



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador



facultad
arquitectura, diseño y artes
PUCE

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
ECUADOR**

FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y ARTES

CARRERA DE DISEÑO DE PRODUCTOS

PROYECTO DE DISEÑO PARA LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE DISEÑADOR DE PRODUCTOS

“Rediseño de un periférico de entrada de interacción mano – pantalla, que favorezca la prevención de lesiones de muñeca e incorpore una nueva experiencia en el gaming”.

Daniel Sebastián Cazar García

Ph. D. Caridad González

Quito, junio, 2022

Dedicatoria

A Pablo y Damari, mis padres, cuyo apoyo fue y es incondicional; a Gisselle mi hermana, que me ayudó durante este proceso. A aquellos familiares y amigos que perdí por la pandemia del Covid-19 que me brindaron su apoyo incondicional. A mis amigos de curso y pronto colegas; al Mtr. Freddy

Alvear y al PhD (e) William Ureña.

“Sic parvis magna” – La grandeza nace de pequeños comienzos -

Agradecimientos

A mis padres, hermana y familiares, por su constante impulso, ayuda, apoyo y amor incondicional durante todo el proceso. A mis amigos y compañeros de curso, quienes cursaron conmigo altos y bajos, y mantuvieron mis ánimos, futuros colegas. A todos y cada uno de los muchachos y muchachas de la ASO 2022, por su apoyo y risas. Y al Mtr. Freddy Alvear y al PhD.

(e) William Ureña, por su ayuda y apoyo dentro y fuera de estancias académicas.

Índice de contenido

1. Resumen	10
2. Palabras clave	10
3. Abstract.....	10
4. Key words.....	11
5. Introducción.....	12
6. Capítulo I. Planteamiento del proyecto de investigación	13
7. Antecedentes	13
7.1. Desde la prevención de lesiones gamers	13
7.2. Desde el diseño de experiencias gamers.....	13
7.3. La unificación de prevención y experiencia	14
8. Marco teórico.....	15
8.1. Eje de la Salud	15
8.2. Eje de los Gamers	17
8.3. Eje del Diseño.....	18
8.4. Descripción del Problema de Diseño	19
9. Capítulo II. Planteamiento metodológico	21
10. Objetivos	21
10.1. Objetivo General.....	21
10.2. Objetivos Específicos.....	21
11. Marco Metodológico	21
11.1. Metodología de Rodrigo Ronda León y los instrumentos planteados	22
11.2. Instrumentos de investigación	23
11.2.1. Investigación Bibliográfica.....	23
11.2.2. Encuestas.....	24
11.2.3. Entrevistas.....	25

11.2.4.	Fly in the Wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico.....	27
11.2.5.	Fichas de Clientograma y tabla de análisis antropométrico.....	28
11.3.	Conclusiones Parciales	29
11.4.	Requerimientos de diseño.....	31
	32
12.	Capítulo III. Desarrollo Conceptual y validación	33
12.1.	Proceso de ideación: biomímesis y análisis de referentes.....	33
12.2.	Visión del diseño	35
12.3.	Descripción y visualización de propuestas conceptuales	36
12.4.	Valoración de conceptos.....	45
13.	Capítulo IV. Propuesta final, diseño a detalle, prototipado y validación	54
13.1.	Definición y justificación de la propuesta	54
	Morfología, mecanismos y materialidad	54
	Colorimetría y acabados	54
13.2.	Prototipo final.....	55
13.3.	Validación y comprobaciones	58
13.4.	Visualización y comunicación del proyecto final.....	65
13.5.	Análisis de costos	71
14.	Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	75
14.1.	Conclusiones.....	75
14.2.	Recomendaciones	76
15.	Bibliografía	77

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de requerimientos.....	29
Tabla 2. Tabla de análisis de referentes.....	32
Tabla 3. Tabla de validación de los conceptos generados en Crazy 8.....	43
Tabla 4. Registro de los costos de producción de prototipos funcionales.....	70

Índice de figuras

Figura 1. Mapa mental del contenido del Marco Teórico.....	15
Figura 2. Esquema de presentación del Marco Metodológico y los instrumentos de investigación.....	22
Figura 3. Resumen de los datos recolectados en la investigación bibliográfica.....	23
Figura 4. Resultados de las encuestas digitales.....	24
Figura 5. Resultados de la entrevista virtual.....	25
Figura 6. Desarrollo de las herramientas Fly in the Wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico.....	26
Figura 7. Exploración de las herramientas de organización de la información.....	27
Figura 8. Recopilación de las conclusiones por herramienta.....	28
Figura 9. Bocetos iniciales vinculados a la experimentación con biomímesis.....	31
Figura 10. Herramienta Crazy 8.....	33
Figura 11. Primer boceto de exploración.....	34
Figura 12. Segundo boceto de exploración.....	34
Figura 13. Primer boceto de Crazy 8.....	35
Figura 14. Segundo boceto de Crazy 8.....	36
Figura 15. Tercer boceto de Crazy 8.....	37

Figura 16. Cuarto boceto de Crazy 8.....	38
Figura 17. Quinto boceto de Crazy 8.....	39
Figura 18. Sexto boceto de Crazy 8.....	40
Figura 19. Séptimo boceto de Crazy 8.....	41
Figura 20. Octavo boceto de Crazy 8.....	42
Figura 21. Compilación de bocetos digitales de los 3 conceptos finalistas.....	45
Figura 22. Infografía de valoración de concepto Pájaro carpintero.....	46
Figura 23. Infografía de valoración de concepto Zenvo TSR-S.....	47
Figura 24. Infografía de validación de conceptos Materiales Auxéticos.....	48
Figura 25. Parte de la validación del concepto Zenvo TSR-S.....	49
Figura 26. Parte de la validación del concepto Pájaro Carpintero.....	49
Figura 27. Parte de la validación del concepto Materiales Auxéticos.....	50
Figura 28. Propuesta colorimétrica del prototipo.....	53
Figura 29. Medidas generales del prototipo en un plano técnico.....	54
Figura 30. Despiece del prototipo inicial, muestra de elementos plásticos y electrónicos.....	55
Figura 31. Ejemplificación del diseño de costillas y snaps.....	56
Figura 32. Resultados de la simulación de carga y desplazamiento.....	57
Figura 33. Mecanismo del prototipo inicial.....	59
Figura 34. Agarre del prototipo inicial.....	59

Figura 35. Vista lateral del agarre del prototipo inicial.....	60
Figura 36. Acceso a elementos electrónicos que permiten su funcionamiento.....	60
Figura 37. Explicación del proceso de validación con prototipo final.....	61
Figura 38. Análisis antropométrico.....	62
Figura 39. Render del prototipo inicial.....	63
Figura 40. Vista lateral donde se exhiben los acabados de las piezas color negro.....	64
Figura 41. Visualización de componentes del prototipo inicial.....	65
Figura 42. Render del prototipo final.....	66
Figura 43. Vista que presenta la dimensión del objeto.....	67
Figura 44. Detalles del prototipo final.....	68

1. Resumen

Los videojuegos hoy en día no representan únicamente una alternativa recreacional o de ocio, y trascienden el estado de ser un hobby para convertirse hoy en día en una profesión alternativa para la población joven y adulta, considerándose una nueva posibilidad de fuente de ingresos, e incluso llegando a generar competiciones tan grandes que los gamers buscan alcanzar un nivel profesional dentro de este deporte.

Estos gamers, que incursionan en el juego profesional o en el mundo del streaming, llegan a tener jornadas de juego de hasta 8 horas diarias con movimientos repetitivos e intensos; centrándose así en aquellos jugadores que usan PC (computadoras de escritorio) que son quienes desarrollan estas actividades, siendo el mouse uno de los instrumentos de PC con el cuál más interactúan, generan dolor, incomodidad e incluso afectaciones médicas por las posturas inadecuadas en el uso de estos objetos.

El presente proyecto aborda el uso del periférico tipo mouse en el gaming, los antecedentes en la búsqueda de la prevención de lesiones musculares por el uso de objeto antes mencionado, y la influencia de la cultura gamer en los productos de diseño. De esta manera se logra el entendimiento del uso del periférico mouse, y la búsqueda del correcto uso para favorecer la prevención, a la par de apoyar en el desempeño de la actividad, todo esto unificado en un producto que se identifique y pertenezca como parte de la cultura de los videojuegos.

Siguiendo normativas de PVD como la NTE-INEN ISO 9241-5, se propone el rediseño del periférico tipo mouse, llegando a la fase de prototipo beta, o prototipo funcional, que permita evaluar la incidencia de las mejoras del producto en la actividad. Teniendo como base a los gamers de la ciudad de Quito, Ecuador.

2. Palabras clave

Gamers, videojuegos, ergonomía, UX, prevención, experiencia, diseño de productos, diseño gamer.

3. Abstract

Video games today do not only represent a recreational or leisure alternative, and transcend the state of being a hobby to become today an alternative profession for the young

and adult population, is considered a new possibility of a source of income, and even generating competition so big that gamers seek to reach a professional level within this sport.

These gamers, who venture into the professional game or the world of streaming, end up having game days of up to 8 hours a day with repetitive and intense movements; thus focusing on those players who use PCs (desktop computers) who are the ones who develop these activities, the mouse being one of the PC instruments with which they interact the most, generating pain, discomfort and even medical effects due to inadequate postures in use. of these objects.

This project addresses the use of mouse-type peripherals in gaming, the background in the search for the prevention of muscle injuries due to the use of the aforementioned object, and the influence of gamer culture on design products. In this way, the understanding of the use of the peripheral mouse is achieved, and the search for the correct use to favor prevention while supporting the performance of the activity, all this unified in a product that is identified and belongs as part of video game culture.

Following PVD regulations such as NTE-INEN ISO 9241-5, the redesign of the mouse-type peripheral is proposed, reaching the beta prototype phase, or functional prototype, which allows evaluating the incidence of product improvements in the activity. Based on the gamers of the city of Quito, Ecuador.

4. Key words

Gamers, video games, ergonomics, UX, prevention, experience, product design, gamer design.

5. Introducción

Conociendo que el los videojuegos han ganado un terreno importante en la vida de los jóvenes adultos en la última década, y que gracias a la crisis sanitaria se han catapultado de tal manera que hoy en día se perfila como una fuente de ingreso estable para muchos de ellos, es pertinente el reconocer los riesgos físicos que esta práctica trae consigo, y más importante aún es actuar sobre estos.

A lo largo del presente documento se aborda el uso del mouse dentro de la actividad gamer, el análisis de esta desde la perspectiva médica y ergonómica, las afectaciones que este objeto puede provocar, y la importancia de los aspectos de la cultura gamer en el diseño y apropiación de productos funcionales dentro de este contexto.

Es así que en el Capítulo I. Planteamiento del proyecto de investigación se lleva el proyecto desde la investigación de antecedentes que permiten dar una guía de lo existente alrededor de la temática propuesta, así como la definición del marco teórico el cuál, desde las aristas de la salud, los gamer y el diseño, guía el entendimiento de la problemática.

