el controlador de la PS5 obtuvo de media la misma valoración, 2.48.

5. Discusión

En este apartado vamos a discutir y analizar con más detalle los resultados obtenidos en el experimento y los compararemos con otros estudios relacionados con el tema presente. Tras la discusión se decidirá si aceptar o no las hipótesis establecidas, donde se afirmaba que el medio de presentación tenía influencia en la percepción (H01) pero no en la atención visual (H02) de los consumidores al visualizar un producto. Se han empleado dos medios de visualización diferentes: (1) un entorno 2D con imágenes fotorrealistas mostradas en la pantalla de un ordenador y (2) un entorno de RV. Mediante las técnicas del DS (Osgood, 1952) y de ET se obtenían las respuestas de las evaluaciones subjetivas y los comportamientos oculares de los sujetos.

5.1 Influencia del medio de visualización en la evaluación del producto

Los resultados del experimento nos muestran que existen diferencias significativas en la evaluación del producto mediante la técnica del DS en cuatro pares bipolares, uno en el controlador de la PS1 (“Pesado – Ligero”) y tres en el controlador de la PS5 (“Grande – Pequeño”, “Incómodo – Cómodo” y “Feo – Bonito”). También se han obtenido diferencias significativas en la evaluación general del controlador de la PS1, donde se obtuvo una mejor puntuación en RV que en 2D. Por lo tanto, podemos afirmar que existe una influencia de la técnica de visualización de un producto en la evaluación del mismo, por lo que se acepta la hipótesis H01 propuesta. Estos resultados coinciden con el de otros estudios. Artacho-Ramírez et al. (2008) estudiaron las variaciones perceptuales de dos tipos de altavoces cuando los mismos se visualizaban empleando cinco diferentes medios de presentación. Encontraron diferencias significativas en tres semánticas que emplearon para su evaluación, evidenciando la existencia de la influencia del medio en la evaluación. Cabe destacar, que las diferencias se iban reduciendo cuánto más sofisticado era el medio empleado. Además, Naderi et al. (2020) y Agost et al. (2021) también encontraron discrepancias en la evaluación de varias características de productos durante su visualización en diferentes medios.

Es importante destacar que dos de los cuatro pares bipolares afectados, “Pesado – Ligero ” y “Grande – Pequeño”, pertenecen a la categoría de placer físico de Jordan, que está relacionada con el placer recibido a través de los sentidos. Estos resultados coinciden con los experimentos realizados por Galán et al. (2021) en el que destaca la importancia de medios hápticos para el reconocimiento de estas características. Al igual que afirma Palacios-Ibáñez et al. en su estudio (2023), es posible que en éste la ausencia de contacto físico con el producto haya podido tener una influencia negativa en su evaluación. Además, los productos fueron evaluados más pesados y grandes en RV que en 2D, que coincide con otros estudios realizados (Galán, Felip, et al., 2021). En este sentido, se ha demostrado que el nivel de presencia y la sensación de inmersión pueden afectar a la percepción del tamaño del producto (Heineken & Schulte, 2007).

Asimismo, el par “Feo – Bonito” pertenece a la categoría “socio” en la estructura de Jordan que está relacionado con la estética del producto. Este resultado se podría explicar, ya que, si compramos los modelos de controladores anteriores, el controlador de la PS5 es el que presenta una mayor diferencia a

nivel estético. Otra razón de este resultado es que, como se ha destacado en el apartado 4.3.1, el controlador ha obtenido mejor puntuación en el EV que en 2D, por lo que el medio de visualización sí que ha influido en la evaluación, haciendo que el controlador sea visto más bonito en RV. Los resultados coinciden con los obtenidos por Palacios-Ibáñez et al. (2022) en el que demostró que la categoría sociológica era la que más se veía afectada por el cambio de medio en productos con un valor estético elevado. El producto obtuvo una mejor valoración en RV que en 2D. A parte de lo comentado, también hay que tener en cuenta el *novelty effect*. Este fenómeno aparece en el comportamiento de las personas debido al elevado interés y excitación que generan nuevas tecnologías, pudiendo alterar su percepción real del producto. De forma parecida, el par “Incómodo-Cómodo” también obtuvo una mejor evaluación en RV que en el entorno 2D, coincidiendo con el estudio realizado por Palacios-Ibáñez et al. (2023).

Añadimos algunos detalles interesantes. Antes de la realización del experimento el equipo del estudio se aseguraba que los sujetos entendían el significado de todos los adjetivos. El adjetivo “Esbelto” era el que más dudas generaba. Y este efecto se ve reflejado en los resultados. En los cuatro experimentos, la media de la evaluación está cercana al valor “0”, que recordemos era justo el punto medio en nuestra escala Likert de siete puntos, que iba de -3 a 3. De forma parecida, muchos sujetos desconocían o no sabían responder con exactitud al par “Caro-Barato”. Las dudas residían en que algunos no sabían el valor de este producto y otros que no sabía si introducir el valor actual o el pasado. Estas dudas tuvieron su impacto en los datos, puesto que obtenemos puntuaciones muy cercanas al valor de “0”.

Aunque no sea uno de los objetivos principales del experimento, cabe destacar que ningún objeto de la evaluación conjunta ha obtenido diferencias significativas entre los dos medios de visualización. La valoración de los objetos P03, P04 y P06 es casi idéntica, lo que coincide con los resultados obtenidos por Palacios-Ibáñez et al. (2023), donde demostraba que la evaluación conjunta de productos provoca que las diferencias en la evaluación de productos visualizados en diferentes medios sean menores.

En las dos evaluaciones de los controladores encontramos diferencias significativas en la confianza de la respuesta en varios de los pares bipolares expuestos para la evaluación del producto. En todos ellos, el nivel de confianza fue mayor en el EV que en 2D. Tal y como menciona Forbes et al. (2018) cuánto más inmersiva sea la tecnología, más información puede obtener el comprador a través del prototipo de forma visual y, por lo tanto, más confianza y más precisión tendrán las personas a la hora de evaluar un producto. Este comportamiento también fue demostrado por Park et al. (2019) donde afirmaban que la cantidad de *feedback* recibido depende en gran medida del nivel de interacción con el producto, adoptando un actitud más positiva y segura. Además, los resultados también confirman que, aunque los medios en 2D ofrecen la información suficiente para evaluar un producto, los modelos 3D ofrecen mucha más información (Ant Ozok & Komlodi, 2009) y permiten evaluar los productos de forma mucho más directa (Liu, 2017).

5.2 Influencia del medio de visualización en la atención visual

En la segunda hipótesis (H02) exponíamos que la atención visual de los consumidores no se ve afectada por el medio de presentación. Sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento muestran todo lo contrario. Para el controlador de la PS1 aparecen diferencias significativas en cinco de las diez AOI, la misma cantidad que para el controlador de la PS5. Además, en la escena conjunta también se observan

diferencias significativas en tres de las siete AOI, correspondientes a la silla izquierda (P05), al taburete (P07) y al AOI donde los sujetos no visualizaban ningún objeto. Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis H02 y afirmar que el medio de presentación sí influye la atención visual.

Cuatro de las cinco AOI donde han aparecido diferencias significativas coinciden en ambos controladores. Se trata del joystick derecho (P03) , los botones derechos (P05), los gatillos traseros izquierdos (P08) y la estructura general (P10). A parte de que las diferencias se deban únicamente a la influencia del medio de visualización, hay que recalcar un patrón que se repetía bastante entre los sujetos que hay que tener en cuenta al analizar los resultados. La mayoría de los sujetos, cuando empezaban la evaluación de una de las escenas individuales, empezaban a caminar y rodeaban el controlador en sentido contrario de las agujas del reloj. Es decir, empezaban observando toda la parte derecha primero y luego iban rodeando el producto en sentido antihorario. Algunos de ellos únicamente realizaban un giro de 180º, lo que se puede observar en los datos descriptivos, donde el AOI8 ha sido de las AOI con menor TP en RV. Es por ello, que quizás la AOI perteneciente a los gatillos traseros izquierdos (P08) hayan aparecido como significativas.

Para la AOI5 del controlador de la PS1 ,que corresponde con los botones derechos, la diferencia del tiempo de permanencia es el doble aproximadamente en RV que en 2D. Este resultado era de esperar, debido a que muchos de los sujetos que realizaron el experimento comentaban al acabar que los colores de los botones de la derecha se percibían mucho más llamativos en el EV que en las imágenes fotorrealistas mostradas en la pantalla del ordenador.

Para la escena general, la diferencia en el AOI AOIN puede deberse al nivel de calibración de los ET empleados para el experimento. Generalmente durante la realización de las distintas pruebas se pudo observar que la precisión de la calibración era mayor con el HP G2 Reverb Omnicept que en el Gazepoint GP3. Por ello, una de las razones por las que la media era más alta en el entorno 2D que en el 3D podría deberse a este efecto.

Además, un punto interesante se observa en el TP del objeto P02, que corresponde con la mesita situada en la zona superior derecha, ya que es el segundo producto con menor media porcentual de TP en RV y en 2D. Este dato se resalta, ya que también es el objeto con segunda peor evaluación, por lo que contradice el estudio realizado por Hsu et al. (2017) en el que se afirma que el producto que inducía un placer más negativo era el mismo que tenía el mayor número de puntos de fijación.

Cabe destacar que el producto P03 que corresponde con el sillón ha sido el producto con mayor TP en ambos medios. Suponemos que esta característica se debe debido a que se trata del producto situado en el centro de la imagen a una altura central que facilitaba su visualización y que también ha sido el objeto con mayor desviación estándar en ambos medios, es decir, ha obtenido evaluaciones muy diferentes. Para estudios futuros se podría analizar si el elevado TP se puede deber al tamaño y posición del objeto, ya que era el más voluminoso de los siete objetos presentes.

6. Conclusiones

Con el objetivo de aumentar la eficiencia durante el proceso de diseño y realizar productos acordes a los requerimientos de los consumidores, es de vital importancia para las empresas conocer y sacar el máximo rendimiento a las diferentes técnicas de visualización que ofrece la tecnología hoy en día. Este estudio demuestra cómo la visualización de un mismo producto en medios diferentes afecta a la percepción y la atención visual de las personas.

La selección y agrupación de los pares bipolares de adjetivos se hizo en base a las cuatro categorías de placer descritas por Jordan (1998) para poder analizar de forma precisa la influencia del medio en la percepción del producto. Los resultados indican cómo diferentes características del producto se pueden ver afectadas por el medio, sobre todo las relacionadas con las categorías físicas y estéticas. Entender y saber aplicar correctamente los diferentes medios de visualización disponibles dependiendo de la característica a evaluar es muy importante para garantizar la seguridad y precisión en la toma de decisiones durante el proceso de diseño. Aunque también se observa que el uso de presentaciones conjuntas ayuda a minimizar estas diferencias perceptuales.

Además, los productos obtuvieron mayoritariamente mejores puntuaciones en el EV que en el entorno 2D. El nivel de confianza de las respuestas también se ha visto afectado por la técnica de visualización, siendo la RV la que ofrece mayor seguridad a las personas. Estos resultados favorecen y dan confianza para el uso continuo de PV en la evaluación de objetos durante las etapas iniciales de diseño y también muestran que los EV pueden afectar positivamente en la decisión de compra de los consumidores.

Las evaluaciones subjetivas por parte de los usuarios pueden ser compatibles con datos más objetivos como el ET. Este estudio demuestra cómo el TP de los usuarios tiene diferencias significativas dependiendo del medio de visualización. Aunque no se hayan hecho demasiados estudios empleando este tipo de tecnologías, los resultados muestran que pueden servir de gran ayuda para analizar los comportamientos visuales de las personas y compararlos con sus evaluaciones. Para estudios posteriores, sería interesante añadir sensores que registren las expresiones faciales de las personas para mejorar la precisión de los resultados.

Hay que tener en cuenta que este experimento presenta algunas limitaciones:

- Únicamente se han utilizado dos medios de presentación: RV e imágenes fotorrealistas. La ausencia de contacto físico ha podido tener un impacto en las evaluaciones, especialmente en aquellas relacionadas con las características físicas del producto.
- Aunque nuestros resultados pueden ser compatibles con / se pueden extrapolar a objetos de la misma tipología, sería recomendable realizar estudios con objetos de diferentes características.
- En la escena general cada objeto tenía una posición fija. Sería recomendable realizar más estudios para analizar la influencia de la posición de un objeto en su evaluación y en la atención

visual del consumidor. Felip et al. (2019) concluyeron que la distancia de un objeto y el contraste cromático influían en la atención visual y que el efecto de la posición era más fuerte en 3D que en 2D.

- La ausencia de experiencia con tecnologías virtuales por parte de los participantes ha podido influir en su experiencia y en la percepción de objetos en el EV. El elevado interés y la excitación que supone el empleo de nuevas tecnologías ha podido afectar a la evaluación de los productos por parte de los participantes.
- La mayoría de las personas que han realizado el experimento son estudiantes jóvenes. Para estudios posteriores sería interesante repetir el experimento con una muestra más variada con respecto a la edad de los participantes.
- La ausencia de experiencia de los participantes con tecnologías virtuales ha podido limitar su inmersión en el espacio virtual y su interacción con los diferentes objetos.
- Dado que el tiempo de realización del experimento es bastante largo, varía entre 20 y 30 minutos, es posible que algunos participantes hayan dedicado menos tiempo en la visualización y evaluación de los productos debido a posibles compromisos posteriores donde debían acudir.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis de la influencia del medio sobre las impresiones subjetivas de prototipos virtuales mediante el uso de eye-tracking y la técnica del diferencial semántico.

Presupuesto del Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

7. Presupuesto

7.1 Presupuesto Descompuesto

7.1.1 Coste de Mano de Obra

N.º ACT.	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€/H)	IMPORTE (€)
01	h	Lectura Bibliográfica	40h	12.00	480.00
	h	Elección de Producto y elaboraciones previas	10h	12.00	120.00
	h	Modelado de productos	80h	12.00	960.00
	h	Elaboración de Escenas 2D y 3D	120h	12.00	1440.00
	h	Análisis de Resultados (scripts, traspaso de datos, análisis estadístico)	50h	12.00	600.00
	h	Pase de Sujetos	45h	8.00	360.00
	%	Costes directos Complementarios	.02%	68.00	79.20

Precio Total mano de obra: 4.039,20€

7.1.2 Coste de Materiales

N.º ACT.	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€/AÑO)	IMPORTE(€)
02	Ud.	Autodesk Inventor Professional 2023	.057 Ud.	2886.00	164.50
	Ud.	OGAMA 5.1	.057Ud.	.00	.00
	Ud.	Unity Hub	.057 Ud.	1877.00	106.98
	Ud.	HP G2 Reverb Omnicept	0.166 Ud.	1032	171.93
	Ud.	Gazepoint GP3	0.166 Ud.	772.08	128.16
	Ud.	Portátil HP 15s-fq2154ns	0.208 Ud.	479.00	99.63
	Ud.	Blender V.3.4	.057 Ud.	.00	.00
	Ud.	Jamovi 2.3.26	.019 Ud.	.00	.00
	%	Costes Directos Complementarios	.02%	671.20	13.42

Precio Total coste de materiales: 684,62€

7.2 Presupuesto Final

<i>N.º ACT</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>IMPORTE (€)</i>
01	Ud.	Mano de obra	1 Ud.	4039.20
02	Ud.	Materiales	1 Ud.	684.62

Precio Base: 4.723.82€

PRECIO BASE..... 4.723,82€

Costes Indirectos (1%).....47,23€

PEM..... 4.771,05€

Gastos Generales (13%).....620,24€

Beneficio Industrial (6%)..... 286,26€

PEC.....5.677.55€

IVA (21%).....1.192,29€

PRECIO TOTAL FINAL.....6.869,84€

8. Bibliografía

- Agost, M. J., Vergara, M., & Bayarri, V. (2021). The Use of New Presentation Technologies in Electronic Sales Environments and Their Influence on Product Perception. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12765 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78321-1_1
- Ant Ozok, A., & Komlodi, A. (2009). Better in 3D? an empirical investigation of user satisfaction and preferences concerning two-dimensional and three-dimensional product representations in business-to-consumer e-commerce. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 25(4). <https://doi.org/10.1080/10447310802546724>
- Arbeláez, J. C., & Osorio-Gómez, G. (2018). Crowdsourcing Augmented Reality Environment (CARE) for aesthetic evaluation of products in conceptual stage. *Computers in Industry*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.028>
- Artacho-Ramírez, M. A., Diego-Mas, J. A., & Alcaide-Marzal, J. (2008). Influence of the mode of graphical representation on the perception of product aesthetic and emotional features: An exploratory study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(11–12). <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.02.020>
- Berni, A., & Borgianni, Y. (2020). Applications of virtual reality in engineering and product design: Why, what, how, when and where. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/electronics9071064>
- Berni, A., Maccioni, L., & Borgianni, Y. (2020). Observing pictures and videos of creative products: An eye tracking study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/app10041480>
- Bordegoni, M. (2011). Product Virtualization: An Effective Method for the Evaluation of Concept Design of New Products. In *Innovation in Product Design*. https://doi.org/10.1007/978-0-85729-775-4_7
- Borgianni, Y., Maccioni, L., Dignös, A., & Basso, D. (2022). A Framework to Evaluate Areas of Interest for Sustainable Products and Designs. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14137931>
- Buker, T., Endress, F., Miehling, J., & Wartzack, S. (2022). The Interplay of Subjective Quality Evaluation, Prototyping Technologies and the User's Technology Acceptance. *Proceedings of the Design Society*, 2. <https://doi.org/10.1017/pds.2022.210>
- Buscher, G., Van Elst, L., & Dengel, A. (2009). Segment-level display time as implicit feedback: A comparison to eye tracking. *Proceedings - 32nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, SIGIR 2009*. <https://doi.org/10.1145/1571941.1571955>

- Canuto da Silva, G., & Kaminski, P. C. (2016). Selection of virtual and physical prototypes in the product development process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(5–8). <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7762-2>
- Cascini, G., O'Hare, J., Dekoninck, E., Becattini, N., Boujut, J. F., Ben Guefrache, F., Carli, I., Caruso, G., Giunta, L., & Morosi, F. (2020). Exploring the use of AR technology for co-creative product and packaging design. *Computers in Industry*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103308>
- Cecil, J., & Kanchanapiboon, A. (2007). Virtual engineering approaches in product and process design. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 31(9–10). <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0267-7>
- Chen, Y. (2018). Neurological effect of the aesthetics of product design on the decision-making process of consumers. *NeuroQuantology*, 16(6). <https://doi.org/10.14704/nq.2018.16.6.1675>
- Cheng, Z. Q., Liu, Y., Wu, X., & Hua, X. S. (2016). Video eCommerce: Towards online video advertising. *MM 2016 - Proceedings of the 2016 ACM Multimedia Conference*, 1365–1374. <https://doi.org/10.1145/2964284.2964326>
- Claypool, M., Le, P., Wased, M., & Brown, D. (2001). Implicit interest indicators. *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*. <https://doi.org/10.1145/359784.359836>
- Coutts, E. R., Wodehouse, A., & Robertson, J. (2019). A comparison of contemporary prototyping methods. *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED, 2019-August*. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.137>
- De Crescenzo, F., Bagassi, S., Asfaux, S., & Lawson, N. (2019). Human centred design and evaluation of cabin interiors for business jet aircraft in virtual reality. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(2). <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00565-8>
- Desmet, P. M. A., Ortíz Nicolás, J. C., & Schoormans, J. P. (2008). Product personality in physical interaction. *Design Studies*, 29(5). <https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.06.003>
- Duchowski, A. T. (2017). Eye Tracking Methodology. In *Eye Tracking Methodology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57883-5>
- Erdfelder, E., FAul, F., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4). <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Favela Herrera, M. K. I., Escobedo Portillo, M. T., Romero López, R., & Hernández Gómez, J. A. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización. *Revista Lasallista de Investigación*. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Felip, F., Galán, J., García-García, C., & Mulet, E. (2020). Influence of presentation means on industrial product evaluations with potential users: a first study by comparing tangible virtual reality and

- presenting a product in a real setting. *Virtual Reality*, 24(3). <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00406-9>
- Felip, F., Mulet, E., Galán, J., & Remolar, I. (2019). Analysing observer preferences when presenting a product in a rendered scene: 2D vs. autostereoscopic 3D displays. *Behaviour and Information Technology*, 38(8). <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1554091>
- Forbes, T., Kinnell, P., & Goh, M. (2018). A study into the influence of visual prototyping methods and immersive technologies on the perception of abstract product properties. *Proceedings of NordDesign: Design in the Era of Digitalization, NordDesign 2018*.
- Galán, J., Felip, F., García-García, C., & Contero, M. (2021). The influence of haptics when assessing household products presented in different means: A comparative study in real setting, flat display, and virtual reality environments with and without passive haptics. *Journal of Computational Design and Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa081>
- Galán, J., García-García, C., Felip, F., & Contero, M. (2021). Does a presentation media influence the evaluation of consumer products? A comparative study to evaluate virtual reality, virtual reality with passive haptics and a real setting. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 6(6). <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.01.001>
- Groen, M., & Noyes, J. (2010). Using eye tracking to evaluate usability of user interfaces: Is it warranted? *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 11(PART 1). <https://doi.org/10.3182/20100831-4-fr-2021.00086>
- Hannah, R., Joshi, S., & Summers, J. D. (2012). A user study of interpretability of engineering design representations. *Journal of Engineering Design*, 23(6). <https://doi.org/10.1080/09544828.2011.615302>
- Hassenzahl, M. (2010). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 3(1). <https://doi.org/10.2200/s00261ed1v01y201003hci008>
- Heineken, E., & Schulte, F. P. (2007). Seeing size and feeling weight: The size-weight illusion in natural and virtual reality. *Human Factors*, 49(1). <https://doi.org/10.1518/001872007779598028>
- Hessels, R. S., Kemner, C., van den Boomen, C., & Hooge, I. T. C. (2016). The area-of-interest problem in eyetracking research: A noise-robust solution for face and sparse stimuli. *Behavior Research Methods*, 48(4). <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0676-y>
- Hsu, C. C., Fann, S. C., & Chuang, M. C. (2017). Relationship between eye fixation patterns and Kansei evaluation of 3D chair forms. *Displays*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2017.09.002>
- Jalil, N. A. A., Fikry, A., & Zainuddin, A. (2016). The Impact of Store Atmospherics, Perceived Value, and Customer Satisfaction on Behavioural Intention. *Procedia Economics and Finance*, 37. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)30162-9](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)30162-9)

- Jeong, S. W., Fiore, A. M., Niehm, L. S., & Lorenz, F. O. (2009). The role of experiential value in online shopping: The impacts of product presentation on consumer responses towards an apparel web site. *Internet Research*, 19(1). <https://doi.org/10.1108/10662240910927858>
- Jiang, Z., & Benbasat, I. (2007). Investigating the influence of the functional mechanisms of online product presentations. *Information Systems Research*, 18(4). <https://doi.org/10.1287/isre.1070.0124>
- Jordan, P. W. (1998). Human factors for pleasure in product use. *Applied Ergonomics*, 29(1). [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(97\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(97)00022-7)
- Jordan, P. W. (2002). Designing pleasurable products- An induction to new human factors.pdf. In *Design Issues* (Vol. 18, Issue 1).
- Khalighy, S., Green, G., Scheepers, C., & Whittet, C. (2015). Quantifying the qualities of aesthetics in product design using eye-tracking technology. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.011>
- Lanier, J. (1992). Virtual Reality: The Promise of the Future. *Interactive Learning International*, 8(June).
- Li, H., Daugherty, T., & Biocca, F. (2002). Impact of 3-D advertising on product knowledge, brand attitude, and purchase intention: The mediating role of presence. *Journal of Advertising*, 31(3). <https://doi.org/10.1080/00913367.2002.10673675>
- liu, S. (2017). The Effect of On-line Product Presentation : A Comparative Study between 3D and General Product Presentation. *Journal of Industrial Distribution & Business*, 8(5). <https://doi.org/10.13106/ijidb.2017.vol8.no5.15>
- Markovitch, S., & Willmott, P. (2014). Accelerating the digitization of business processes. *McKinsey & Company*.
- Martínez-Navarro, J., Bigné, E., Guixeres, J., Alcañiz, M., & Torrecilla, C. (2019). The influence of virtual reality in e-commerce. *Journal of Business Research*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.054>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). Taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12).
- Naderi, E., Naderi, I., & Balakrishnan, B. (2020). Product design matters, but is it enough? Consumers' responses to product design and environment congruence. *Journal of Product and Brand Management*, 29(7). <https://doi.org/10.1108/JPBM-08-2018-1975>
- Nagamachi, M. (1995). Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(1). [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(94\)00052-5](https://doi.org/10.1016/0169-8141(94)00052-5)
- Osgood, C. E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, 49(3). <https://doi.org/10.1037/h0055737>

- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K. H. (2007). Engineering design: A systematic approach. In *Engineering Design: A Systematic Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-319-2>
- Palacios, A., Ochando, F., Camba, J., & Contero, M. (2022). The influence of the visualization modality on consumer perception: A case study on household products. *Human Factors in Communication of Design*, 49. <https://doi.org/10.54941/ahfe1002050>
- Palacios-Ibáñez, A., Alonso-García, M., Contero, M., & Camba, J. D. (2023). The Influence of Hand Tracking and Haptic Feedback for Virtual Prototype Evaluation in the Product Design Process. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 145(4). <https://doi.org/10.1115/1.4055952>
- Palacios-Ibáñez, A., Navarro-Martínez, R., Blasco-Esteban, J., Contero, M., & Camba, J. D. (2023). On the application of extended reality technologies for the evaluation of product characteristics during the initial stages of the product development process. *Computers in Industry*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103780>
- Park, J., Choi, J., Kim, H., & Kwon, H. J. (2019). The influence of media type and length of time delay on user attitude: Effects of product-focused virtual reality. *Computers in Human Behavior*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.054>
- Peck, J., & Wiggins, J. (2006). It Just Feels Good: Customers' Affective Response to Touch and Its Influence on Persuasion. *Journal of Marketing*, 70(4). <https://doi.org/10.1509/jmkg.70.4.056>
- Rojas, J. C., Contero, M., Bartomeu, N., & Guixeres, J. (2015). Using Combined Bipolar Semantic Scales and Eye-Tracking Metrics to Compare Consumer Perception of Real and Virtual Bottles. *Packaging Technology and Science*, 28(12). <https://doi.org/10.1002/pts.2178>
- Russo, J. E. (1978). Eye Fixations Can Save the World: a Critical Evaluation and a Comparison Between Eye Fixations and Other Information Processing Methodologies. *Advances in Consumer Research*, 05.
- Schaaf, J. C., & Thompson, F. L. (1997). System concept development with virtual prototyping. *Winter Simulation Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/268437.268688>
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3). <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Sheliga, B. M., Riggio, L., & Rizzolatti, G. (1994). Orienting of attention and eye movements. *Experimental Brain Research*, 98(3). <https://doi.org/10.1007/BF00233988>
- Söderman, M. (2005). Virtual reality in product evaluations with potential customers: An exploratory study comparing virtual reality with conventional product representations. *Journal of Engineering Design*, 16(3). <https://doi.org/10.1080/09544820500128967>
- Song, H., Chen, F., Peng, Q., Zhang, J., & Gu, P. (2018). Improvement of user experience using virtual reality in open-architecture product design. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 232(13). <https://doi.org/10.1177/0954405417711736>

- Steinmann, S., Kilian, T., & Brylla, D. (2014). Experiencing products virtually: The role of vividness and interactivity in influencing mental imagery and user reactions. *35th International Conference on Information Systems "Building a Better World Through Information Systems", ICIS 2014*.
- Sutherland. (1968). *Head-mounted three dimensional display*. 33(pt 1).
<https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>
- Tiainen, T., Ellman, A., & Kaapu, T. (2014). Virtual prototypes reveal more development ideas: comparison between customers' evaluation of virtual and physical prototypes. *Virtual and Physical Prototyping*, 9(3). <https://doi.org/10.1080/17452759.2014.934573>
- Unal, S. (2017). The Mediating Role of Product Familiarity in Consumer Animosity. *Journal of Accounting & Marketing*, 06(04). <https://doi.org/10.4172/2168-9601.1000257>
- van Kleef, E., van Trijp, H. C. M., & Luning, P. (2005). Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference*, 16(3). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.05.012>
- Voßkühler, A., Nordmeier, V., Kuchinke, L., & Jacobs, A. M. (2008). OGAMA (Open Gaze and Mouse Analyzer): Open-source software designed to analyze eye and mouse movements in slideshow study designs. *Behavior Research Methods*, 40(4). <https://doi.org/10.3758/BRM.40.4.1150>
- Wang, G. G. (2002). Definition and review of virtual prototyping. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 2(3). <https://doi.org/10.1115/1.1526508>
- Wegner, S., Lohmeyer, Q., Wahlen, D., Neumann, S., Groebli, J. C., & Meboldt, M. (2020). Value of eye-tracking data for classification of information processing-intensive handling tasks: Quasi-experimental study on cognition and user interface design. *JMIR Human Factors*, 7(2).
<https://doi.org/10.2196/15581>
- Wolford, L. (2006). Avant-Garde Performance: Live Events and Electronic Technologies (review). *Modern Drama*, 49(2). <https://doi.org/10.1353/mdr.2006.0072>
- Wu, Y., Cheng, J., & Kang, X. (2016). Study of smart watch interface usability evaluation based on eye-tracking. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9748. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40406-6_10
- Yang, X., Lin, L., Cheng, P. Y., Yang, X., Ren, Y., & Huang, Y. M. (2018). Examining creativity through a virtual reality support system. *Educational Technology Research and Development*, 66(5).
<https://doi.org/10.1007/s11423-018-9604-z>
- Yoo, J., & Kim, M. (2014). The effects of online product presentation on consumer responses: A mental imagery perspective. *Journal of Business Research*, 67(11).
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.03.006>

Young, M., Soza-Parra, J., & Circella, G. (2022). The increase in online shopping during COVID-19: Who is responsible, will it last, and what does it mean for cities? *Regional Science Policy and Practice*, 14(S1). <https://doi.org/10.1111/rsp3.12514>

9. Anexos

9.1 ANEXO A: Cuestionarios

9.1.1 Cuestionario para la colección de adjetivos

The image shows a Google Forms questionnaire titled "Diferenciales Semánticos TFG 2023". The form is divided into several sections, each featuring a different gaming controller and a text prompt: "Describe este objeto con 3 adjetivos por favor *".

The controllers shown are:

- A red PlayStation 4 DualShock 4 controller.
- A black PlayStation Move motion controller with a blue light bar.
- A black PlayStation Vita handheld console.
- A white Xbox One wireless controller.
- A grey RetroBit wired controller with a joystick and multiple colored buttons.
- A white Nintendo DSi handheld console.
- A blue and red Nintendo Switch Joy-Con controller.

Each section includes a "Tu respuesta" label and a text input field for the user's response. The form also contains instructions at the top: "Para cada objeto que veas debes escribir mínimo 3 adjetivos cualesquiera (color, forma, diseño, peso, tamaño, experiencias, etc...) por favor (puedes escribir menos si no se te ocurren más). Puedes repetir adjetivos. Gracias!" and a note: "* indica que la pregunta es obligatoria".

Figura A.1: Cuestionario de Google Forms para la colección de adjetivos

9.1.2 Cuestionario 2D para la evaluación de los controladores PS1 y PS5

2D Diferenciales Semánticos TFG

santiagocastellet21@gmail.com [Cambiar de cuenta](#) 

 No compartido

PS_Controller

PS1

PS5

Código Sujeto

Tu respuesta _____

Valoración del producto

0 1 2 3 4 5 6

Pesado Ligero

Confianza de la respuesta

0 1 2 3 4 5 6

Poco seguro/a Muy seguro/a

Figura A.2: Ejemplo del cuestionario de evaluación en el experimento 2D para las escenas individuales: controlador PS1 y PS5

9.1.3 Cuestionario 2D para la escena general

Escena general 2D

santiagocastellet21@gmail.com [Cambiar de cuenta](#) 

 No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Código Sujeto

Tu respuesta _____

Ordena los objetos de menos a más según tu gusto. Utiliza los números para ordenarlo. *

1	2	3	4	5	6	7
						

Tu respuesta _____

[Enviar](#) [Borrar formulario](#)

Figura A.3: Cuestionario de evaluación 2D de la escena conjunta

9.1.4 Prueba de Presencia en el EV

IPQ (test de presencia)

Pregunta 1 de 14

¿Qué tan consciente eras del mundo real que te rodea mientras navegabas en el mundo virtual? (por ejemplo, sonidos, temperatura de la habitación, otras personas, etc)?

-3 -2 -1 0 1 2 3

Extremadamente consciente No muy consciente

Borrar

Figura A.4a: Ejemplo de pregunta de la prueba de presencia en el experimento de RV

IPQ (test de presencia)

Pregunta 10 de 14

Sentí que estaba presente en el espacio virtual.

-3 -2 -1 0 1 2 3

Muy en desacuerdo Muy de acuerdo

Borrar

Figura A.4b: Ejemplo de pregunta de la prueba de presencia en el experimento de RV

9.2 ANEXO B: Anuncios para la captación de sujetos

Hola:

Durante las próximas semanas estaremos haciendo unas pruebas experimentales con tecnología de realidad virtual y eye-tracking . Si estás interesado en participar, contacta con Santiago Castellet en el correo electrónico sancasla@etsii.upv.es para concertar el horario en el que deseas hacer el experimento. El experimento dura 20 minutos.

Saludos, Manuel

Figura B.1: Anuncio en PoliformaT de Manuel Roberto Contero González



EXPERIMENTO DE REALIDAD VIRTUAL

Esta semana estaré realizando un experimento con Realidad Virtual en la UPV para mi TFG y necesito a varias personas más para acabarlo.