En el Capítulo II. Planteamiento metodológico, desde el planteamiento y uso de la metodología de diseño de Ronda León, se lleva a cabo el desarrollo de las herramientas de investigación bibliográfica y de campo, que, junto con el uso de herramientas de análisis y organización de la información, culminan el capítulo con los requerimientos de diseño.

El Capítulo III. Desarrollo Conceptual y validación aborda la etapa de exploración conceptual y de ideación, con el uso de herramientas creativas llegar a la elección del concepto definitivo sobre el cuál se trabajaría. La etapa de validación de concepto se lleva a cabo mediante herramientas que involucran al usuario en el proceso de diseño.

El desarrollo del Capítulo IV. Propuesta final, diseño a detalle, prototipado y validación se centra en el diseño a detalle, y el desarrollo de propuestas que permitan la generación de un prototipo inicial, para dar paso a validación, cuya retroalimentación concluya en la creación de un prototipo final funcional.

Se culmina con el Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones con las conclusiones del proyecto, y las recomendaciones acerca del proceso, el proyecto y a la carrera.

6. Capítulo I. Planteamiento del proyecto de investigación

7. Antecedentes

En la última década el consumo de videojuegos ha tenido un crecimiento exponencial. Quienes lo usan son conocidos como gamers. Los jugadores que dedican de 4 a 5 horas diarias de juego se mantienen en categoría amateur, en cambio, aquellos que dedican de 8 a 12 horas de juego continuo se convierten en jugadores profesionales. Es en los gamers en quienes se centra la investigación del presente proyecto.

7.1. Desde la prevención de lesiones gamers

Se toma como base un estudio del 2018 que se llevó a cabo de la mano de la empresa Flashe Gaming (Hernández, 2018). La misma concibe un producto desde el enfoque médico que busca intervenir en la actividad física para prevenir las lesiones básicas, en este caso la más común denominada tendinitis. El producto en particular consta de un combo con una manga de compresión y un soporte externo ajustable para la muñeca que limita sus movimientos, mantiene fija la postura de la mano y ayuda a mejorar la circulación, como se puede apreciar en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Tales combos se ofrecen bajo demanda, mediante reserva y con costos aproximados a los 100 USD. Se considera entonces que este tipo de productos se centra en solucionar dolencias musculares ya generadas desconociéndose las afectaciones esqueléticas que también se pretende abordar en el presente proyecto desde las instancias de prevención.

7.2. Desde el diseño de experiencias gamers

Un artículo del llamado Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? (Pallavicini et al., 2019) llevó a cabo un experimento, en el cual se comparó el desempeño de diversos jugadores en un FPS; para lo cual se realizó la misma prueba de jugabilidad en la versión inmersiva (con realidad virtual) y no inmersiva (versión de PC), demostrando que si bien, los avances tecnológicos dan al jugador una mayor experiencia de realidad tanto visual como auditiva, no se presenta un cambio significativo en las habilidades mecánicas de jugabilidad en comparación a la versión de PC. A partir de este punto se encuentra una oportunidad de intervención de la experiencia sensorial en los videojuegos partiendo desde el periférico de entrada

(mouse), considerado por el gamer un objeto relevante para la mejora de las habilidades mecánicas y el desarrollo de la memoria muscular para su desempeño.

7.3. La unificación de prevención y experiencia

Enhancement of Gaming Experience and Performance through an Ergonomically Designed Console Chair (Gutierrez et al., 2019) es un trabajo de estudiantes de la Universidad de La Salle en Manila, Filipinas; que propone el rediseño de una silla gamer con un mayor ajuste ergonómico para así buscar solucionar problemas de brazo y de cuello, y que a su vez incorpore una experiencia inmersiva en el FPS Call of Duty: Black Ops 3.

Si bien los resultados son positivos logrando alcanzar sus objetivos, ellos añaden a sus conclusiones que el nivel de ajuste ergonómico no fue muy alto, y que la fase de testeo debería repetirse con un número mayor de participantes y por un tiempo más prolongado para poder tener resultados más veraces. Este caso brinda un punto de partida para el presente proyecto, dando a entender que es posible integrar la visión de la prevención desde la salud con la visión del diseño de experiencias en los videojuegos. Además, propone que el factor ergonómico da paso al componente preventivo, que es un elemento importante dentro del desarrollo del presente proyecto.

En conclusión, en la última década se han desarrollado estudios y proyectos dentro del entorno gamer, vinculados hacia el tratamiento y la prevención de lesiones musculares y el diseño de experiencias en los videojuegos que involucran al jugador. Dado que, desde el ambiente de la salud se ha priorizado el tratamiento médico para lesiones en el gaming antes que la prevención, existe un amplio campo de acción que relaciona la actividad y los periféricos con el desarrollo de afectaciones musculares, dando un enfoque específico al mouse y cómo influye de manera directa en dichas lesiones; permitiendo un accionar desde la prevención de las dolencias y no actuar desde el tratamiento de lesiones ya desarrolladas. De igual manera desde el ámbito del diseño de experiencias, se presenta la oportunidad de explorar una nueva forma de experiencia mediante los periféricos de entrada para videojuegos que impliquen estímulos sensoriales que se diferencien del campo visual y auditivo, ya que estos son los campos más explorados en la actualidad y no presenta grandes diferencias en los videojuegos de no inmersión; a su vez, el afrontar el diseño de nuevas experiencias

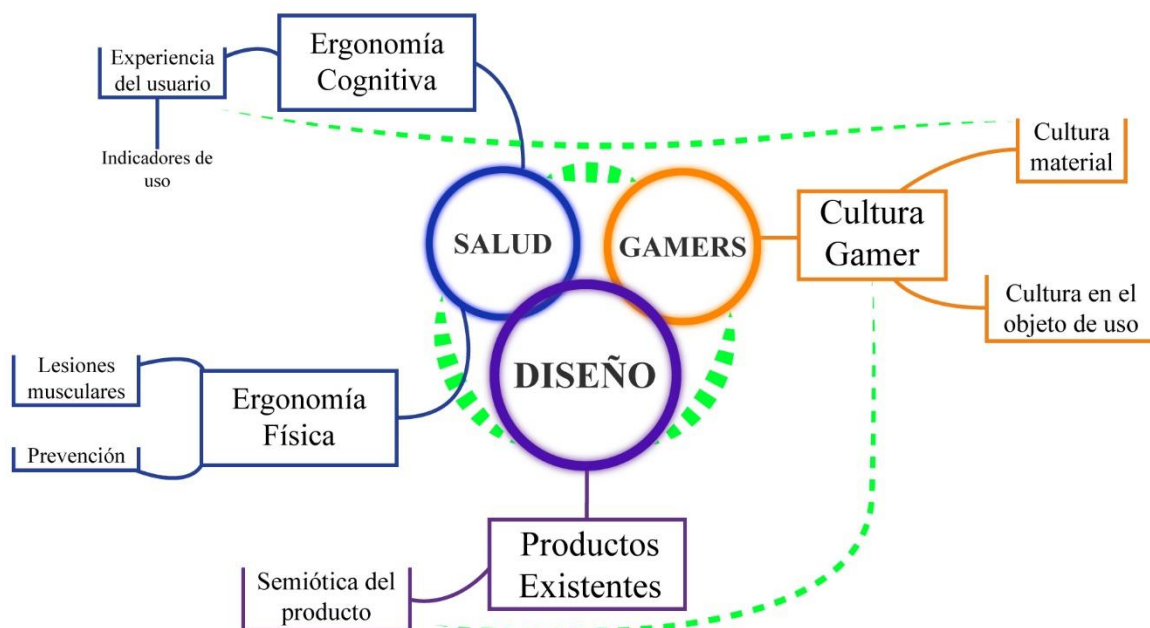
actuando en el periférico mouse permite el desarrollo y mejora de habilidades mecánicas importantes para la jugabilidad.

8. Marco teórico

El contenido teórico del presente proyecto se lleva a cabo desde el entendimiento de 3 ejes principales, los cuales aportan sustento y definiciones al desarrollo que se describe a lo largo del documento. Se abordan temas cruciales en cada eje que, a su vez se complementa y entrelazan entre ellos.

Figura 1

Mapa mental del contenido del Marco Teórico



Nota: Se establecen los ejes de salud, gamers y diseño como las guías que definen los conceptos necesarios para la puesta en marcha del proyecto

8.1. Eje de la Salud

8.1.1. Ergonomía Física

Para el presente proyecto se entiende a la ergonomía física, desde la visión de la Ergonomía de la Concepción (Saravia, 2006) y el Sistema de Referentes de García, como la relación entre el usuario (el gamer), el objeto de uso (mouse) y el entorno en que se desenvuelve la actividad de jugar videojuegos. Se concibe de esta manera ya que permite comprender la interacción entre las partes del Sistema Ergonómico y cómo las

normativas y regulaciones ergonómicas pueden intervenir en estos para dar paso a la prevención de las lesiones a nivel muscular en los gamers.

8.1.1.1. Lesiones en los gamers

Tomando en cuenta un estudio que revela que “Un estudio registra dolor en el 39% de los jugadores de videojuegos, especialmente en espalda y extremidades superiores.”(Truong et al., 2020) Se definen como lesiones de relevancia para el presente proyecto aquellas afectaciones como: 1) inflamación muscular en la mano, 2) inflamación de tendones en la mano, 3) inflamación de tendones en la muñeca y 4) contracturas de músculos y tendones de la zona de la mano.

Se las considera de importancia ya que, las lesiones mencionadas son las primeras en aparecer por un uso excesivo de periféricos como el “mouse” en pro-players y streamers, dando apertura a la intervención desde la prevención. En segundo lugar, se debe buscar prevenir las lesiones citadas ya que el desarrollo y evolución de dichas afectaciones puede desencadenar en enfermedades como “(...) artritis de la articulación carpometacarpiana del pulgar, síndrome del túnel carpiano, dedo en gatillo, tendinitis, desgarro del manguito rotador y más.”(Truong et al., 2020) afectando de manera directa el desempeño y capacidad adquisitiva del gamer pensando en la su actividad como fuente de ingreso económico.

8.1.1.2. Prevención desde la ergonomía

Es desde la visión de la Ergonomía Preventiva que el proyecto de diseño busca proporcionar al usuario “(...) espacios cómodos que permitan reducir la fatiga muscular en la medida de lo posible.”(Gama, 2018, p. 25) teniendo en cuenta los requerimientos de jugabilidad¹ del usuario y el tipo de ejercicio muscular que se requiere al realizar la actividad, todo esto teniendo como base las lesiones más comunes a las que son propensos los jugadores.

8.1.2. Ergonomía Cognitiva

Se entiende a la ergonomía cognitiva como la interacción del usuario con las distintas interfaces, en este caso físicas, y los indicadores de uso del objeto (mouse); así como también los procesos mentales cognitivos involucrados en la actividad junto con

¹ Facilidad de uso que un juego, especialmente un videojuego, ofrece a sus usuarios. (Real Academia Española, 2019)

el entendimiento por parte del usuario de la retroalimentación que proporcionan los indicadores de uso durante el ejercicio de la actividad física de jugar videojuegos.

8.1.2.1. Experiencia del Usuario (UX)

Sabiendo que *“La experiencia del usuario no se trata del funcionamiento interno de un producto (...) La experiencia del usuario se trata de cómo funciona en el exterior, donde una persona entra en contacto con él.”*(Garret, 2003, p. 6) Se pretende usar dicha experiencia como complemento a la ergonomía cognitiva con el fin de comprender la importancia de la función y la estética del objeto en la relación al usuario y a su entorno.

Desde ambos aspectos de un producto se incide en el desarrollo de las actividades del gamer mediante la configuración de los indicadores de uso y la percepción de los mismos, promoviendo una praxis adecuada vinculada al movimiento natural de la mano. Estos dos aspectos, funcionales y estéticos, tienen como finalidad el impacta en el desarrollo de la memoria muscular del usuario como aspecto fundamental en el incremento de sus habilidades competitivas.

8.2. Eje de los Gamers

8.2.1. La cultura gamer

Como paso previo a la definición de la cultura gamer, se entiende y considera un gamer bajo los siguientes parámetros: 1) es usuario (jugador) de videojuegos como manera recreativa o de manera profesional, 2) el tiempo de juego mínimo debe ser de dos días a la semana y 3) para entrar dentro de la categoría de profesional, debe dedicar en promedio de 8 horas de juego diarias, tiempo mínimo necesario dentro de varias plataformas de streaming para poder generar ingresos mediante partner.

Con lo expuesto, se considera cultura gamer para el presente proyecto, el conjunto de cualidades físicas y sensoriales que giran en torno a las propuestas estéticas y funcionales de los mismos videojuegos. Es la unión de características propias de aspectos de juegos virtuales adaptadas al mundo real, con la interpretación de una generación joven, cambiante, evolutiva y veloz, que busca encontrar además de comodidad, la representación, pertenencia y concordancia de su realidad con la propuesta en los juegos de video.

8.2.1.1. Cultura Material

“Cultura Material se define como los objetos que expresan la cultura de un pueblo. Estos objetos pueden ser tanto objetos de uso como rituales, y normalmente apoyan ritos o costumbres de la Cultura Popular.²”(Alvear, 2006, p. 22)

En donde, basados en lo mencionado, los objetos de la cultura material son los periféricos para computadoras de escritorio y/o laptop. Y los ritos o costumbres son todas aquellas actividades que giran entorno al acto de jugar videojuegos, incluso el hecho de elegir y adquirir estos últimos mencionados.

8.2.1.2. Cultura en el objeto de uso

Se entiende a la cultura en el objeto de uso como la conjunción de aspectos de la cultura material con objetos o productos de uso cotidiano, permitiendo que no solo la cultura sea la que moldee a los productos según sus características específicas y globales, sino también convirtiendo al producto en un mediador entre la cultura y la persona, cerrando así el ciclo. “Este vínculo entre cultura y objeto ha constituido a este último en un recurso relevante de la permanencia y estabilidad de la primera, haciendo que la forma brote como representación de una ideología.”(Sánchez Valencia, 2009, p. 36) Dando forma a la relación entre periféricos de computadora, en el caso específico del proyecto al mouse, y la interacción con el usuario y su entorno.

8.3. Eje del Diseño

8.3.1. Análisis tipológico

Para el presente proyecto se tomará como productos existentes a los modelos de mouse más populares entre la comunidad gamers entre los años 2021-2022. Esto debido a la evolución en características físicas y funcionales de estos productos en los últimos años.

Los modelos de mouse más populares en los últimos años como precedentes de cambios formales con un nuevo enfoque centrado en el usuario, el tipo de agarre, el contexto donde juega y cómo se realiza la acción; al mismo tiempo que una estas características con la evolución de la tecnología en este campo.

Cultura Popular es entonces la cultura que identifica a un pueblo, siendo además espontánea, forjada a través del tiempo. Mediante tradiciones, costumbres, tradición oral y cultura material. (Alvear, 2006, p. 22)

8.3.2. *Semiótica del producto*

Con base en la cita de Negrin y Fornari acerca de Abraham Moles, “(...) el objeto es comunicación; es portador de signos (...) su aprehensión a través de las manos o de los ojos (...)” (Negrin & Fornari, 1992) Se entiende para el presente a la semiótica, como la capacidad de los periféricos de computadora, en específico el mouse, de portar signos identificativos de la cultura gamer, cargando de un valor intrínseco las formalidad, líneas, curvas y colores que poseen los mismos. Además de comprender cómo estos aspectos no solo son un reflejo de la cultura, sino también como modeladores de la misma, y su influencia en la decisión de adquisición y preferencia sobre el usuario.

8.4. Descripción del Problema de Diseño

A raíz de la pandemia del Covid-19, se registra un aumento de usuarios a nivel global en plataformas de streaming como Twitch, Facebook Gaming, Nono, entre otras. Según datos de la consultora Newoo, “(...) la industria de los videojuegos pasará de 1,000 millones a 3,000 millones de usuarios hasta el 2023 (...)” (Primicias, 2021), lo que evidencia un crecimiento exponencial. Ecuador, también posee un incremento de personas vinculadas a plataformas de creación de contenido digital específicamente de videojuegos, asimismo, la creación de ligas competitivas conformadas por gamers surge a la par y en el país en los últimos años.

Si bien se registran implicaciones positivas de los videojuegos para el desarrollo de habilidad físicas y cognitivas, en cuestión negativa se encuentra que el sobre uso de los mismos propician afectaciones musculo esqueléticas. Además de las largas jornadas de juego, el factor de acciones realizadas es un punto clave, ya que un pro-player realiza entre 500 a 600 movimientos por minuto, refiriéndonos a acciones con las extremidades superiores. (Doctors of Osteopathic Medicine, 2020)

Según un estudio realizado por el Dr. Zwibel (2020) con gamers profesionales, demostró que el 56% de atletas de E-Sports presenta fatiga ocular, el 42% de ellos presenta dolor de cuello y espalda, el 36% dolor de muñeca y el 32% dolor en las manos. Sin embargo, únicamente el 2% de los afectados pone pausa a sus actividades profesionales para acudir al doctor y tratar sus afectaciones (Doctors of Osteopathic Medicine, 2020).

A pesar de que existen estudios que tratan de manera médica y quirúrgica estas lesiones, y objetos que reduzcan el dolor de dichas afectaciones interviniendo

directamente en el jugador y su posición al jugar; no existen productos que, sin dejar de pensar en mejorar el rendimiento del gamer, actúen a la vez desde el desempeño de la actividad física de jugar videojuegos. Buscando prevenir el desarrollo de afectaciones musculares o lesiones a causa de la práctica de dicha actividad, lo que desencadena en riesgos graves para la salud de los gamers, quienes ven en los videojuegos su fuente de ingresos.

El presente proyecto pretende abordar la prevención de lesiones musculares desde instancias previas al desarrollo de las mismas, actuando directamente sobre la actividad que el gamer realiza con el mouse y cómo la realiza, incorporando una experiencia que influya en la mecánica de juego y que actúe en factores que no sean únicamente el visual y auditivo, ya que estos campos son los más explorados en la actualidad dejando a un lado el resto de los sentidos.

En la realidad nacional, para muchos jóvenes de entre 16 a 24 años, el ser un gamer profesional o un streamer de relevancia es una nueva opción de profesión, y desarrollar una lesión musculoesquelética implica un tiempo de recuperación y tratamiento, que conlleva una interrupción en sus ingresos definiendo la problemática como la carencia de objetos ergonómicos que prevengan lesiones de muñeca en gamers contemplando la configuración del producto (desde la praxis y semiótica) para mejorar las capacidades productivas en el aspecto físico y ergonómico.

9. Capítulo II. Planteamiento metodológico

10. Objetivos

10.1. Objetivo General

- Rediseñar el periférico de entrada de interacción mano – pantalla, para que favorezca la prevención de lesiones de muñeca e incorpore una nueva experiencia en el gaming.

10.2. Objetivos Específicos

- Analizar el mouse por los gamers, identificando los puntos de origen de las lesiones actuales en mano y muñeca.
- Reconocer elementos identificativos y perceptivos de la cultura gamer, definiendo características técnicas y estéticas que apoyen al rediseño del periférico “mouse”.
- Proponer el rediseño del periférico “mouse”, incorporando un nuevo acercamiento formal y experiencial que apoye la prevención de lesiones y el desarrollo de habilidades mecánicas de jugabilidad.

11. Marco Metodológico

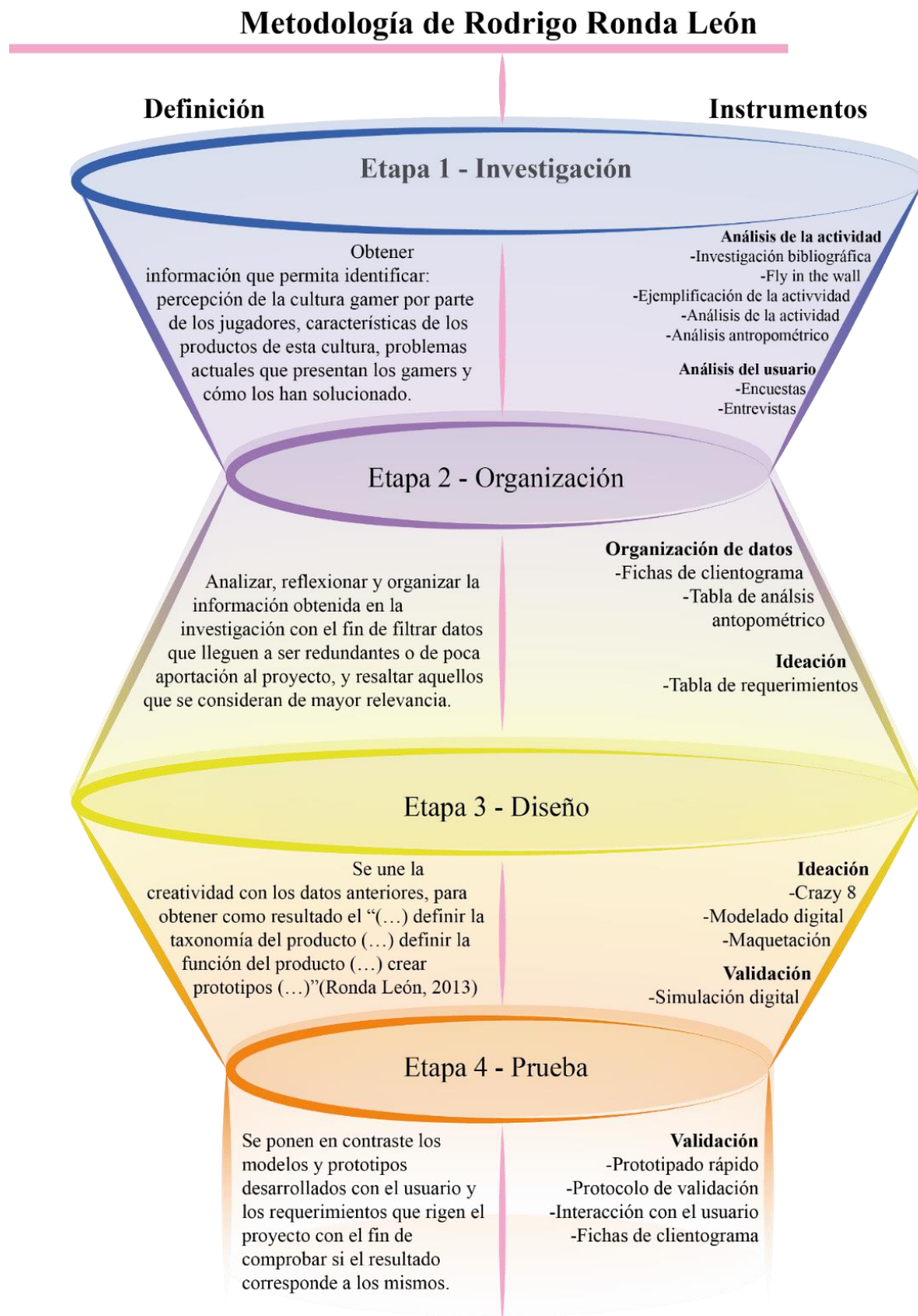
Se define el presente trabajo como un estudio experimental, ya que se pretende intervenir desde los periféricos de entrada en aspectos específicos de la actividad de jugar videojuegos, buscando favorecer la prevención ante el desarrollo de lesiones musculares vinculadas con dicha actividad. Se plantea el uso de la metodología de diseño de Ronda León, ya que presenta un fuerte componente investigativo dentro de sus cuatro etapas, además de la importancia que se le da a la validación e iteración durante el proyecto