Dura 20 min y es una experiencia bastante interesante!!

Me adapto al horario que os venga mejor de lunes a viernes mañanas y tardes.

Si te interesa, contáctame.

Graciass!!

Contacto
Santi: Tlf. 603814698

Figura B.2: Anuncio en redes sociales del experimento

9.3 ANEXO C: Modelado de las piezas de los controladores

9.3.1 Botones zona central

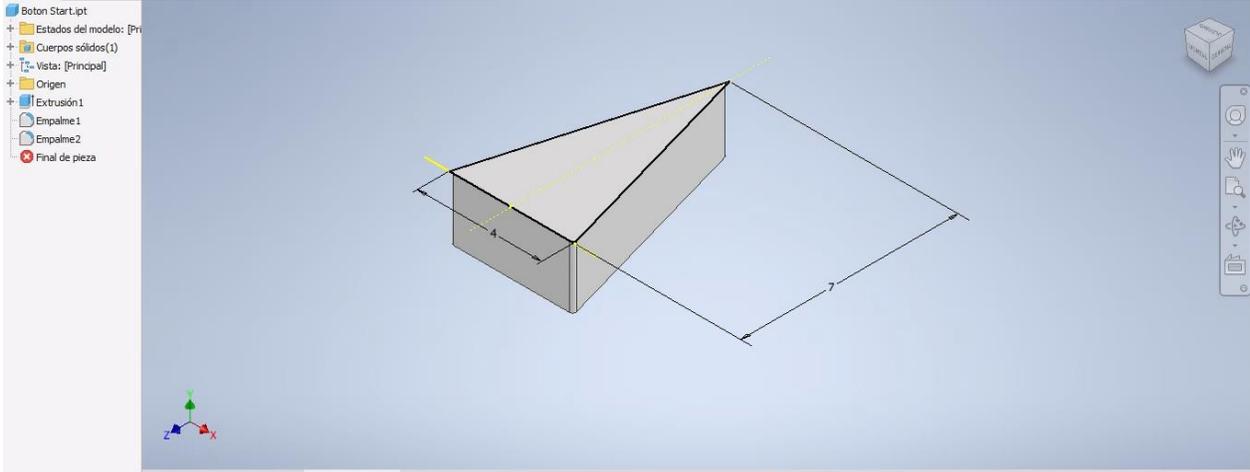


Figura C.1: Botón Start

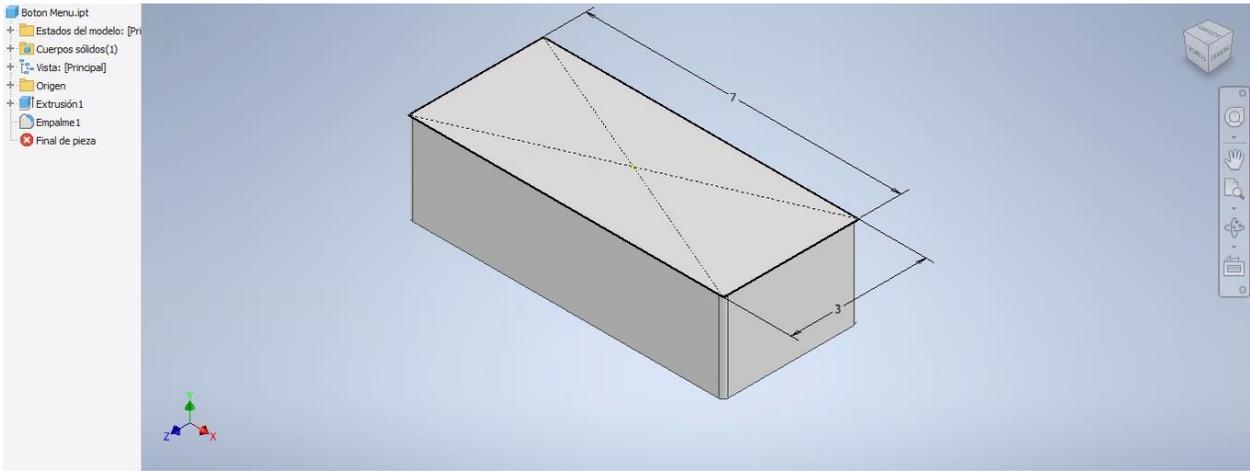


Figura C.2: Botón Menu

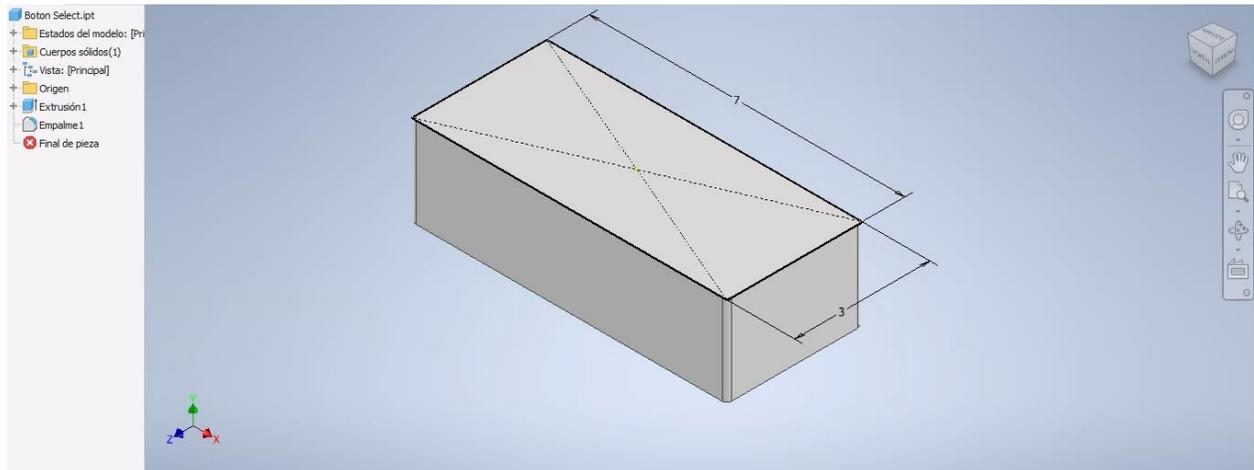


Figura C.3: Botón Select

9.3.2 Botones izquierdos

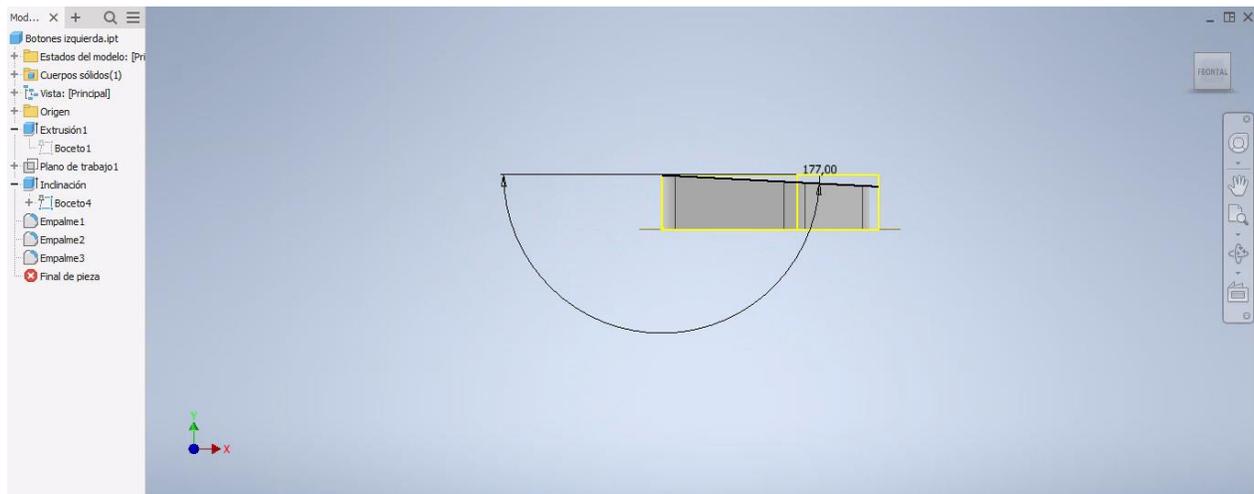


Figura C.4: Botones izquierdos

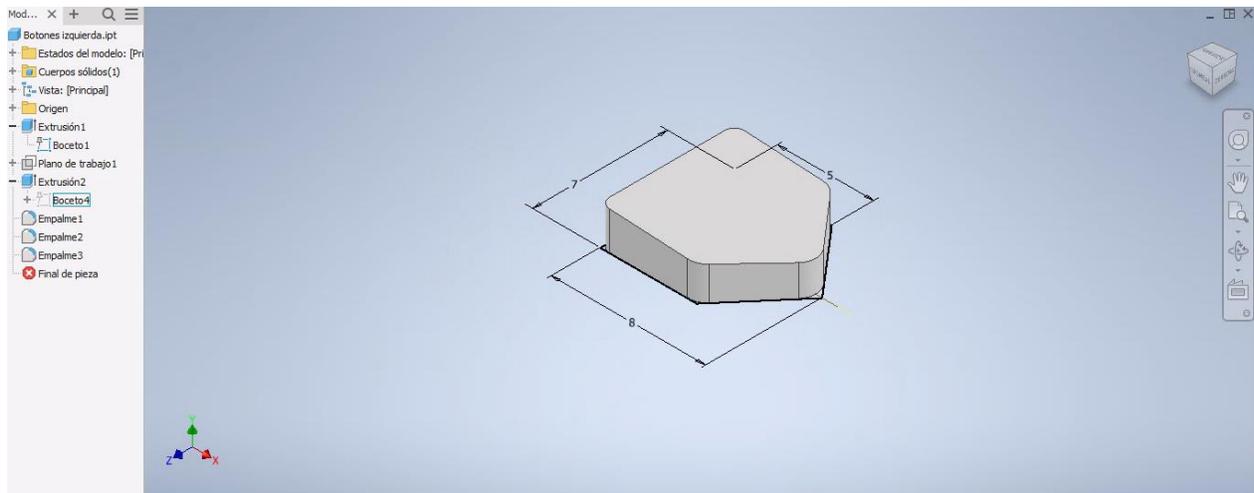


Figura C.5: Botones izquierdos

9.3.3 Botones derechos



Figura C.6: Botones derechos

9.3.4 Gatillos traseros

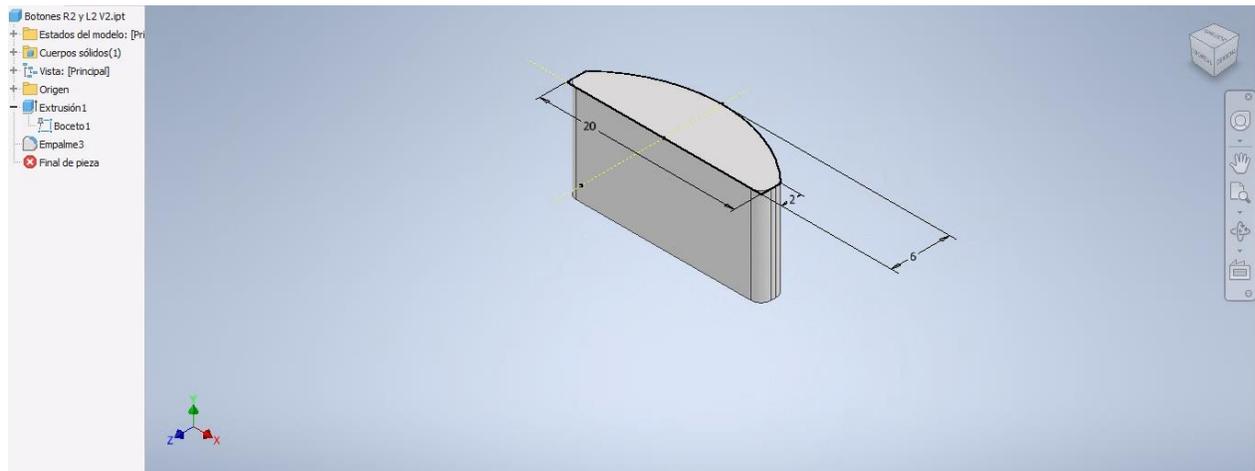


Figura C.7: Gatillos R2 y L2

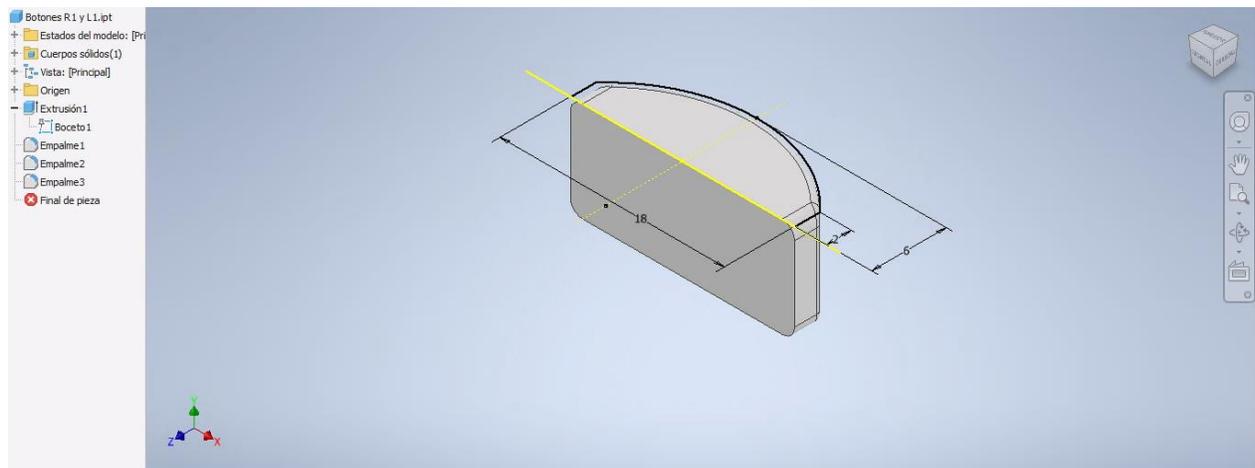


Figura C.8: Gatillos R1 y L1

9.3.5 Joysticks

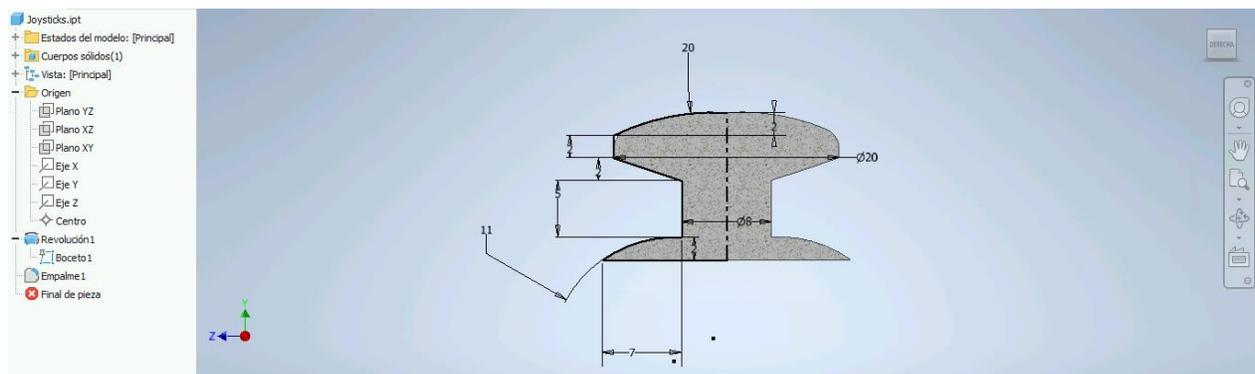


Figura C.9: Boceto Joysticks

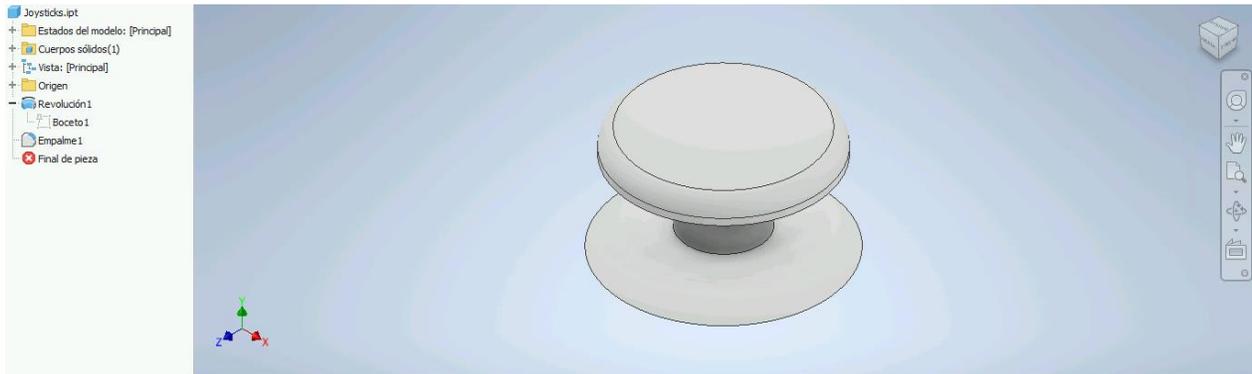


Figura C.10: 3D Joysticks

9.3.5 Estructura general

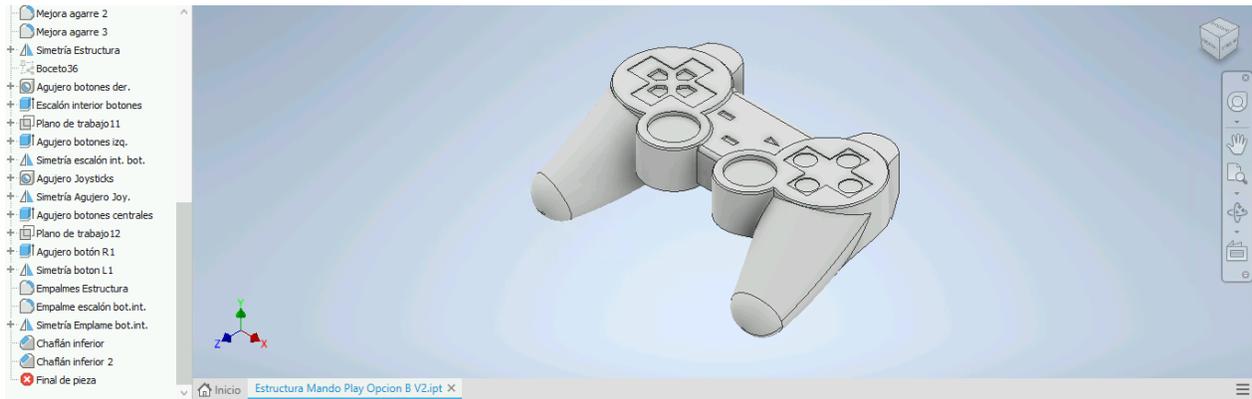


Figura C.11: Vista isométrica de la estructura general

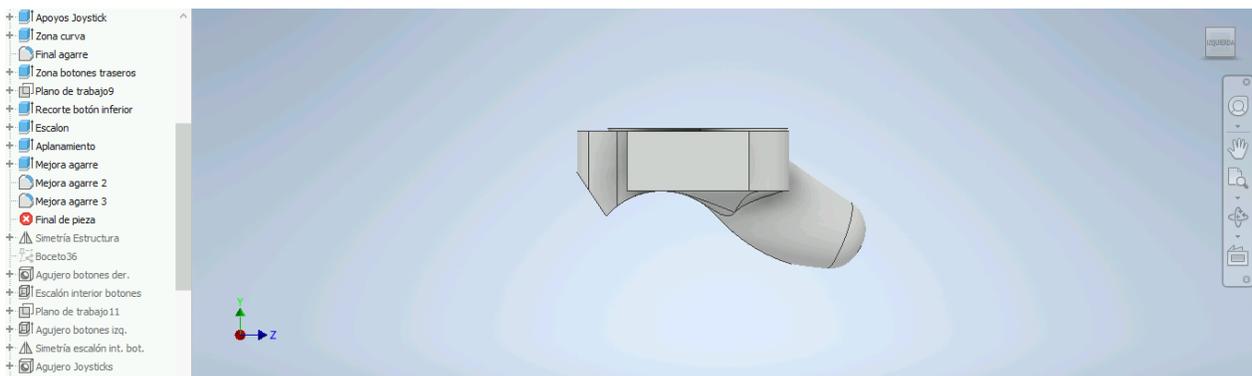


Figura C.12: Vista lateral izquierda estructura

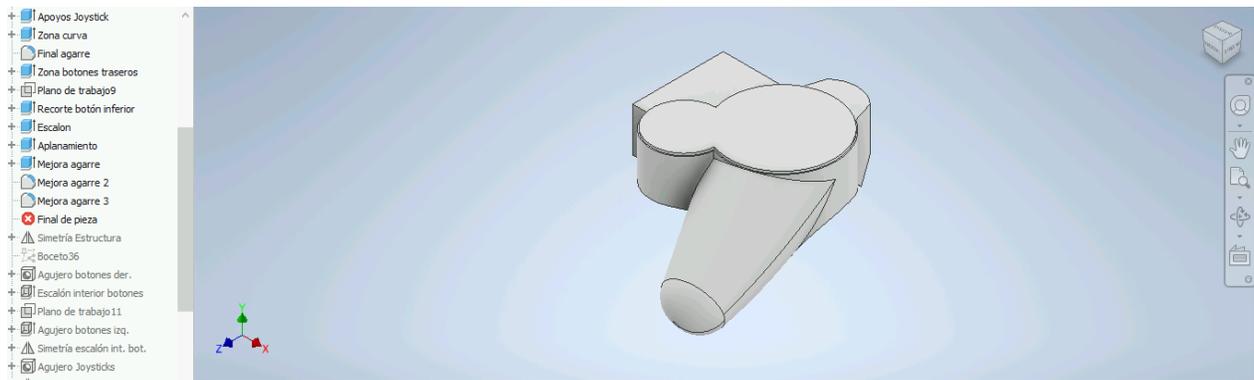


Figura C.13: Vista isométrica de la estructura sin empalmes ni agujeros