Como el objetivo del presente incluye al usuario y los objetos con los que interactúa, la unidad de análisis son los mismos gamers, en este caso de la ciudad de Quito y el sector del Valle de los Chillos que presenten facilidad para formar parte de la investigación. Se realizará tanto investigación bibliográfica como análisis en tiempo real con los gamers. Para la recolección de datos se usa la técnica del muestreo por conveniencia, seleccionando a los miembros por su cercanía y facilidad, pensando en las características de segmentación los siguiente: jóvenes hombres y mujeres de 18 a 24 años, de la ciudad de Quito y el Valle de los Chillos, que jueguen videojuegos.

11.1. Metodología de Rodrigo Ronda León y los instrumentos planteados

Figura 2

Esquema de presentación del Marco Metodológico y los instrumentos de investigación



Nota: Los instrumentos de investigación planteados son considerados como herramientas que facilitan el desarrollo de la metodología.

11.2. Instrumentos de investigación

11.2.1. Investigación Bibliográfica

Figura 3

Resumen de los datos recolectados en la investigación bibliográfica

Investigación Bibliográfica

<p>La recolección y validación de datos dentro de esta herramienta se basó en instituciones y/o normativas especializadas en la ergonomía en el puesto de trabajo de Pantalla de Visualización de Datos (PVD)</p> <p>Norma Técnica Colombiana (NTC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las consideraciones tanto para el uso del teclado como para el mouse refieren que “(...) se debe permitir al trabajador mantener los brazos doblados por el codo, con un ángulo de 90° (...) No se debe apoyar las muñecas sobre una superficie dura, causaría síndrome del túnel carpiano (...)” - “(...) evitar realizar gestos bruscos y flexiones de los dedos sobre el ratón que puedan dañar articulaciones y tendones (...)”
<p>Norma Técnica Preventiva (NTP 602)</p> <p>Refiriéndose a las características y el uso del mouse indica que, “(...) debido a su uso cada vez más generalizado y continuo, se deben considerar algunas características.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Debe adaptarse a la curva natural de la mano - Se debe sujetar entre los dedos pulgar, y el cuarto o quinto dedo, permitiendo el apoyo de: parte de los dedos, mano y/o muñeca sobre la superficie, favoreciendo la precisión del manejo. - Los dedos segundo y tercer dedo se deberán apoyar ligeramente sobre los botones principales del ratón - “(...) no debe restringir la postura más cómoda del usuario (...) sus bordes no deben ser cortantes (...) debe ser estable en su uso, evitando que se deslice (...)”
<p>Norma Técnica Ecuatoriana NTE INE-ISO 9241-5</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Respecto al apoyo de brazos, muñeca y extremidades, “(...) deberá contribuir a la reducción de la carga estática de las extremidades superiores (...) y la necesidad de flexión, extensión y desviación excesivas de las muñecas.” - Dicho apoyo de muñeca puede darse de manera externa al dispositivo, o puede formar parte del mismo.

11.2.2. Encuestas

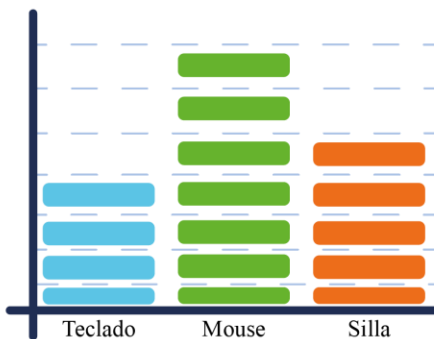
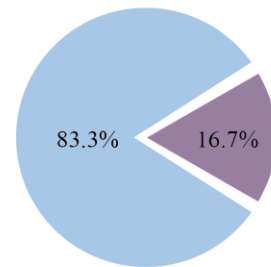
Figura 4

Resultados de las encuestas digitales

Encuestas Digitales

Identificar factores de percepción acerca de la cultura gamer en el entorno nacional, así como mencionar preferencias físicas y funcionales por parte de los consumidores respecto a productos gamers en la actualidad, y lo que representan para ellos.

Los resultados más relevantes indican que más del 50% de los encuestados, siendo gamers, se encuentran en un rango de edad de entre 21 a 24 años, definiendo así a este como el nicho de mercado al cuál se apunta en el proyecto.



De igual manera se corroboró mediante votación de los encuestados, que el periférico y/o elemento de la computadora externa a componentes del CPU más buscado y/o adquirido es el mouse, siendo este de las primeras adaptaciones que un gamer realiza al momento de buscar mejorar su espacio de trabajo.

Unos factores relevantes detectados mediante la encuesta fueron las preferencias estético-funcionales destacadas por los encuestados acerca de la forma y la presentación del producto, presentando los siguientes resultados.

- No se busca apariencias extravagantes, figuras muy llamativas no el hecho de usar luces RGB en todo el objeto.

- No buscan materiales rugosos o texturizados que dificulten la limpieza.

- Esperar encontrar formas simples, minimalistas, que sean cómodas al momento de jugar y que no ocupen mucho espacio. Que los materiales sean duraderos, resistentes y de calidad. De un uso intuitivo y dinámico.

- Buscan un producto que llame la atención sin formas exageradas, líneas continuas y simples, lisos, que no sea ostentoso, con colores neutros y que comunique confort y calidad.

Estos resultados marcan la pauta para el entendimiento de un producto gamer y las características de este entorno en la actualidad, y son estos datos los que ayudan a definir una línea de diseño que responda a las características de esta nueva cultura.

Nota: Los resultados de cada pregunta de las encuestas se encuentran en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

11.2.3. Entrevistas

Figura 5

Entrevistas virtuales

La orientación de la entrevista se guio desde el UX, con el objetivo de comprender el ambiente de trabajo del gamer/streamer, sus preferencias en cuando a productos, percepción del gaming y los problemas de salud que ha enfrentado respecto al uso de periféricos en los videojuegos, en concreto en el uso del mouse.

Se llevaron a cabo con Daniel Espin, gamer de la ciudad de Quito que empezó a streamer sus partidas hace un año y medio, sin embargo, lleva jugando videojuegos desde su adolescencia. Él, al igual que la mayoría de streamers del país, al momento de la entrevista, contaba un trabajo de planta el cual era su principal fuente de ingresos hasta lograr estabilizarse en el stream y la fotografía.



El tiempo promedio de juego de un gamer que tiene un segundo trabajo puede llegar a ser de entre 5-6 horas por día, durante este lapso de tiempo pueden jugar diversidad de categorías de videojuegos.

Para poder realizar esta actividad, Daniel ha tenido que modificar su espacio de trabajo adaptándolo con lo que tenía a la mano, y dentro de sus principales preocupaciones en periféricos estuvieron: audifonos, mouse y teclado, buscando siempre la comodidad y un buen desempeño al momento del juego.

Buscó la adquisición de un mouse que le permita tener un agarre amplio; ya que previamente presentó afectaciones musculares en los nudillos y tendones de los dedos anular y meñique, esto debido a que la superficie de contacto con el objeto era muy pequeña, ocasionando un mal agarre y una curvatura en estos dedos.

Siguiendo las recomendaciones de un doctor realizó la adquisición de un nuevo periférico con las **siguientes características:**

- Mouse que permita un agarre con los tres dedos principales de la mano, y un buen apoyo del anular y del meñique, evitando doblarlos o curvarlos.
- Materiales de calidad, duraderos.
- Evitar formas extravagantes o innecesarias, evitar mouse que tengan adornos que dificulten el agarre y llegaran a ser difíciles de limpiar.

Como recomendación tanto del doctor como de otros amigos gamers, Daniel evita apoyar la muñeca en la mesa o espacio de trabajo, eleva la muñeca buscando un mejor agarre, y además la inmoviliza usando el movimiento del antebrazo para desplazar el mouse.

Nota: Los resultados de la entrevista se encuentran organizados en fichas de clientograma en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

11.2.4. Fly in the Wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico

Figura 6

Desarrollo de las herramientas Fly in the wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico

Fly in the wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico

Se llevó a cabo el desarrollo de estas tres herramientas a la vez con el fin de optimizar tiempos y la disponibilidad del usuario. Las condiciones con las cuales se llevaron a cabo estas herramientas son las siguientes:

- **Duración de la actividad:** 2 horas y 30 minutos, la actividad empezó a las 15h30 y culminó a las 18h00.
- **Entorno:** La actividad se desarrolló en un departamento, en la habitación del usuario/gamer, la cual fue adecuada por el mismo con elementos que faciliten la jugabilidad.
- **Actividad a evaluar:** Cambios en la postura y agarre del mouse durante el tiempo que se desarrolla la actividad. Aproximación del tiempo que un gamer puede estar jugando antes de presenciar alguna molestia muscular.

Fly in the Wall: Desde un punto cercano al puesto de trabajo del gamer, se observó detenidamente factores como: postura inicial, cambios en la postura, variabilidad en la intensidad del juego, afectación de la intensidad de juego en la postura y agarre, tipo de movimientos realizados en la actividad.

Ejemplificación de la actividad: Esta herramienta consiste en recrea la actividad a estudiar, se puso en marcha con la guía del SE. Para esto se pidió al usuario que se dedicara a jugar videojuegos que sean de su preferencia y al nivel al que lo hace durante stream; también se le dio la libertad de permanecer sentado, moverse, adaptarse o incluso hacer pausas si lo considera necesario.