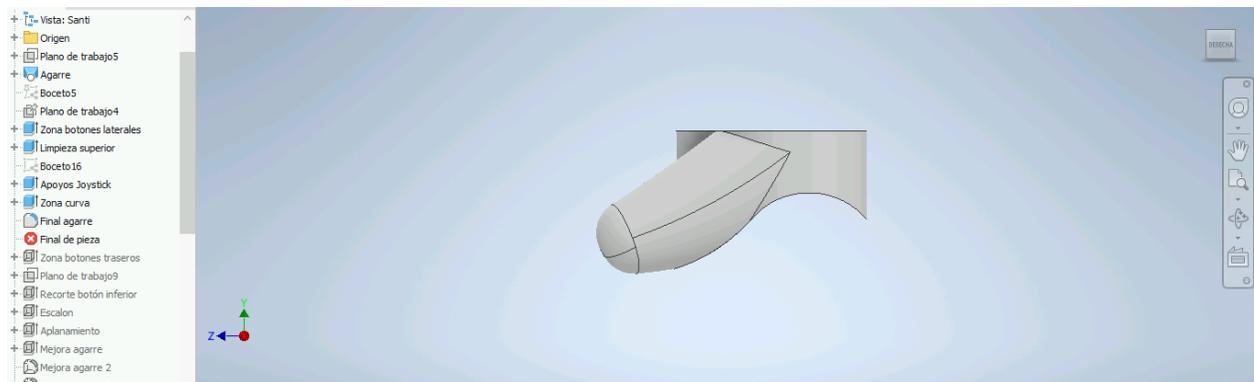


Figura C.14: Vista lateral derecha de la estructura general

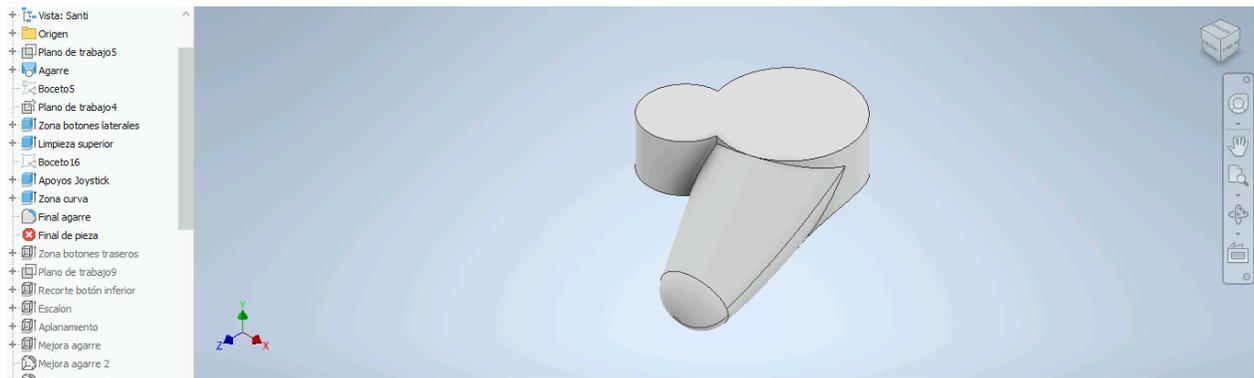


Figura C.15: Vista isométrica sin zona trasera ni zona central

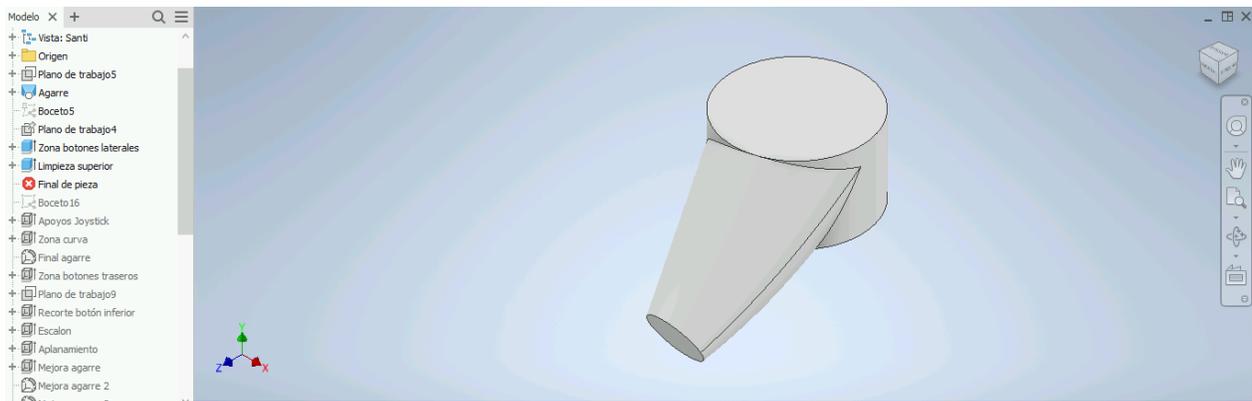


Figura C.16: Vista isométrica con agarres y zona botones

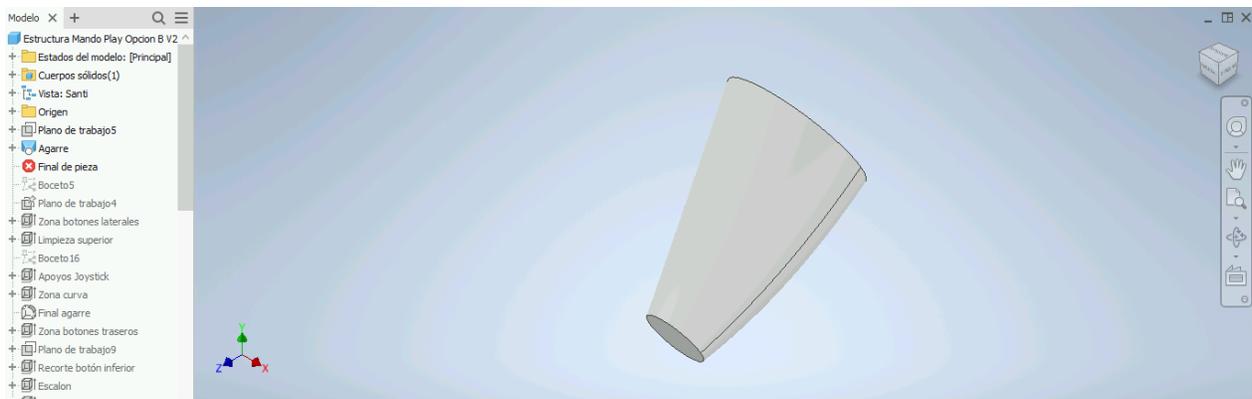


Figura C.17: Vista isométrica con agarre

9.4 ANEXO D: Resultados estadísticos

9.4.1 Escena general

9.4.1.1 Evaluación

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
N	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	.481	-.704	.296	-1.30	.407	.259	.556
MEDIANA	1	-1	0	-1	1	0	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	2.12	1.77	2.28	1.54	1.76	2.03	1.87

Tabla D1: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación de los productos de la escena general 2D

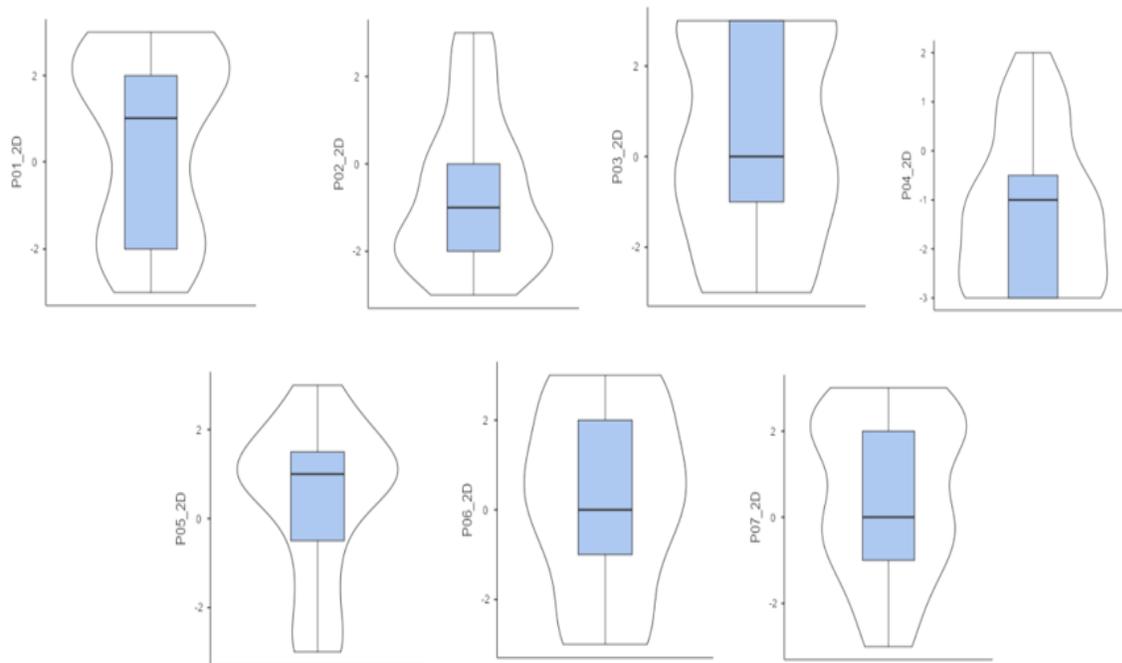


Figura D1: Gráficos descriptivos de la evaluación en 2D de la escena general

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
N	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	.630	-1.04	.333	-1.30	.593	.296	.481
MEDIANA	1	-1	1	-2	1	0	1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.52	1.56	2.60	1.44	1.67	2.00	2.15

Tabla D2: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación de los productos de la escena general en VR

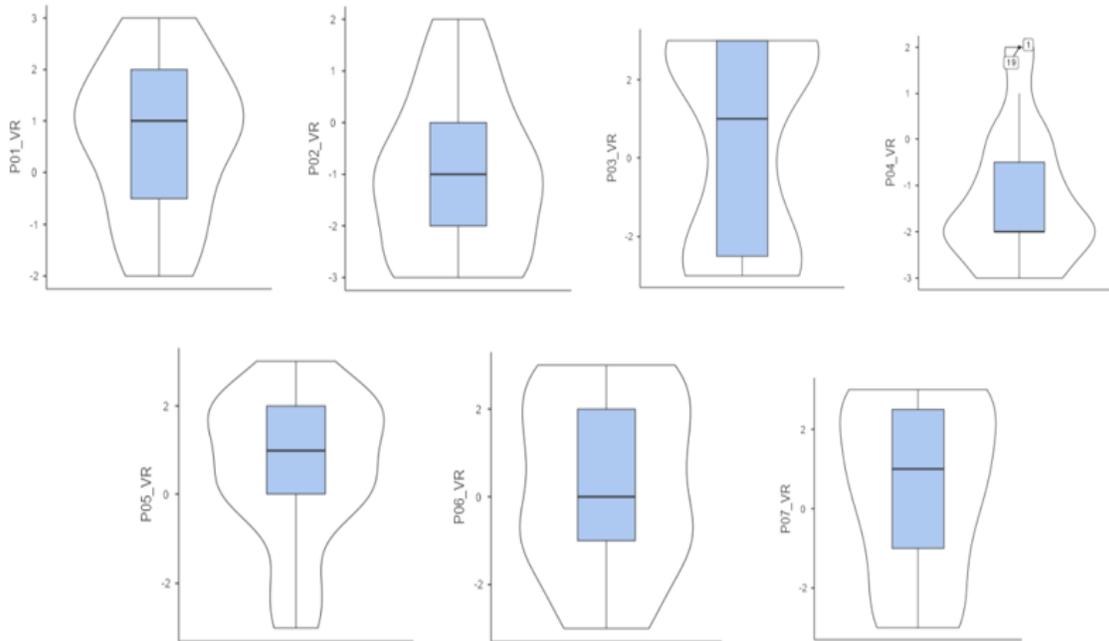


Figura D2: Gráficos descriptivos evaluación de los productos en RV de la escena general

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
N	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.861	.898	.861	.885	.889	.918	.910
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.002	.012	.002	.006	.008	.035	.023

Tabla D3: Prueba de Normalidad 2D para la evaluación de la escena general

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
N	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.930	.916	.790	.879	.904	.920	.889
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.070	.032	< .001	.004	.017	.039	.008

Tabla D4: Prueba de Normalidad RV para la evaluación de la escena general

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
P01	W de Wilcoxon	81.500	.827	.065
P02	W de Wilcoxon	72.000	.347	-.242
P03	W de Wilcoxon	72.500	.834	.066
P04	W de Wilcoxon	75.000	.961	-.019
P05	W de Wilcoxon	124.000	.475	.181
P06	W de Wilcoxon	69.500	.958	.022
P07	W de Wilcoxon	84.500	.678	-.110

Tabla D5: Prueba de Wilcoxon para la evaluación general de la escena conjunta entre RV y 2D

9.4.1.2 AOI

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	11.700	9.870	20.800	11.400	10.300	15.600	7.200	13.200
MEDIANA	12.500	10.400	22.100	12.200	9.000	14.600	7.870	9.080
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	4.530	3.600	7.940	4.730	3.400	5.220	3.810	11.50

Tabla D6: Estadísticos descriptivos del TP sobre las AOI para la escena general en 2D

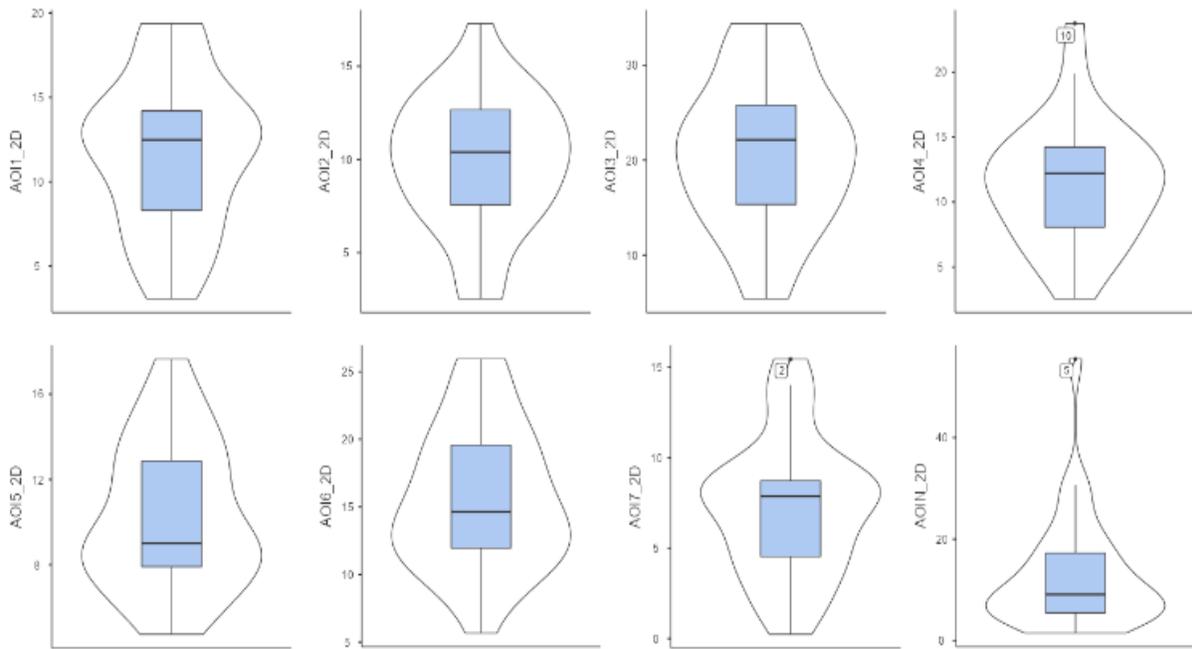


Figura D3: Gráficos descriptivos del TP para las AOI de la escena general en 2D

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8
N	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	13.30	8.89	19.30	11.50	14.40	14.10	15.00	3.47
MEDIANA	13.00	8.86	18.80	11.10	14.90	13.30	13.10	2.82
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	4.84	3.63	5.29	4.31	4.61	7.83	7.42	2.99

Tabla D7: Estadísticos descriptivos del TP sobre las AOI para la escena general en RV

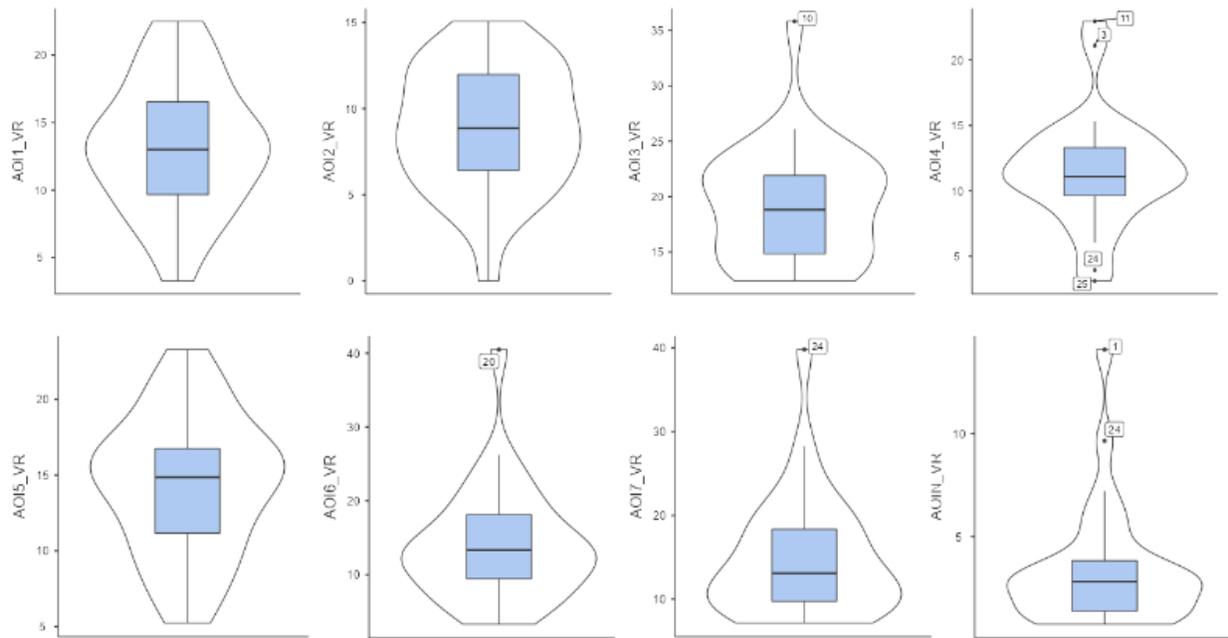


Figura D4: Gráficos descriptivos del TP para las AOI de la escena general en RV

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8
N	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.966	.975	.976	.975	.960	.969	.972	.781
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.501	.736	.751	.742	.362	.572	.658	< .001

Tabla D8: Prueba de Normalidad para las AOI y TP de la escena general en 2D

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8
N	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.986	.975	.908	.943	.983	.893	.855	.773
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.962	.741	.021	.147	.919	.009	.001	< .001

Tabla D9: Prueba de Normalidad para las AOI y TP de la escena conjunta en RV

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
AOI1_VR	W de Wilcoxon	243.000	.202	.285
AOI2_VR	W de Wilcoxon	146.000	.313	-.227
AOI3_VR	W de Wilcoxon	147.000	.324	-.222
AOI4_VR	W de Wilcoxon	201.000	.786	.063
AOI5_VR	W de Wilcoxon	337.000	< .001	.783
AOI6_VR	W de Wilcoxon	149.000	.348	-.211
AOI7_VR	W de Wilcoxon	374.000	< .001	.978
AOIN_VR	W de Wilcoxon	11.000	< .001	-.941

Tabla D10: Prueba de Wilcoxon para las AOI y TP en la escena general

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
AOI1	T de Student	1.292	.208	.248
AOI2	T de Student	-1.175	.251	-.226
AOI3	T de Student	-.911	.371	-.175
AOI4	T de Student	.123	.903	.023
AOI5	T de Student	4.474	< .001	.861
AOI6	T de Student	-.819	.420	-.157
AOI7	T de Student	5.356	< .001	1.030
AOIN	T de Student	-4.578	< .001	-.881

Tabla D11: Prueba T Student para las AOI y TP en la escena general

9.4.1.3 Confianza de la respuesta

	CONF_VR	CONF_2D
N	27	27
MEDIA	2.26	2.22
MEDIANA	2	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	.656	.641

Tabla D12: Estadísticos descriptivos sobre la confianza de la respuesta 2D y VR para la escena general

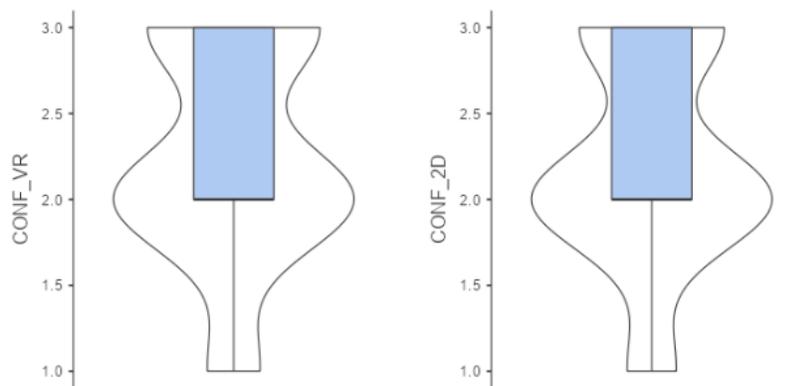


Figura D5: Gráficos descriptivos para la confianza de la respuesta para la escena general en 2D y VR

	CONF_VR	CONF_2D
N	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.782	.780
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	< .001	< .001

Tabla D13: Prueba de Normalidad para la confianza de la respuesta en la escena general en 2D y VR

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
CONF_VR	CONF_2D	W de Wilcoxon	49.000 ^a	.812
				.077

Tabla D14: Prueba de Wilcoxon para la confianza de la respuesta para la escena general en 2D y VR

9.4.2 Controlador PS1

9.4.2.1 Evaluación mediante DS

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	.481	.630	-.333	1.00	.593	1.81	-.481	.481	.037	1.04	.259	1.22
MEDIANA	1	1	-1	1	1	2	0	1	0	1	1	1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.34	1.42	1.47	1.30	1.22	1.27	1.45	1.48	1.60	1.56	1.38	1.50

Tabla D15: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación mediante DS en 2D para PS1

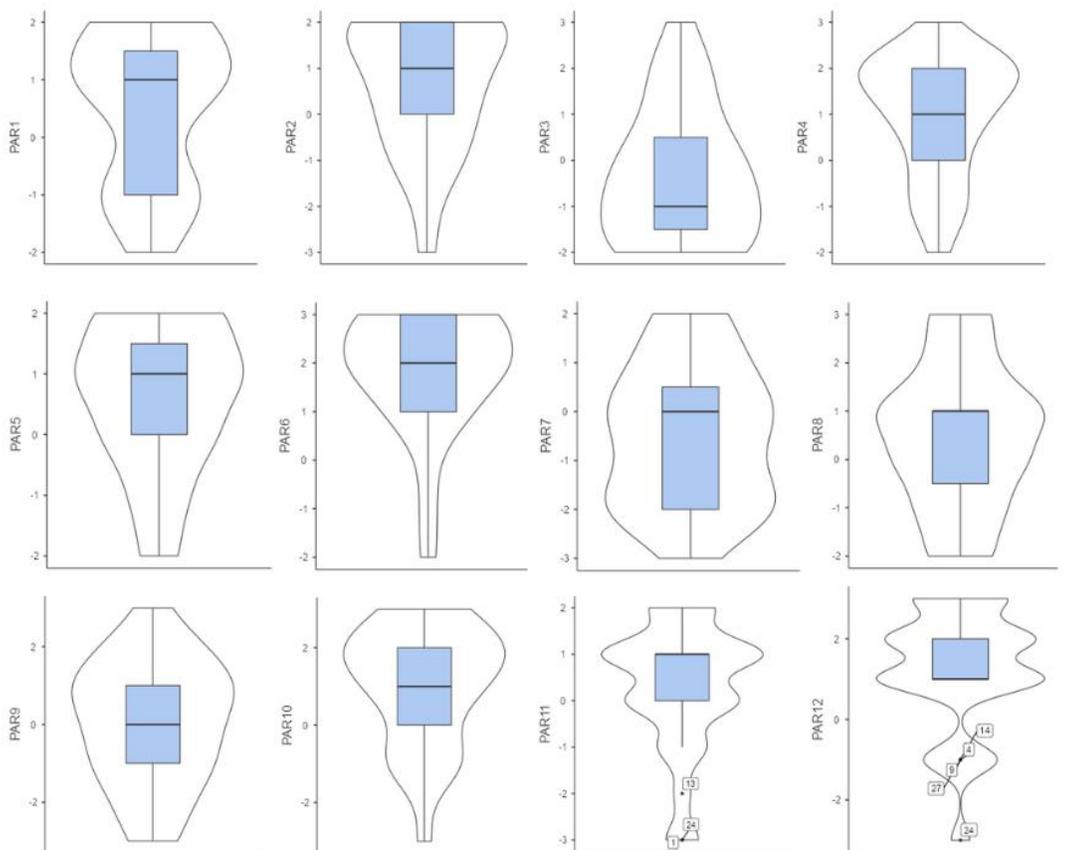


Figura D6: Gráficos descriptivos para la evaluación mediante DS en 2D para el controlador de la PS1

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	1.19	.889	.222	1.22	.704	2.11	-.556	.630	-.148	1.15	.259	1.70
MEDIANA	2	2	1	1	1	2	-1	1	0	2	0	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.47	1.48	1.91	1.34	1.56	.847	1.55	1.76	1.70	1.51	1.51	1.51

Tabla D16: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación mediante DS en RV para PS1

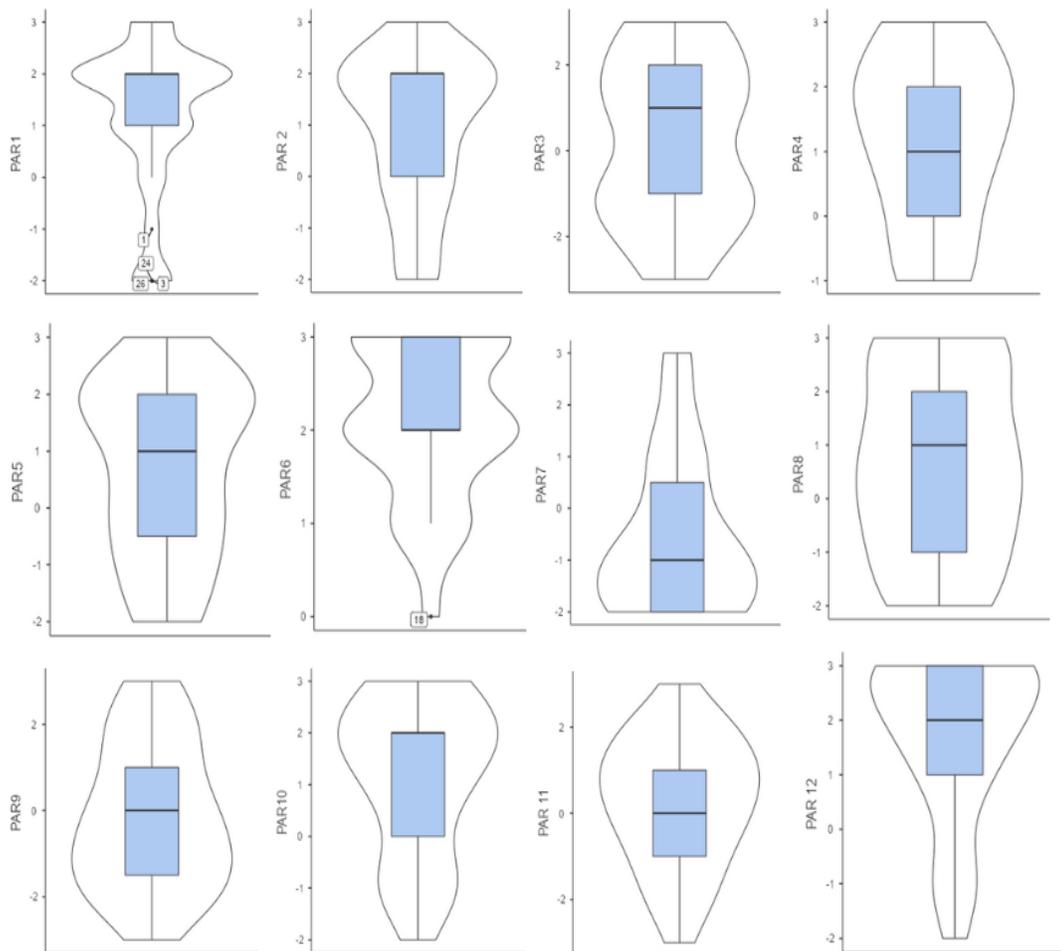


Figura D7: Gráficos descriptivos para la evaluación mediante DS en RV para el controlador de la PS1