Análisis antropométrico: Se analizaron detalles específicos acerca de las angulaciones y sus variantes en la postura de codo, brazo, pecho, antebrazo y muñeca durante el desarrollo de la actividad. Para el registro de información se colocó un celular en un trípode que permita firmeza y ayuden a capturar fotografías desde planos laterales y cenitales cada media hora, y así poder analizar el cambio postural.

Estas herramientas sirven para poder analizar y recopilar datos acerca del desarrollo de la actividad del "gamer" en el estado de normalidad; con el fin de identificar signos de molestias o dolencias que se van haciendo presentes con el paso del tiempo.

Nota: Las evidencias de estas herramientas se ven plasmadas en el instrumento de Análisis Antropométrico.

11.2.5. Fichas de Clientograma y tabla de análisis antropométrico

Figura 7

Exploración de las herramientas de organización de la información

Fichas de clientograma y Tabla de análisis antropométrico

Estas herramientas ayudan a la organización, clasificación y filtración de los datos obtenidos en herramientas anteriores, con el fin obtener resultados concretos del proceso de investigación de campo. Los resultados se presentan en dos herramientas distintas que ayudarán a la interpretación de la información.

Ficha de Clientograma

Esta herramienta ayuda a organizar los datos recolectados durante la entrevista de una manera práctica y didáctica, permitiendo enfocar de mejor manera el filtro de preguntas e información.

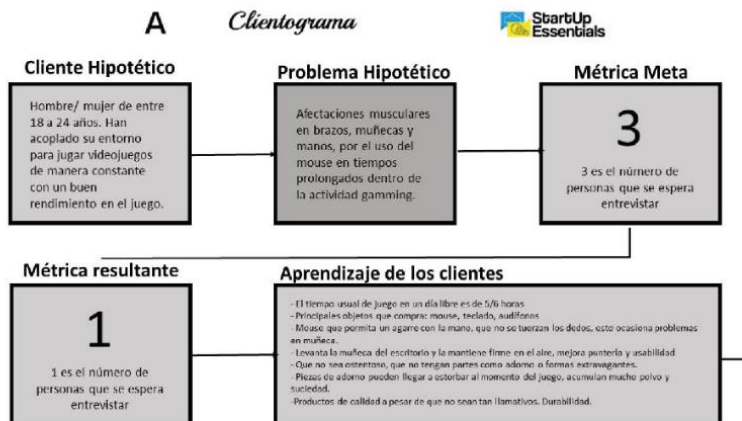
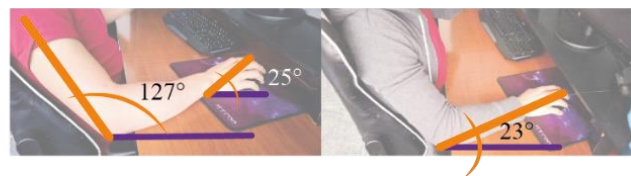


Tabla de análisis antropométrico

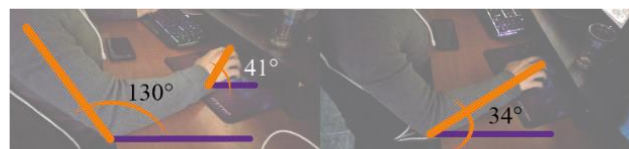
Esta herramienta ayuda a la recolección y análisis de datos obtenidos durante el análisis antropométrico, revisar Fly in the Wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico.

El registro del análisis antropométrico se llevó a cabo cada media hora durante un tiempo de 2 horas y 30 minutos. En estas tablas no solo se recolecto información ergonómica técnica sino que además se añadió un apartado para realizar anotaciones rápidas que corresponden a la herramienta de observación antropométrica aplicada a la par.

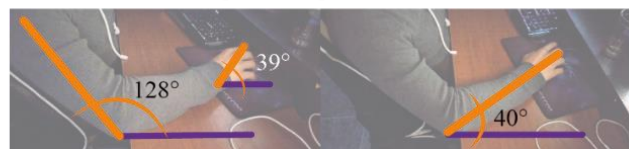
Inicio de la prueba - previo al descanso



Mitad de la prueba - descanso



Final de la prueba - posterior al descanso



Nota: Las evidencias de la Ficha de clientograma y de la Tabla de análisis antropométrico se encuentran en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Respectivamente.

11.3. Conclusiones Parciales

Figura 8

Recopilación de las conclusiones por herramienta

Conclusiones parciales por instrumento

A continuación, se presentan las conclusiones relevantes de cada una de las herramientas de investigación utilizadas en la primera fase de la metodología y organizadas en las herramientas de recolección de la segunda fase.

Encuestas

- El mouse es considerado un periférico de prioridad al momento de adaptar el espacio de trabajo del gamer.
- De manera visual, los gamers ya no buscan las formas extravagantes, ostentosas y llamativas en sus productos. Tratan de evitar objetos que contengan muchas piezas de adorno. Procuran la funcionalidad por encima de lo ostentoso.
- Buscan formas y colores minimalistas y lineales, que sean y se vena cómodos, fáciles de usar y limpiar, que tengan un buen rendimiento en el juego y aporten a la experiencia. Materiales sin textura y que se sientan resistentes.

Entrevistas

- El tiempo promedio de juego es de 5 a 6 horas por día para un gamer que tiene diversas ocupaciones laborales.
- Un mal agarre por poca superficie de contacto entre el mouse y la mano pueden provocar posiciones inadecuadas de los dedos, desembocando en dolores y afectaciones musculares y en tendones.
- Por recomendación del doctor, se sugiere un dispositivo que permite un agarre con la palma y una posición de los dedos que no están en un click relajada y estirada. La muñeca debe permanecer recta y estática.

Investigación Bibliográfica

- Mantener los brazos doblados por el codo, con un ángulo de 90°. No se debe apoyar las muñecas sobre una superficie dura, causaría síndrome del túnel carpiano.
- Debe adaptarse a la curva natural de la mano
- Se debe sujetar entre los dedos pulgar y el cuarto o quinto dedo, permitiendo el apoyo de: parte de los dedos, mano y/o muñeca sobre la superficie, favoreciendo la precisión del manejo.
- Contribuir a la reducción de la carga estática, flexión y otros movimientos bruscos de la muñeca.

Fly in the wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico

- Existe una elongación del codo que no corresponde con la postura adecuada.
- A pesar de mantener la muñeca firme y elevada, existe una flexión de la muñeca con ángulo positivo mayor a 90° que aumenta con el paso del tiempo, afectando esta zona y los tendones correspondientes.
- Existe una ligera rotación radial con ángulo negativo menor a 90° que genera zonas de presión en el lado opuesto del giro.
- Se procura mantener una posición neutra de rotación prono-supino durante todo el desarrollo de la actividad.
- El gamer empieza a sentir molestias y requiere de un descanso a la hora y media de la actividad demandante, en este descanso se reacomoda a la posición inicial, lo que le permite continuar con el trabajo.

Nota: Las conclusiones parciales pertenecen a la interpretación de los datos proporcionados por las investigaciones.

11.4. Requerimientos de diseño

Tabla 1

Tabla de requerimientos

Factor Específico	Requerimiento	Métrica	Fuente
Ergonomía Física	Necesidades antropométricas de los gamers	Largo de superficie de contacto con la mano: 120mm - 129mm	Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, 2007.
		Ancho de superficie de contacto con la mano: 80mm	
		Alto de curvatura de la mano: 42mm	
	Dimensiones del apoyo en el agarre	Ancho de apoyo: 60mm	
	Largo de apoyo: 30mm		
		Alto total del apoyo: 38mm	

Factor Específico	Requerimiento	Métrica	Fuente
Ergonomía Cognitiva	Posición controlada del movimiento de las extremidades	Mantener un ángulo de extensión de la muñeca igual a 0°	Esports Heltcare, 2016.
		Limitar la rotación radial de la muñeca en +/- 2° de la posición inicial de	
		Posición neutral de rotación pronosupino de la mano	
	Nivel de rigidez del apoyo	Soporte suave que evite la compresión del nervio medio	Ergonomía Cognitiva, J. J. Cañas, 2001.
	Interacción con los indicadores de uso	Indicador táctil de las interfaces análogas de interacción	
		Retrolimentación física/sonora de la acción	

Factor Específico	Requerimiento	Métrica	Fuente
Características Tecnológicas	Método de conectividad de alta compatibilidad con SO	USB Tipo A 3,0 de 900 mAh de una potencia de hasta 4,5W	Análisis de lo existente del presente proyecto, 2022.
		Recubrimiento del cable USB de tela o tipo paracord de hasta 1,8m	
	Interfaces ambidiestras	Hasta 8 pulsadores independientes	
	Fidelidad en la respuesta de la actividad de click	Switches mecánicos de baja latencia	
		Switches de hasta 30 millones de pulsaciones	
	Sensibilidad en el desplazamiento virtual	Sensor óptico de 12000 DPI nativos y una tasa de Polling Rate de hasta 1000hz	
Baja resistencia al movimiento sobre la superficie de apoyo del objeto	Pads de desplazamiento inferiores de PTFE		

Factor Específico	Requerimiento	Métrica	Fuente
Características Físicas	Flujo de aire en el área de contacto con la palma	Material que permita la transpiración y soporte el contacto con el sudor palmar	Análisis de lo existente del presente proyecto, 2022.
	Concavidad central para manejo ambidiestro	Concavidad simétrica tipo "cintura" de entre 56mm a 58mm de largo total	
	Peso dentro de la categoría de ultraligeros	De entre 59g a 70g aproximadamente (sin el cable)	
	Soporte de pulgar ambidiestro	Longitud de superficie de soporte de 4mm a 6mm desde ambos bordes de la concavidad para manejo ambidiestro	
	Área de contacto con los dedos del 90 al 100%	Superficie de contacto de 22mm hasta 25mm	Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, 2007.

Factor Específico	Requerimiento	Métrica	Fuente
Simbólico	Mimetismo con el entorno	Uso de colores neutros y sus gamas monocromáticas como: negro, gris, beige, marfil; en los elementos de mayor tamaño (carcasa, puntos de apoyo, base)	Self-identification as a “gamer” among college students: Influencing factors and perceived characteristics, 2019. Investigación de campo para del presente proyecto, 2022.
	Resalte de los indicadores de uso	Uso de gama de colores complementarios que genere contraste en elementos de las interfaces de interacción	
	Formal (nueva cultura gamer)	Líneas orgánicas continuas que reflejen el dinamismo de las actividades gamers	
		Bordes y contornos que asemenjen la aerodinámica y agresividad en la práctica del juego	
		Simetría vertical que permita el uso ambidiestro	
	Acabados del material	Forma minimalista que se integre al ámbito gamer sin entorpecer el desarrollo de la actividad	
		Textura lisa en zonas de contacto y soporte	
		Textura rugosa en zonas de contacto y agarre en elementos de las interfaces de interacción	
		Mezcla de acabados mate y satinados	

Factor Específico	Requerimiento	Métrica	Fuente
Recursos	Materiales que permitan el prototipado rápido mediante la técnica de impresión 3D	Uso de PLA PRO (ácido poliláctico) para la impresión de los elementos rígidos y resistentes del objeto	
		Uso de TPU PRO (poliuretano termoplástico) para la impresión de los elementos flexibles del objeto	

Nota: Los requerimientos planteados nacen desde la investigación y análisis de lo existente, tomando como referentes productos del mercado, y las normas estándar que cubren estas necesidades.