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.845	.860	.897	.854	.885	.814	.915	.938	.950	.892	.875	.863
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	< .001	.002	.011	.001	.006	< .001	.029	.107	.215	.009	.004	.002

Tabla D17: Prueba de Normalidad de la evaluación mediante DS para PS1 en 2D

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.824	.829	.911	.898	.891	.835	.827	.905	.930	.885	.949	.809
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	< .001	< .001	.024	.012	.008	< .001	< .001	.018	.069	.006	.204	< .001

Tabla D18: Prueba de Normalidad de la evaluación mediante DS para PS1 en RV

	ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO	
PAR1	W de Wilcoxon	141.500	0	.655
PAR2	W de Wilcoxon	84.000	.417	.235
PAR3	W de Wilcoxon	188.000	.280	.253
PAR4	W de Wilcoxon	87.000	.319	.279
PAR5	W de Wilcoxon	92.000	.784	.076
PAR6	W de Wilcoxon	85.000	.148	.416
PAR7	W de Wilcoxon	80.000	.815	-.064
PAR8	W de Wilcoxon	135.000	.500	.168
PAR9	W de Wilcoxon	56.500	.338	-.261
PAR10	W de Wilcoxon	108.000	.609	.136
PAR11	W de Wilcoxon	112.500	.928	-.026
PAR12	W de Wilcoxon	82.500	.056	.571

Tabla D19: Prueba de Wilcoxon para la evaluación mediante DS entre RV y 2D para PS1

9.4.2.2 AOI

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	5.58	6.85	7.04	6.73	5.77	4.67	6.99	6.88	13.80	7.54	28.20
MEDIANA	5.89	7.55	7.05	6.58	5.52	4.29	6.82	6.50	11.90	7.52	26.50
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	3.42	3.92	3.26	2.72	3.28	2.32	3.47	3.01	7.49	3.51	10.70

Tabla D20: Estadísticos descriptivos del TP sobre las AOI del controlador de la PS1 en 2D

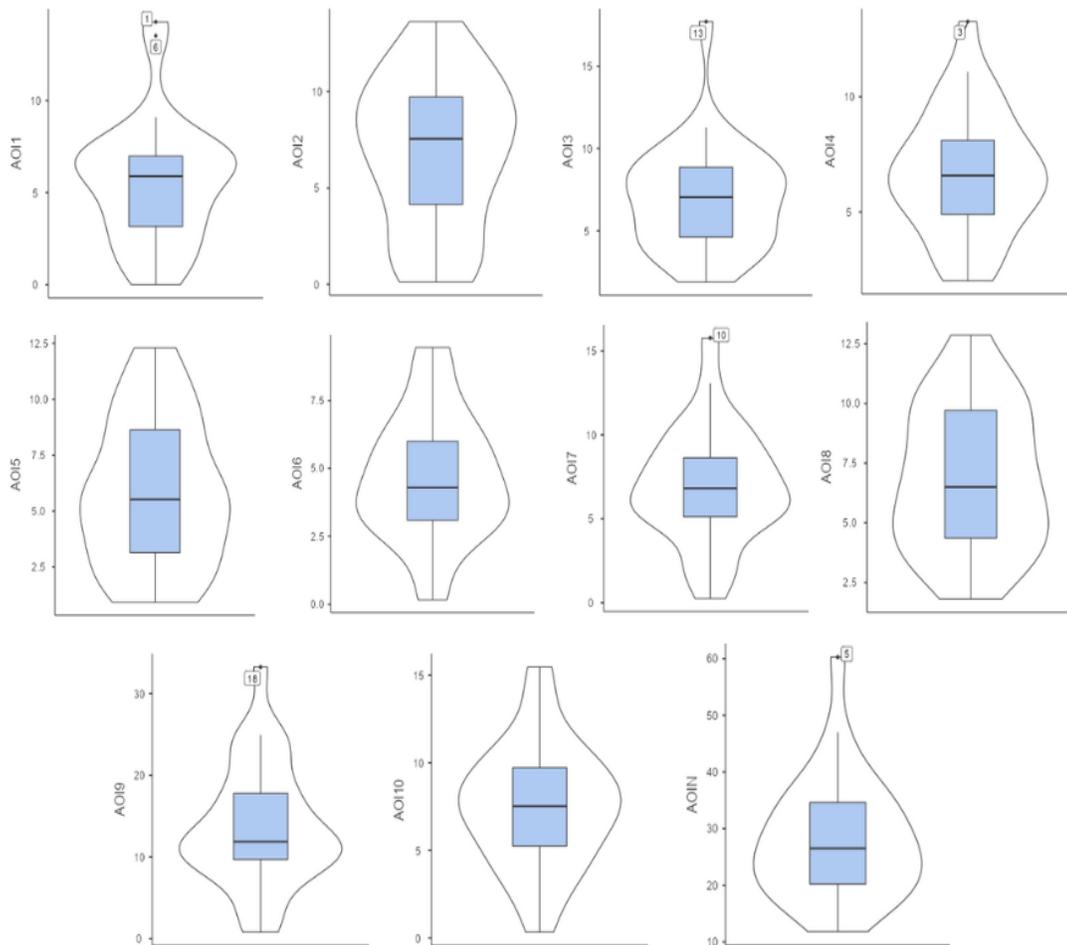


Figura D8: Gráficos descriptivos del TP para las AOI del controlador de la PS1 en 2D

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	7.28	3.28	13.20	8.79	11.3	4.50	6.96	3.54	17.40	2.33	21.40
MEDIANA	4.08	2.35	11.9	8.45	11.4	4.46	7.35	3.50	15.50	1.90	19.60
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	6.12	3.02	5.62	5.29	5.23	3.17	3.92	2.81	10.4	1.88	11.60

Tabla D21: Estadísticos descriptivos del TP sobre las AOI del controlador de la PS1 en RV

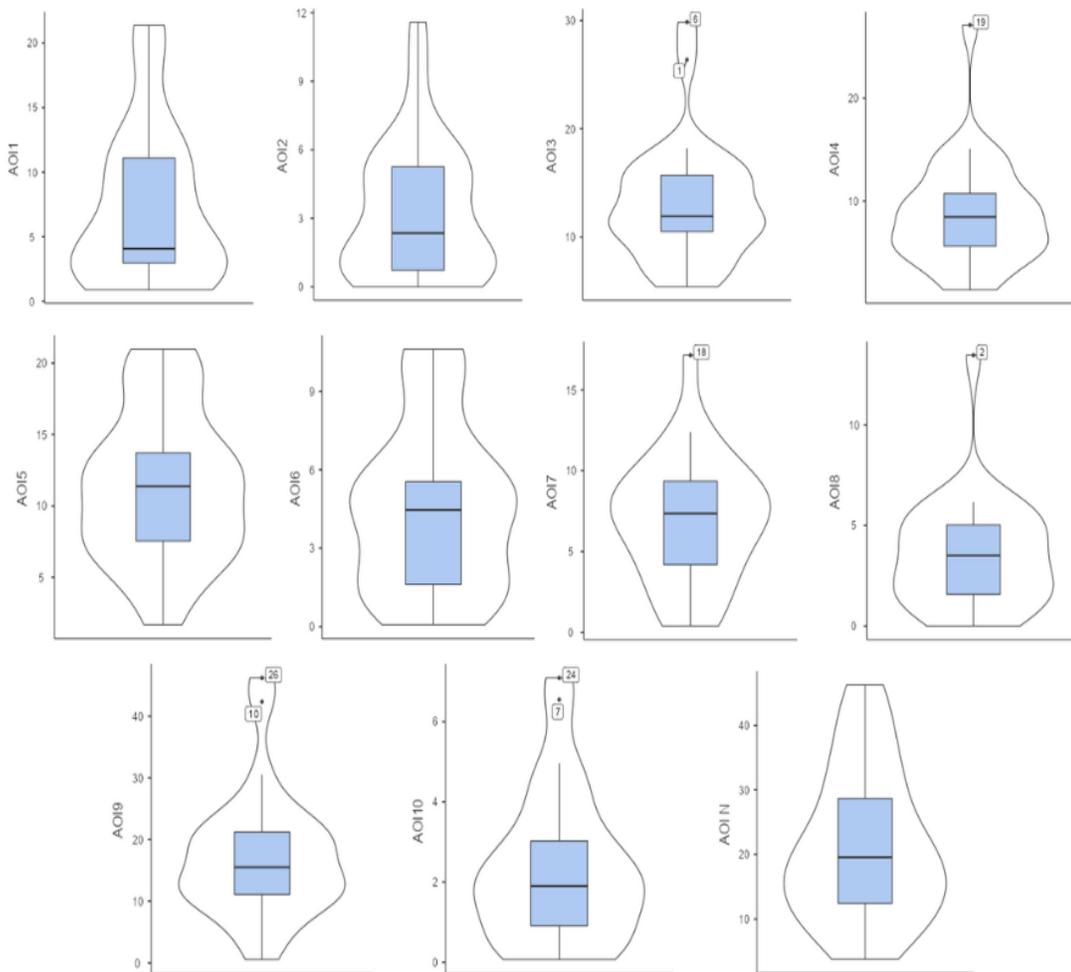


Figura D9: Gráficos descriptivos del TP para las AOI del controlador PS1 en RV

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.931	.956	.917	.983	.955	.973	.982	.962	.958	.992	.931
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.074	.295	.033	.922	.289	.673	.895	.412	.324	.998	.071

Tabla D22: Prueba de Normalidad de las AOI y TP de la PS1 en 2D

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.854	.880	.896	.886	.966	.925	.972	.864	.912	.905	.947
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.001	.005	.011	.006	.501	.051	.663	.002	.025	.018	.179

Tabla D23: Prueba de Normalidad de las AOI y TP de la PS1 en RV

	ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO	
AOI1	T de Student	1.605	.120	.309
AOI2	T de Student	-4.031	< .001	-.775
AOI3	T de Student	4.636	< .001	.892
AOI4	T de Student	1.673	.106	.321
AOI5	T de Student	5.759	< .001	1.108
AOI6	T de Student	-.237	.814	-.045
AOI7	T de Student	-.032	.974	-.006
AOI8	T de Student	-4.726	< .001	-.909
AOI9	T de Student	1.524	.139	.293
AOI10	T de Student	-6.115	< .001	-1.177
AOIN	T de Student	-2.093	.046	-.402

Tabla D24: Prueba de T Student para las AOI y TP entre VR y 2D

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
AOI1	W de Wilcoxon	242.000	.211	.280
AOI2	W de Wilcoxon	64.000	.002	-.661
AOI3	W de Wilcoxon	351.000	< .001	.857
AOI4	W de Wilcoxon	25.000	.148	.322
AOI5	W de Wilcoxon	351.000	< .001	.857
AOI6	W de Wilcoxon	175.000	.750	-.074
AOI7	W de Wilcoxon	19.000	.991	.005
AOI8	W de Wilcoxon	37.000	< .001	-.804
AOI9	W de Wilcoxon	237.000	.258	.253
AOI10	W de Wilcoxon	18.000	< .001	-.904
AOIN	W de Wilcoxon	103.000	.039	-.455

Tabla D25: Prueba de Wilcoxon para las AOI y TP entre RV y 2D

9.4.2.3 Evaluación general

	EG_VR	EG_2D
N	27	27
MEDIA	2.07	1.67
MEDIANA	2	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	.958	.620

Tabla D26: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación general del controlador PS1 en VR y 2D

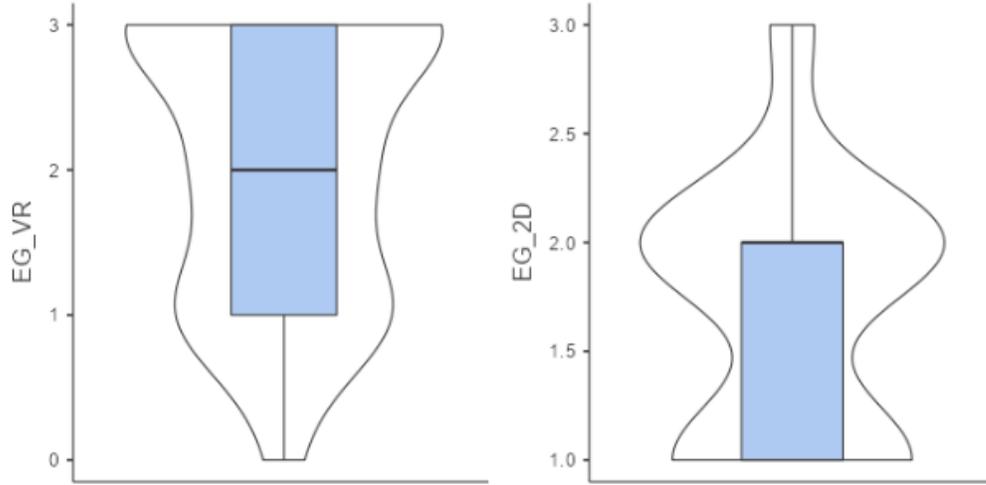


Figura D10: Gráficos descriptivos para la evaluación general del controlador PS1 en RV y 2D

	EG_VR	EG_2D
N	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.804	.761
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	< .001	< .001

Tabla D27: Prueba de Normalidad para la evaluación general del controlador PS1 en 2D y VR

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
EG	W de Wilcoxon	135.000	.017	.579

Tabla D28: Prueba de Wilcoxon para la evaluación general del controlador de la PS1 entre VR y 2D

9.4.2.4) Confianza de las respuestas

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	1.85	2.07	1.48	2.11	2.00	2.19	2.33	2.19	2.11	2.19	1.67	2.11
MEDIANA	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	.818	.829	1.22	1.01	.961	.879	.877	.736	.892	.962	.920	.974

Tabla D29: Estadísticos descriptivos para la confianza de la respuesta en la evaluación mediante DS para el controlador PS1 en 2D

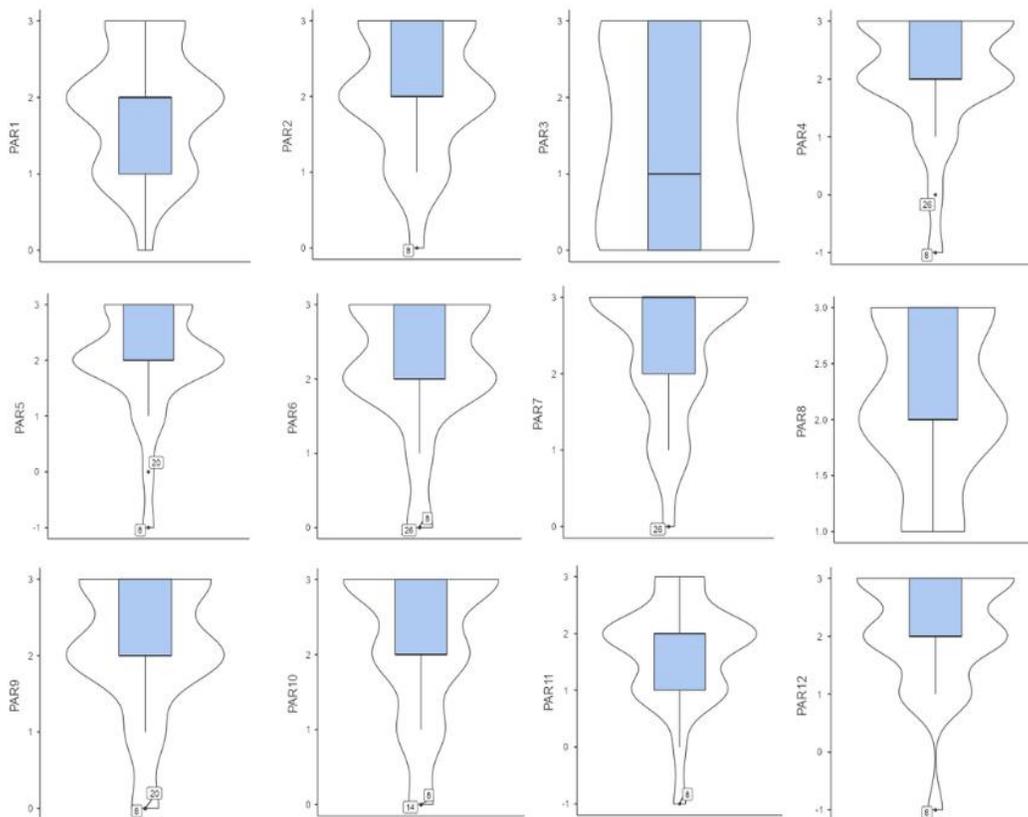


Figura D11: Gráficos descriptivos para la confianza de la respuesta en la evaluación mediante DS para el controlador PS1 en 2D

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	2.30	2.41	1.85	2.41	2.41	2.33	2.41	2.37	2.44	2.41	1.89	2.30
MEDIANA	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	.775	.844	1.56	.797	.971	1.00	.747	.884	.698	.747	1.28	.953

Tabla D30: Estadísticos descriptivos para la confianza de la respuesta en la evaluación mediante DS para el controlador PS1 en RV

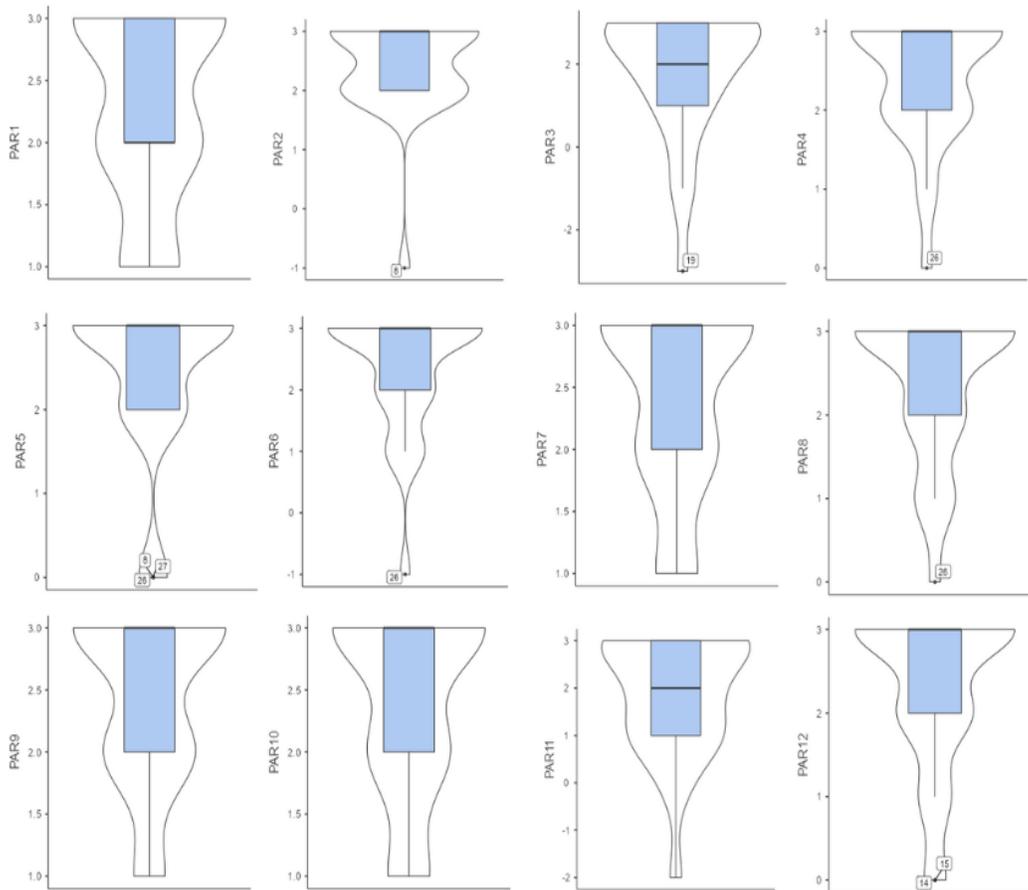


Figura D12: Gráficos descriptivos de la confianza de la respuesta en la evaluación mediante DS en RV para PS1

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
PAR1	W de Wilcoxon	105.000	.005	.750
PAR2	W de Wilcoxon	92.000	.053	.533
PAR3	W de Wilcoxon	115.000	.190	.345
PAR4	W de Wilcoxon	71.500	.050	.571
PAR5	W de Wilcoxon	85.500	.028	.629
PAR6	W de Wilcoxon	44.000	.308	.333
PAR7	W de Wilcoxon	67.500	.660	.125
PAR8	W de Wilcoxon	61.000	.260	.341
PAR9	W de Wilcoxon	68.000	.109	.495
PAR10	W de Wilcoxon	99.500	.254	.301
PAR11	W de Wilcoxon	115.500	.174	.351
PAR12	W de Wilcoxon	66.000	.379	.257

Tabla D31: Prueba de Wilcoxon para la confianza en la evaluación mediante DS para PS1

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.863	.841	.831	.787	.793	.783	.753	.801	.812	.791	.857	.797
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.002	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	.002	< .001

Tabla D32: Prueba de Normalidad para la confianza en la evaluación mediante DS en 2D para PS1

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.769	.612	.758	.732	.636	.703	.733	.728	.733	.733	.809	.742
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Tabla D33: Prueba de Normalidad para la confianza en la evaluación mediante DS en RV para PS1

9.4.3 Controlador PS5

9.4.3.1 Evaluación mediante DS

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	.963	.074	.259	1.74	-.148	2.07	2.44	1.74	1.15	1.26	-1.22	1.89
MEDIANA	1	0	1	2	-1	2	3	2	2	1	-2	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.37	1.44	1.70	.984	1.90	.781	1.09	1.40	1.51	1.43	1.60	1.12

Tabla D34: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación mediante DS en 2D para PS5

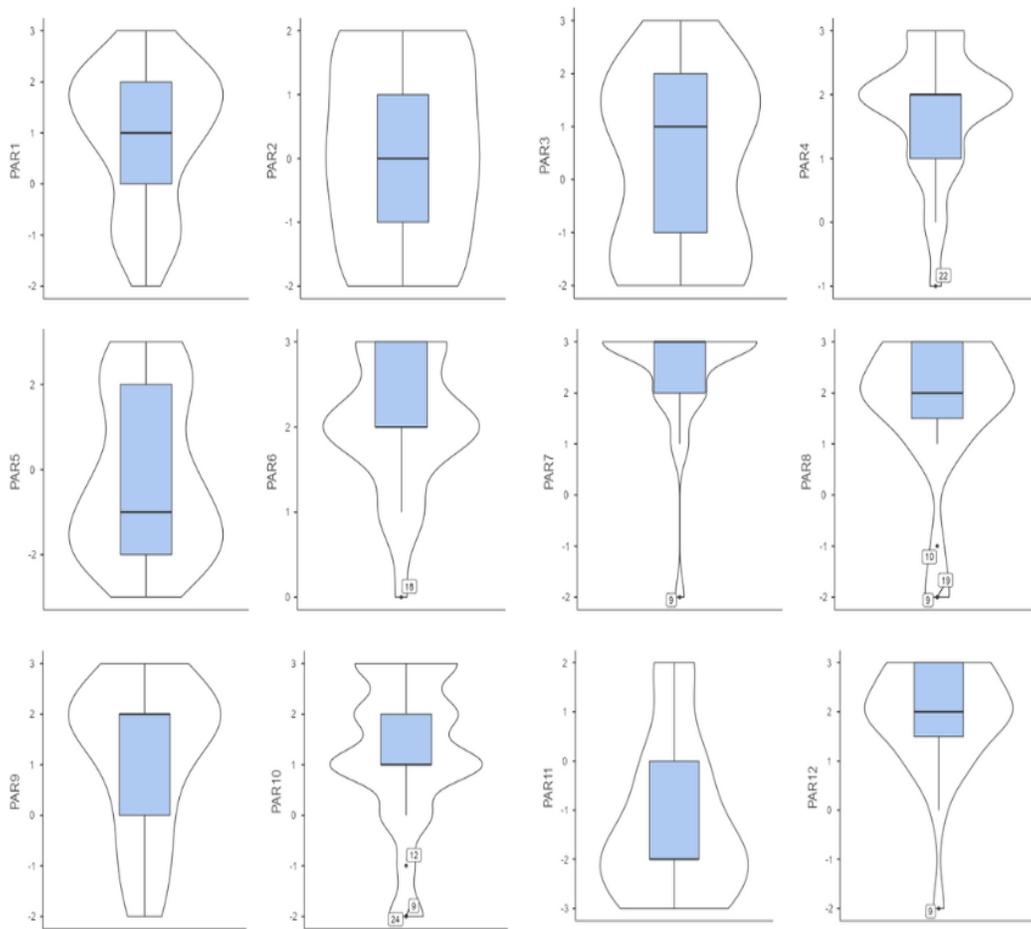


Figura D13: Gráficos descriptivos para la evaluación mediante DS para el controlador PS5 en 2D

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	1.44	.556	.296	2.37	-.556	2.30	2.37	2.22	1.41	1.52	-1.70	2.00
MEDIANA	2	1	-1	3	-1	2	3	3	2	2	-2	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.31	1.55	2.03	.926	1.93	.724	1.15	1.37	1.39	1.45	1.38	1.30

Tabla D35: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación mediante DS en RV para PS5

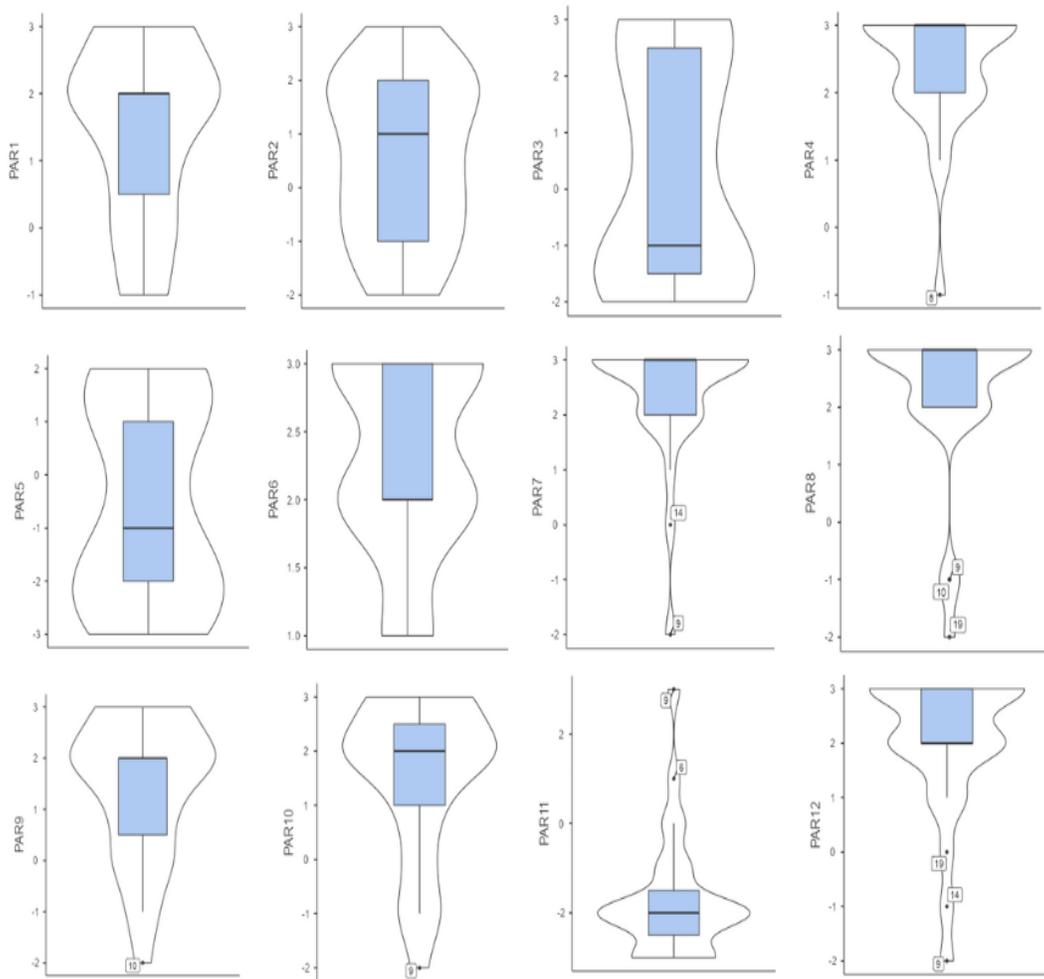


Figura D14: Gráficos descriptivos para la evaluación mediante DS en RV para el controlador de la PS5

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.883	.892	.891	.845	.883	.828	.569	.752	.871	.892	.868	.792
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.006	.009	.008	<.001	.006	<.001	<.001	<.001	.003	.009	.003	<.001

Tabla D36: Prueba de Normalidad para la evaluación mediante DS en 2D para PS5

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.874	.914	.824	.685	.852	.781	.605	.604	.883	.837	.770	.756
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.004	.029	<.001	<.001	.001	<.001	<.001	<.001	.006	<.001	<.001	<.001

Tabla D37: Prueba de Normalidad para la Evaluación mediante DS en VR para PS5

	ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO	
PAR1	W de Wilcoxon	86.000	.143	.433
PAR2	W de Wilcoxon	96.000	.035	.600
PAR3	W de Wilcoxon	57.000	.793	.085
PAR4	W de Wilcoxon	157.000	.009	.652
PAR5	W de Wilcoxon	57.000	.216	-.333
PAR6	W de Wilcoxon	102.000	.188	.333
PAR7	W de Wilcoxon	36.000	.830	-.076
PAR8	W de Wilcoxon	98.000	.002	.866
PAR9	W de Wilcoxon	73.000	.193	.390
PAR10	W de Wilcoxon	80.500	.227	.341
PAR11	W de Wilcoxon	20.000	.069	-.560
PAR12	W de Wilcoxon	55.500	.484	.219

Tabla D38: Prueba de Wilcoxon para la evaluación mediante DS entre RV y 2D para PS5

9.4.3.2 AOI

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	6.83	5.24	3.79	4.67	4.60	4.78	3.99	6.36	22.70	6.57	30.40
MEDIANA	6.69	4.71	3.91	4.97	4.28	5.30	3.90	5.97	24.00	5.70	30.80
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	3.19	2.79	2.04	2.52	2.90	2.21	2.48	3.83	8.52	4.47	12.50

Tabla D39: Estadísticos descriptivos sobre el TP de las AOI para el controlador de la PS5 en 2D

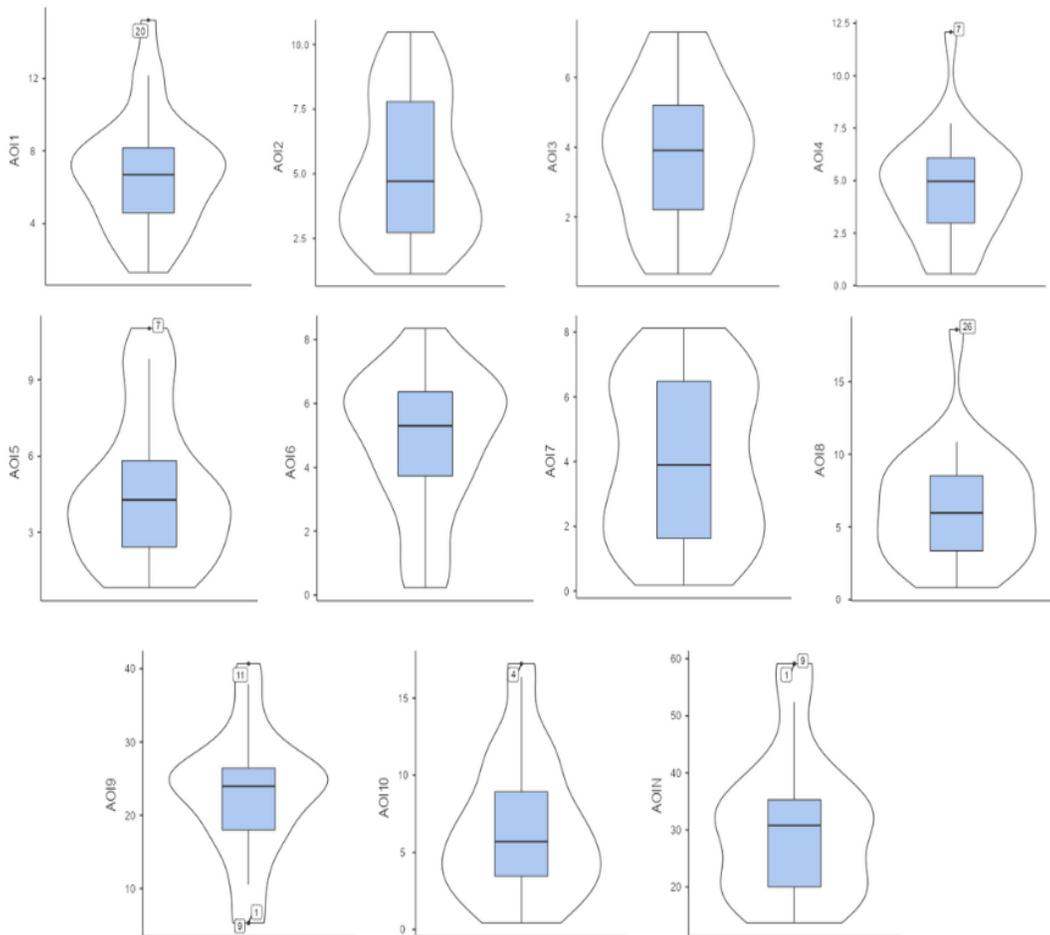


Figura D15: Gráficos descriptivos del TP de las AOI en 2D para el controlador de la PS5