12. Capítulo III. Desarrollo Conceptual y validación

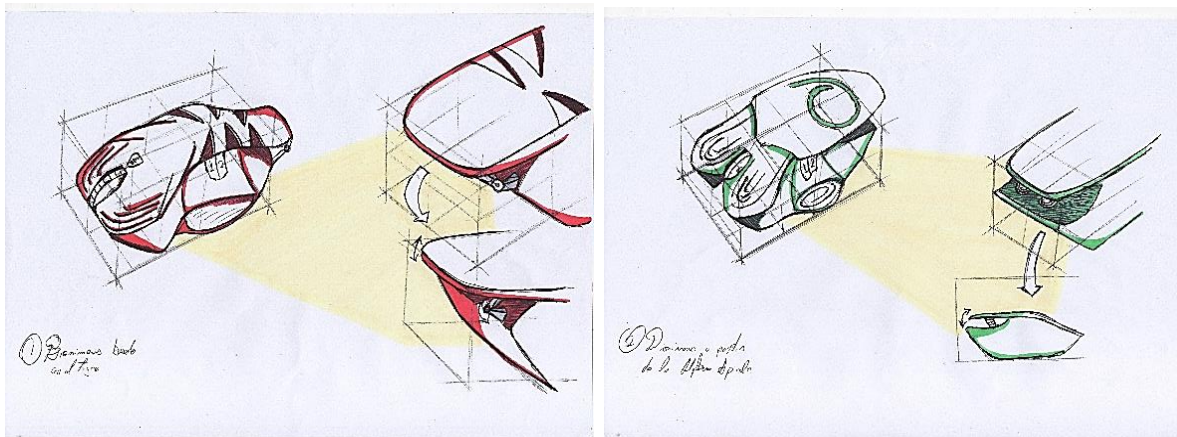
12.1. Proceso de ideación: biomímesis y análisis de referentes

La etapa de ideación busca una exploración de diversas alternativas formales y funcionales que solucionen los problemas detallados en los capítulos previos. En el presente proyecto y para explicar el proceso conceptual se parte de las siguientes herramientas:

- Biomímesis³: Por ser una herramienta que permite un entendimiento de la biomecánica de la actividad del videojuego desde referentes de la naturaleza que solucionan el problema del soporte al impacto, la comodidad y vinculada a características formales, de textura y estéticas que dirigen el proyecto a diseñar. Se pretende abordar el primer nivel de biomímesis, tomando como base los aspectos para el proceso de diseño aspectos físicos y funcionales básicos de los organismos naturales elegidos.

Figura 9

Bocetos iniciales vinculados a la experimentación con biomímesis



Nota: La explicación de estas primeras ideas conceptuales se encuentran en el apartado de Descripción y visualización de propuestas conceptuales

- Análisis de referentes: Ofrece detalles complementarios de soluciones existentes centradas en los requerimientos del proyecto, que a nivel macro son: ergonomía física, ergonomía cognitiva, características físicas y tecnológicas, y por último características simbólicas, y recursos constructivos que se organizan en la tabla a continuación bajo la denominación de categorías de análisis.

³ Se entiende como el proceso creativo mediante el cual se da la generación de ideas y el entendimiento de diversos problemas a través del análisis de referentes naturales, animales o plantas, que solucionan el problema de distintas maneras. (Delf University of Technology, 2010)

Tabla 2

Tabla de análisis de referentes

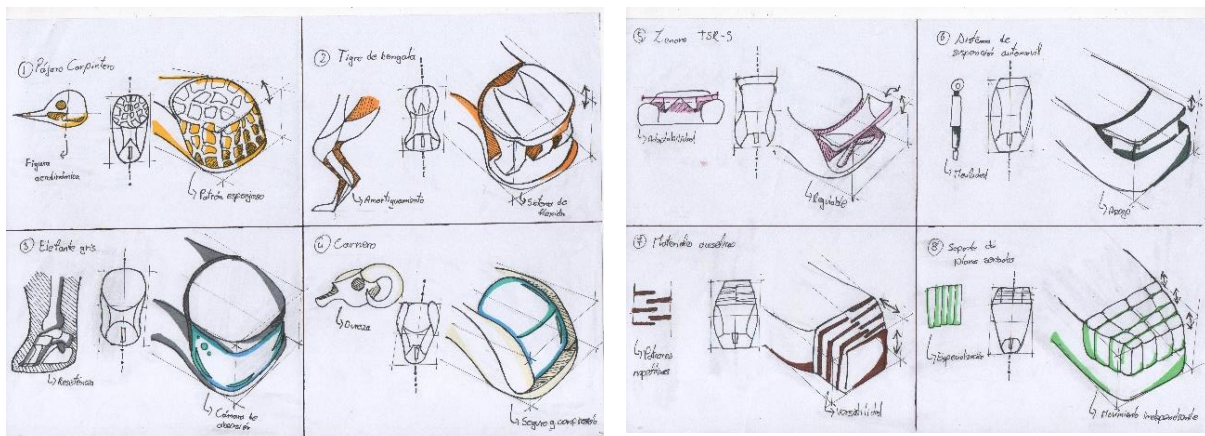
variable a analizar	Moda, Estilo o Simbología	Dimensiones	Materiales	Peso	Funcionalidad	Seguridad	Color	Textura	
Guía de criterios a consignar	Representa un símbolo (bienestar, lujo y/o clase).	Ancho, largo y alto.	Lista de materiales / componentes.	Peso en Kilogramos, gramos o libras.	¿Funciona bien? Posee partes mecánicas, electrónicas o informáticas? ¿Hay que montarlo o desmontarlo?	cumplimiento de aspectos de seguridad (INEN-ISO 9241-5 / NTC / NTP)	Atributos del color / Tinte o matiz / Claridad o luminosidad / Saturación o pureza / Contraste bidimensional o tridimensional	Calidades perceptivas / la procedencia / el material portador / la escala.	
Clasificación Taxonómica		Forma simétrica, pequeño, variedad de colores, alto rendimiento en el juego	Alto: 116,6mm Ancho: 62,15mm Prof: 38,2mm	Plástico ABS con textura lisa	99g	Se debe retirar la tapa para colocar las baterías, switch mecánicos, lector óptico Hero de 12000 DPI	Ideal para distintos tamaños de mano, y agarres tipo garra y dedos, sigue la curva de la mano	Acabados satinados, combinación entre pasteles y colores saturados, contraste de color	Textura lisa y uniforme al tacto
		Forma simétrica, pequeño, simplicidad en color y figuras, alto rendimiento en el juego	Alto: 127mm Ancho: 42,7mm Prof: 61,7mm	Plástico ABS con textura lisa	96g	Pulsadores mecánicos, sensor óptico nativo de 6400 DPI	Ideal para distintos tamaños de mano, y agarres tipo garra y dedos, sigue la curva de la mano	Acabados satinados de colores neutros, fariación de textura en los laterales	Textura lisa y uniforme en la parte superior, textura un poco más aspera en los laterales
		Forma simétrica, se percibe como un objeto complejo, más agresivo	Alto: 124,2mm Ancho: 66,8mm Prof: 38,2mm	Plástico ABS con textura lisa, vaciados en la carcasa, incluye láminas de PTFE con textura hexagonal al relieve	59g con cable 80g con cable	Pulsadores mecánicos TTC Golden, sensor óptico Pixart 3335 de 16000 DPI, cable de paracord Hyperflexy	Ideal para agarres tipo garra y de dedos, sigue la curva de la mano y es ultraligero en movimientos	Acabados satinados en colores neutros, textura en vaciados y texturas opcionales	Textura lisa en su mayoría
		Forma asimétrica, llamativa y agresiva	Alto: 130mm Ancho: 60mm Prof: 42mm	Plástico ABS con texturas lisas	92g	11 pulsadores ópticos Razer, sensor óptico Focus+ de 20000 DPI, cable de paracord Speedflex	Ideal para agarre de palma y de dedos, aciento de dedo pulgar y botones de fácil acceso con agarre de palma	Acabado satinado con mezcla de texturas lisas y asperas, con colore negro	textura aspera en su mayoría
		Forma simétrica, simple y minimalista	Alto: 108mm Ancho: 60mm Prof: 38mm	Plástico ABS con mezcla entre texturas lisas y asperas	60g	6 pulsadores mecánicos Razer de 2da generación, sensor óptico 5G de 18000 DPI, BLUETHOOT Razer HyperSpeed Wireless	Ideal para manos medianas y pequeñas con todo tipo de agarre, o manos grandes con agarre de dedos	Acabado satinado con textura semi-aspera, en colores negro, blanco y customisable	Textura semi-aspera
		Forma simétrica simple, líneas minimalistas continuas	Alto: 126,8mm Ancho: 57,6mm Prof: 37,8mm	Plástico ABS con mezcla entre texturas lisas y asperas. Uso de PTFE (teflón) en la base de carga	74g	8 pulsadores ópticos de Razer, sensor óptico Focus + de 20000 DPI, Bluetooth Razer HyperSpeed Wireless y adicional cable	Ideal para manos medianas y grandes, cualquier tipo de agarre, funcional para diestros y zurdos	Acabado satinado en la mayor parte del producto, acabo gloss en la franja divisora de los botones principales, colores negro, blanco rosa y tema de Cyberpunk 2077	Textura semi-aspera
		Forma asimétrica, agresiva, disruptiva robótica	Alto: 119mm Ancho: 88mm Prof: 39mm	Plástico ABS con mezcla entre texturas lisas y asperas	157g	11 pulsadores ópticos de larga duración, sensor +optico PixArt de 20000 DPI, conexión con cable de paracord de 1,8m	Ideal para todo tipo de manos y agarres, base de palma extensible, funciona para diestros	Acabado gloss similar al brillo metálico en colores rojos y begros, uso de luz led RGB	Textura lisa

Nota: Se presenta un extracto de la tabla de análisis de lo existente realizada como parte de la herramienta de análisis de referentes.

Ambas técnicas se materializan mediante la herramienta de bocetación Crazy 8 (Martin & Hanington, n.d.), en la cuál 4 soluciones se centran en la biomímesis y otras 4 en el análisis de referentes para un total de 8 ideas; así, mediante la evaluación por checklist con la tabla de requerimientos se eligen los 4 conceptos más propicios. Posteriormente se pasa a una valoración de la inspiración por parte de los usuarios a través de encuesta, para de esta manera finalizar con la validación de los conceptos elegidos por los usuarios mediante una encuesta final acompañado del uso de modelos de estudio de las propuestas finalistas.

Figura 10

Herramienta Crazy 8



Nota: Se presentan los 8 bocetos rápidos, a la izquierda biomímesis y a la derecha análisis de referentes; y plasmados mediante el Crazy 8

12.2. Visión del diseño

Entendiendo a la actividad gamer como una profesión naciente en el contexto nacional, y que el sufrir una lesión representa una afectación directa al desempeño de estos ejercicios con videojuegos; se pretende abordar la prevención de lesiones desde el diseño de productos, interviniendo de manera directa en los objetos necesarios para la praxis de la actividad y que cuyo uso por tiempo prolongado propician el desarrollo de dolencias a nivel muscular. Tomando como base para el entendimiento de la prevención desde el diseño, que la esencia de este último es el “*concebir una realidad antes de que ésta sea*” (Franky, 2015, p. 40) actuando con y desde los objetos en etapas tempranas para así evitar el apareamiento de lesiones en el mundo gamer.

Se entiende la intervención desde el diseño, y la aplicación de la prevención; como la búsqueda de favorecer y mejorar no solo el desempeño de la actividad, sino también la actividad misma; todo esto fundamentado en la visión social del diseño de productos en la

que se basa el presente proyecto, comprendiendo que como objetivo el diseño y creación de productos “(...) debe mejorar la vida de tantas personas como sea posible.”(Starck, 2020).

12.3. Descripción y visualización de propuestas conceptuales

Se desarrollan dos conceptos iniciales, en base a la biomímesis, los cuales servirán de base para la generación de ideas en las herramientas antes mencionadas.

Figura 11

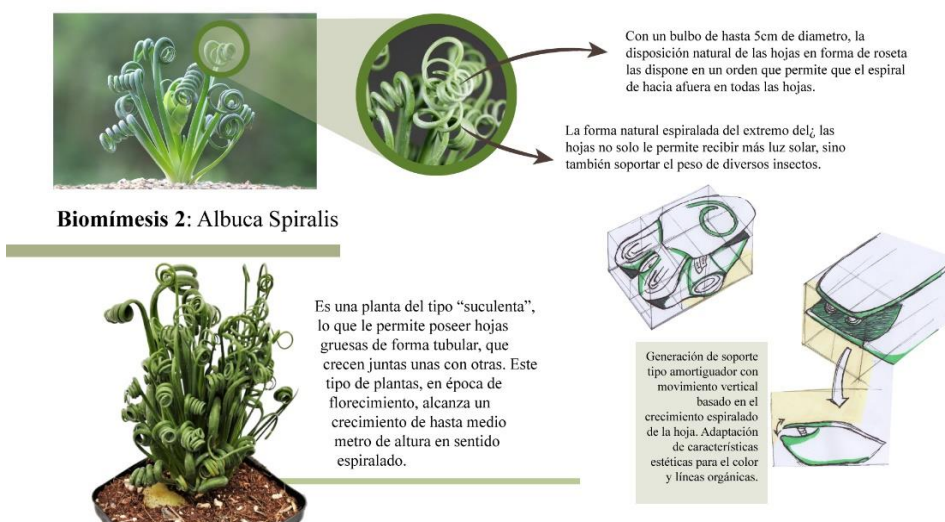
Primer boceto de exploración



Nota: primer boceto de exploración de la técnica biomímesis

Figura 12

Segundo boceto de exploración



Nota: Segundo boceto de exploración de la técnica biomímesis

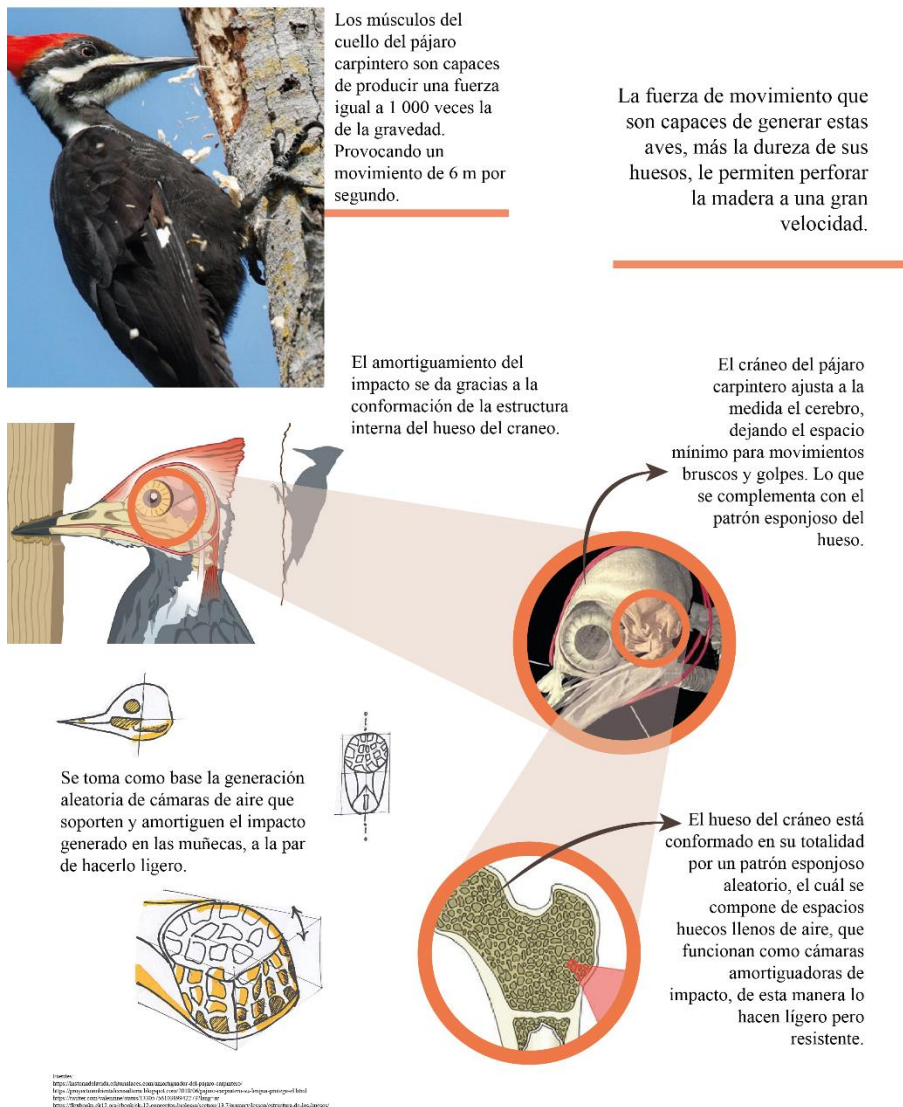
A continuación, se presentan las ideas de concepto resultantes de la herramienta Crazy 8.

- Primera idea: El concepto detrás del pájaro carpintero nace desde el entendimiento de cómo el cráneo del mismo soporta el impacto al tallar la madera, lo que se busca es una analogía con el impacto que se realiza sobre la muñeca, los músculos y tendones que pasan por esa zona al momento de jugar videojuegos. Dentro de la estructura ósea del pájaro carpintero, este presenta un patrón esponjoso en la zona craneal que le brinda dureza y al mismo tiempo permite la absorción y amortiguamiento del impacto en el movimiento.

Figura 13

Primer boceto de Crazy 8

Biomímesis 1: Cráneo del pájaro carpintero



Nota: Primer boceto de la técnica Crazy 8 en base a biomímesis

- Segunda idea: El concepto basado en el tigre de bengala se da desde el análisis del sistema locomotor del tigre y como es capaz de impulsar al animal al salto y amortiguar el impacto de la caída. En el estudio se busca una analogía con el impacto que se realiza sobre la muñeca, los músculos y tendones que pasan por esa zona al momento de jugar videojuegos. El sistema óseo-muscular de la pata trasera del tigre presenta una serie de conexiones que favorecen un movimiento vertical adecuado para el amortiguamiento del impacto.

Figura 14

Segundo boceto de Crazy 8

Biomímesis 2: Patas traseras del Tigre de Bengala



Los grandes músculos del tigre le permiten moverse con velocidad, agilidad, y saltar con fuerza; llegando a elevar su cuerpo hasta cerca de los 5 m de altura de un solo salto.

La fuerza que imparten los músculos de este animal no solo le permiten acelerar a grandes velocidades, sino también generar un increíble salto, y amortiguar la caída del mismo.

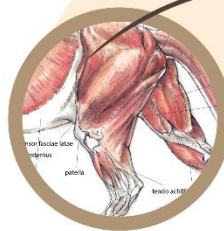
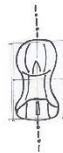


El amortiguamiento del impacto se da gracias a la disposición de los huesos de sus piernas y a la forma de su musculatura.

Los músculos de sus piernas traseras están dispuestos en forma de zig zag, lo que les permite plegarse y desplegarse con facilidad; dándole esa potencia en el salto, y la habilidad de desacelerar la fuerza de la caída.



Se toma como base el sistema de plegado y la capacidad de movimiento individual de cada sección para generar el mecanismo de amortiguamiento del impacto.



Los músculos que rodean los huesos están conformados por grupos de fibras largas, que culminan en los tendones que hacen posible el movimiento de plegado individual de cada zona de la pata, permitiéndole amortiguar los 360 kg que pesa el tigre al momento de aterrizar.

imagenes:
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/19687868-01>
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/19687868-01>
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/19687868-01>
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/19687868-01>

Nota: Segundo boceto de la técnica Crazy 8 en base a biomímesis

- Tercera idea: Como base de este concepto se encuentra el elefante gris, ya que este es, dentro de las especies de elefante, el más grande, fuerte y feroz de estos animales, siendo sus patas el punto de apoyo propicio para el desarrollo de todas sus actividades, lo que se busca es una analogía con el soporte de cargas y la firmeza para resistir el impacto que se realiza sobre la mueca, los músculos y tendones que pasan por esa zona. La almohadilla natural de la pata del elefante es capaz de soportar la carga musculo-esquelética del animal, además de brindarle un punto de apoyo sólido para realizar todas sus actividades.

Figura 15

Tercer boceto de Crazy 8

Biomímesis 3: Patas del Elefante Gris



Un animal imponente y feróz, acostumbrado a pasar la mayor parte de su vida de pie y caminando largas distancias, su sistema óseo a evolucionado para poder soportarlo.

La anatomía de sus patas es distinta a la del resto de animales, con una superficie de contacto mayormente plana, y con un conjunto de huesos y cartílagos amortiguan todo su peso.

El amortiguamiento del impacto se da gracias a la forma de sus huesos, y la calma acolchonada natural que se encuentra abajo de estos.

La superficie plana de la base de su pata le permite tener una mayor área de contacto que reciba el peso del animal; este factor sumado a la cama acolchonada natural lo hacen capaz de aguantar 300kg de movimiento continuo.



Se toma como base el sistema conformado por una amplia superficie de contacto, y la generación de un colchon flexible, para amortiguar el peso de la muñeca.



La cama acolchonada natural generada en base a un cartilago flexible, ayuda a la distribución uniforme del peso del animal en las 4 patas. Además, este colchon cartilaginoso permite que cada paso sea silencioso, y le ayuda a percibir las ondas sónicas que se expanden por el suelo.