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	8.03	6.32	7.73	6.66	9.06	.882	4.18	.143	19.2	8.64	28.8
MEDIANA	6.24	4.66	6.65	6.71	9.67	.640	3.60	.00	20.8	8.08	29.10
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	7.53	6.19	3.88	3.71	3.92	.954	3.02	.472	6.63	3.43	8.88

Tabla D40: Estadísticos descriptivos sobre las AOI y TP para el controlador de la PS5 en RV

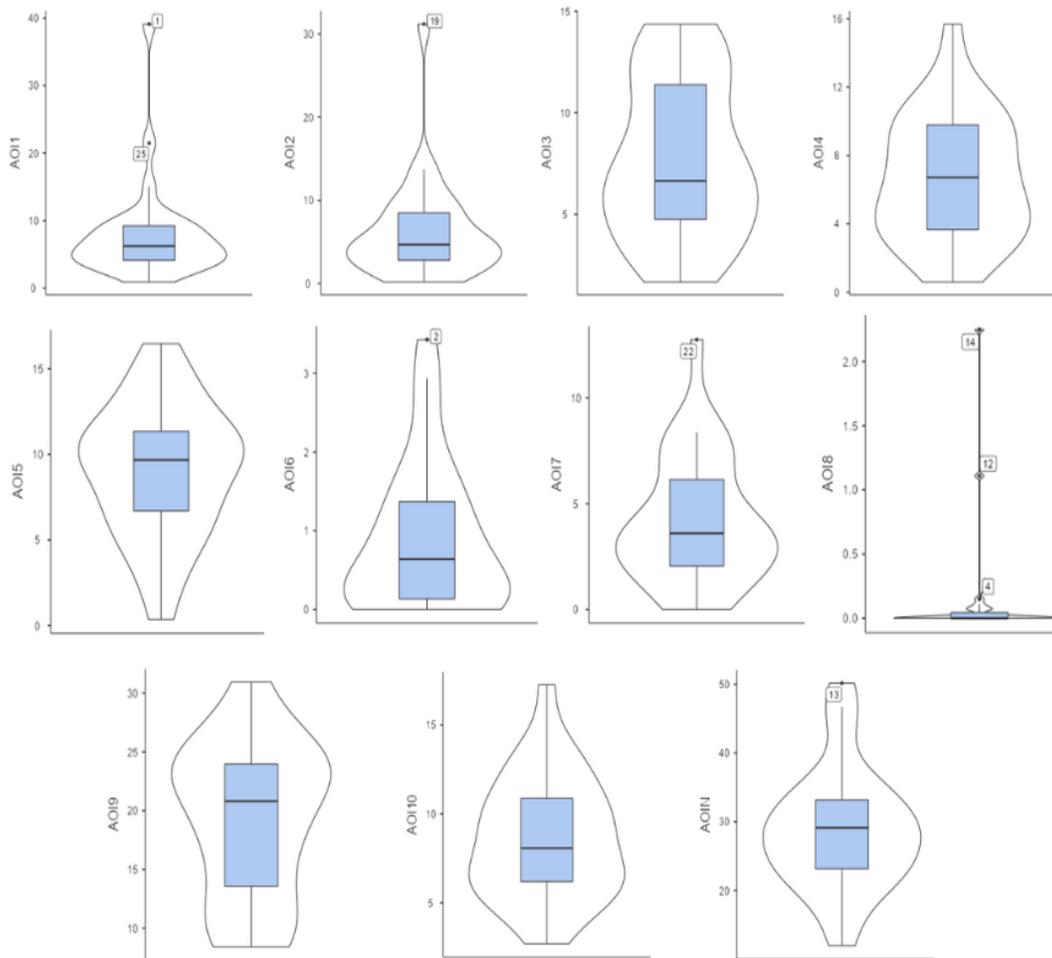


Figura D16: Gráficos descriptivos del TP para las AO en RV para el controlador de la PS5

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.965	.924	.968	.948	.916	.935	.933	.918	.966	.933	.916
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	.479	.05	.542	.197	.032	.090	.083	.035	.503	.081	.031

Tabla D41: Prueba de Normalidad de las AOI y TP de la PS5 en 2D

	AOI1	AOI2	AOI3	AOI4	AOI5	AOI6	AOI7	AOI8	AOI9	AOI10	AOIN
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.664	.746	.939	.968	.987	.848	.923	.343	.940	.970	.967
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	<.001	<.001	.117	.549	.974	.001	.048	<.001	.124	.602	.529

Tabla D42: Prueba de Normalidad de las AOI y TP de la PS5 en VR

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
AOI1	W de Wilcoxon	192.000	.953	.015
AOI2	W de Wilcoxon	197.000	.859	.042
AOI3	W de Wilcoxon	356.000	<.001	.883
AOI4	W de Wilcoxon	284.000	.021	.502
AOI5	W de Wilcoxon	353.000	<.001	.867
AOI6	W de Wilcoxon	9.000	<.001	-.952
AOI7	W de Wilcoxon	200.000	.801	.058
AOI8	W de Wilcoxon	.000	<.001	-1.000
AOI9	W de Wilcoxon	129.000	.155	-.317
AOI10	W de Wilcoxon	280.000	.028	.481
AOIN	W de Wilcoxon	167.000	.611	-.116

Tabla D43: Prueba de Wilcoxon para las AOI y TP entre RV y 2D

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
AOI1	T de Student	.864	.396	.166
AOI2	T de Student	.836	.411	.161
AOI3	T de Student	5.493	<.001	1.057
AOI4	T de Student	2.532	.018	.4873
AOI5	T de Student	5.504	<.001	1.059
AOI6	T de Student	-8.377	<.001	-1.612
AOI7	T de Student	.368	.716	.0708
AOI8	T de Student	-8.558	<.001	-1.647
AOI9	T de Student	-1.876	.072	-.361
AOI10	T de Student	2.099	.046	.403
AOIN	T de Student	-.639	.529	-.122

Tabla D44: Prueba T Student para las AOI y TP entre RV y 2D

9.4.3.3 Evaluación general

	EG_VR	EG_2D
N	27	27
MEDIA	2.48	2.48
MEDIANA	3	3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.09	1.01

Tabla D45: Estadísticos descriptivos sobre la evaluación general del controlador de la PS5 en VR y 2D

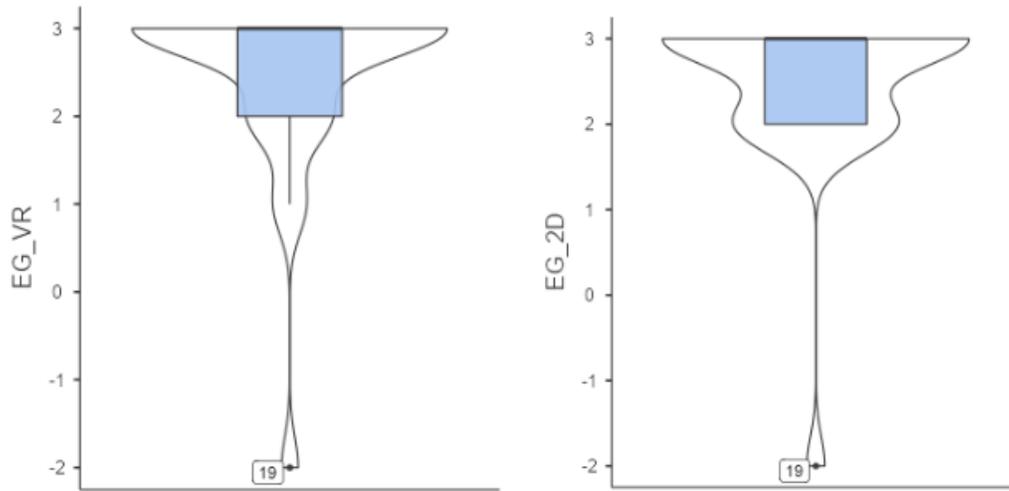


Figura D17: Gráficos descriptivos evaluación general 2D y VR PS5

	EG_VR	EG_2D
N	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.543	.509
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	< .001	< .001

Tabla D46: Prueba de Normalidad para la evaluación general del controlador PS5 en VR y 2D

	ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO	
EG	W de Wilcoxon	27.500	1.000	.00

Tabla D47: Prueba de Wilcoxon para la evaluación general del controlador de la PS5 entre VR y 2D

9.3.3.4 Confianza de las respuestas

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	2.00	2.11	1.89	2.33	2.07	2.37	2.63	2.33	2.04	2.04	1.96	2.15
MEDIANA	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.00	.97	1.05	.78	.95	.68	.49	.67	.85	.94	1.19	.90

Tabla D48: Estadísticos descriptivos sobre la confianza de las respuestas mediante DS en 2D para el controlador de PS5

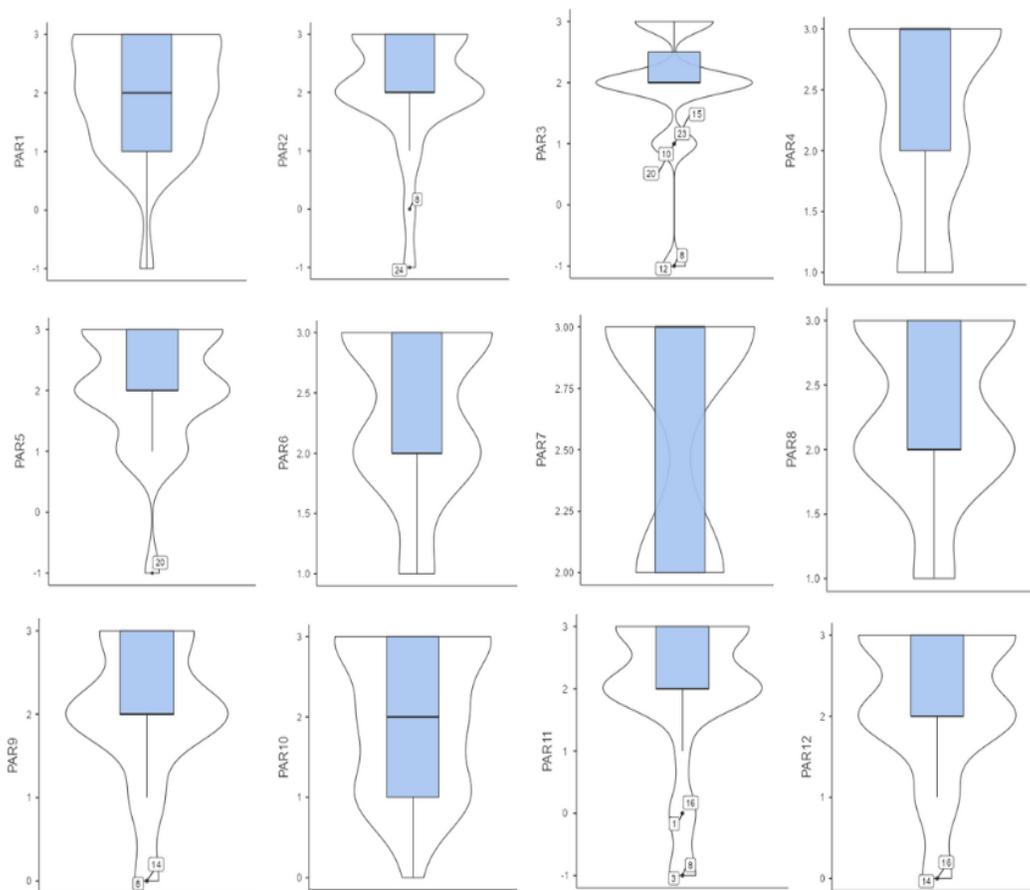


Figura D18: Gráficos descriptivos para la confianza de la respuesta en 2D para el controlador de PS5

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
MEDIA	2.26	2.30	2.22	2.63	2.11	2.41	2.59	2.70	2.48	2.33	2.07	2.30
MEDIANA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.43	.99	1.09	.63	1.19	.69	.75	.46	.75	1.00	1.04	1.03

Tabla D49: Estadísticos descriptivos sobre la confianza de las respuestas mediante DS en RV para el controlador PS5

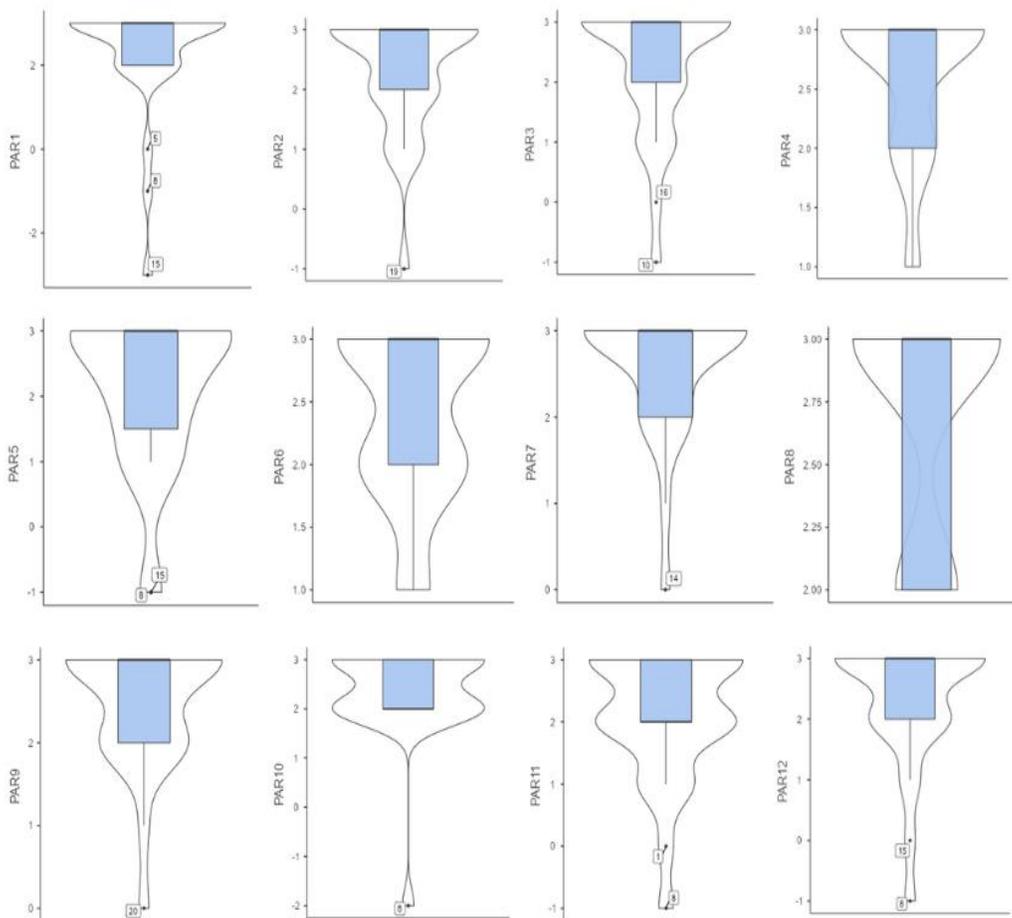


Figura D19: Gráficos descriptivos para la confianza de la respuesta para el controlador de la PS5 en RV

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.824	.764	.775	.751	.804	.764	.814	.774	.815	.822	.761	.805
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Tabla D50: Prueba de Normalidad para la confianza de las respuestas mediante DS en 2D para el controlador PS5

	PAR1	PAR2	PAR3	PAR4	PAR5	PAR6	PAR7	PAR8	PAR9	PAR10	PAR11	PAR12
N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
W DE SHAPIRO-WILK	.579	.725	.744	.626	.748	.750	.607	.576	.690	.555	.807	.711
VALOR P DE SHAPIRO-WILK	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Tabla D51: Prueba de Normalidad para la confianza de las respuestas mediante DS en VR para el controlador PS5

		ESTADÍSTICO	P	TAMAÑO DEL EFECTO
PAR1	W de Wilcoxon	99.000	.092	.455
PAR2	W de Wilcoxon	45.500	.256	.378
PAR3	W de Wilcoxon	102.000	.211	.333
PAR4	W de Wilcoxon	69.000	.090	.516
PAR5	W de Wilcoxon	87.500	.604	.143
PAR6	W de Wilcoxon	49.000	.812	.076
PAR7	W de Wilcoxon	20.000	.803	-.111
PAR8	W de Wilcoxon	78.000	.014	.714
PAR9	W de Wilcoxon	99.000	.018	.650
PAR10	W de Wilcoxon	76.000	.136	.447
PAR11	W de Wilcoxon	38.500	.642	.166
PAR12	W de Wilcoxon	50.000	.378	.282

Tabla D52: Prueba de Wilcoxon para la evaluación mediante DS para el controlador de la PS5 entre RV y 2D