Elephant
<https://www.shutterstock.com/stock-photo/elephant>
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/elephant>
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/elephant>
<https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/elephant>

Nota: Tercer bocetos de la técnica Crazy 8 en base a biomímesis

- Cuarta idea: El concepto proveniente del carnero se da mediante el análisis del sistema ósea-muscular, y cómo este capaz de amortiguar impactos significativos, teniendo como referencia los fuertes golpes que se proporcionan entre miembros de la misma especie. Los que se busca es una analogía con la capacidad de soportar grandes cargas e impacto que se realiza sobre la muñeca, los músculos y tendones que pasan por esa zona. El conjunto de cuernos y una almohadilla natural situada en el cráneo, justo en medio de ambos cuernos favorece la creación de un sistema de elementos que amortiguan el impacto con diversos puntos de apoyo.

Figura 16

Cuarto boceto de Crazy 8

Biomímesis 4: Cráneo del Carnero



Un animal feróz, ágil, y con una gran fuerza, en época de apareamiento el carnero lucha con otros machos de su especie mediante golpes fuertes en la cabeza.

Una pareja de contrincantes puede llegar a golpearse como mínimo hasta 21 veces, impactando con todo su peso sobre la cabeza del otro, haciendo que si cráneo amortigue todo el golpe.



El amortiguamiento del impacto se da gracias a la conformación de su cráneo, su cornamenta y la delgada capa que separa sus huesos craneales de su piel.

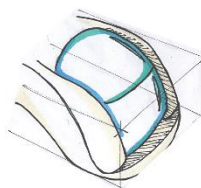
Un carnero puede alcanzar una velocidad de 35km/h al momento de impulsarse para golpear a su contrincante; la manera en la que evitan lesiones en su cerebro se debe a la doble capa de hueso poroso que conforma la parte de la frente.



Se toma como base el sistema conformado su cornamenta, capa de doble hueso y la cama de grasa, para de este modo generar el mecanismo que soporte el impacto en la muñeca.



Esta doble capa de hueso se encuentra recubierta por una delgada pero resistente capa de tejido adiposo, esto, sumado a su cornamenta formada por capas de hueso rígido, listos para recibir el primer impacto, es por lo que el carnero puede aguantar los 150kg de impacto por golpe.



Fuente:
<http://www.elsalvador.com/imagenes-de-animales/>
<http://www.pdca.com.co/imagenes/>
<http://www.1000.com/imagenes-de-animales/>
<http://www.pdca.com.co/imagenes/>

Nota: Cuarto boceto de la técnica Crazy 8 en base a biomímesis

- Quinta idea: El concepto detrás del automóvil deportivo Zenovo TSR-S nace desde el análisis del alerón dinámico del mismo, y su sistema móvil de ajuste automático, que le permite soportar grandes cargas aerodinámicas y de esta manera lograr el óptimo desempeño del automóvil. Lo que se busca es una analogía con la capacidad de autoajuste necesario para soportar cargas que se realizan sobre la muñeca, los músculos y tendones que pasan por esa zona. El sistema de barras transversales móviles permite el ajuste del alerón según la necesidad, orientación y fuerza de la carga aplicada, permitiendo un rango de adaptabilidad que soporte dichos pesos generados en la actividad.

Figura 17

Quinto boceto de Crazy 8

Referente 1: Alerón del Zenvo TSR-S

El Zenvo TSR-S es un super auto de pista, que incorpora tecnología de punta pensado en mejorar la carga aerodinámica, con un nuevo concepto de auto de carreras.

La tecnología detrás de la aerodinámica del auto se centra en la capacidad de adaptación del alerón a la situación, dando como resultado un componente adaptable e inteligente que soporta la fuerza G.

El sistema de ajuste inteligente del alerón le permite graduar su inclinación en el eje "x" y "y", aportando a la capacidad de soportar las altas fuerzas G a las que se somete.

Con un factor de aceleración que puede superar los 200 km/h, la flexibilidad del alerón hace que este no se rompa frente a la fuerza del viento, además de permitirle soportar cargas como la "down force" sin doblarse.

Se toma como base el sistema inteligente de adaptación y la flexibilidad del material, para acomodarse de manera personalizada a las cargas ejercidas por la muñeca.

El mecanismo inteligente generado por pistones hidráulicos y ejes rotatorios le permiten al alerón cambiar de posición, y por ende modificar los puntos de presión según se necesite, para de esta manera incrementar la carga aerodinámica del automóvil.

Pinato
https://www.facebook.com/zenovotcars/...
https://www.instagram.com/zenovotcars/...
https://www.tiktok.com/@zenovotcars/...
https://www.youtube.com/channel/UC...
https://www.linkedin.com/company/zenovotcars/...

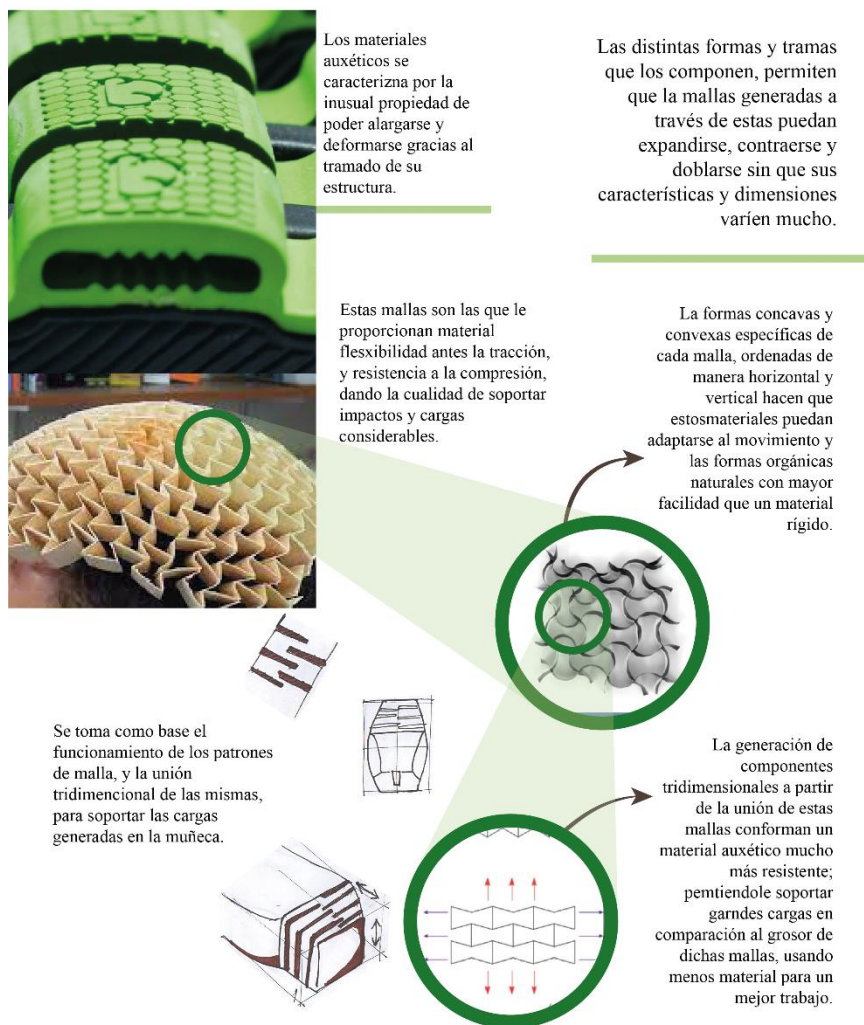
Nota: Primer boceto de la técnica Crazy 8 en base a análisis de referentes.

- Séptima idea: El concepto basado en los materiales auxéticos nace desde el análisis de los patrones ordenados de dichos materiales, y cómo estos patrones le dan la capacidad de adaptabilidad a cargas, pesos y movimientos sin afecta la estructura del objeto. Lo que se busca es una analogía con la capacidad de soportar cargas que se realizan sobre la muñeca, los músculos y tendones que pasan por esa zona. Los patrones generados por la sustracción de materia en los objetos auxéticos le permiten adaptarse a los puntos de presión generados por las cargas aplicadas sobre estos, generando un amortiguamiento nato y una adaptabilidad a la variación de los puntos de presión.

Figura 19

Séptimo boceto de Crazy 8

Referente 3: Tramado de materiales auxéticos



Nota: Tercer boceto de la técnica Cray 8 en base a análisis de referentes.

- Octava idea: El concepto basado en los planos seriados nace teniendo como base inicial la sexta idea, adaptándola a la capacidad de los planos seriados de replicar una forma, dando paso a la idea de juntar varias veces en un patrón ordenado de módulos que permitan el amortiguamiento de cargas. Lo que se busca es una analogía con la capacidad de soportar cargas que se realizan sobre la muñeca, los músculos y tendones que pasan por esa zona. La repetición de módulos que amortigüen las cargas generadas en distintos puntos de presión permite un factor de adaptabilidad y soporte de manera personalizada durante el desarrollo de la actividad.

Figura 20

Octavo boceto de Crazy 8

Referente 4: Planos seriados



Nota: Cuarto boceto de la técnica Crazy 8 en base a análisis de referentes.

12.4. Valoración de conceptos

En el presente proyecto, se concibe a la etapa de valoración de propuestas conceptuales en cuatro subetapas, las cuáles fueron brevemente mencionadas al inicio de este capítulo. La primera etapa consiste en la realización de una tabla de doble entrada, mediante la cual se analizan cada una de las propuestas elaboradas en el *Crazy 8*, y su nivel de cumplimiento de macro – requerimientos a nivel de exploración conceptual que se alcanza. Esta herramienta de elaboración propia permite evaluar cada propuesta en una escala del 1 al 5, conociendo al 1 como el valor más bajo de cumplimiento del requerimiento y 5 el valor más alto; los resultados que arroja este proceso son 4 conceptos elegidos desde la funcionalidad y cumplimiento de requerimientos, dichas propuestas pasan a la segunda etapa que consiste en una evaluación por parte de los usuarios.

Tabla 3

Tabla de validación de los conceptos generados en Crazy 8

Checklist de validación de los conceptos iniciales conforme macro-requerimientos

Conceptos	Ergonomía Física	Ergonomía Cognitiva		Características físicas	Simbólico			Total
	Zona de apoyo para el agarre	Mantener una posición controlada del movimiento de la muñeca	Bajo nivel de rigidez del apoyo	Flujo de aire en el área de contacto con la palma	Resalte de los indicadores de uso	Líneas orgánicas y continuas	Representación minimalista de la aerodinámica	
Idea 1: Pájaro Carpintero	3	2	4	4	4	5	3	25
Idea 2: Tigre de Bengala	4	3	2	3	4	2	3	21
Idea 3: Elefante	4	3	3	2	4	3	3	22
Idea 4: Camero	3	3	4	3	4	4	3	24
Idea 5: Zenvo TSR-S	4	3	3	2	4	3	4	23
Idea 6: Amortiguador de automóvil	3	3	2	2	4	3	3	20
Idea 7: Materiales auxéticos	4	3	4	3	4	4	3	25
Idea 8: Planos seriados móviles	3	3	3	3	4	3	3	22

Nota: El rango elegido para que una idea pueda pasar a la siguiente fase se determina como el valor correspondiente a la media de calificación de la fila más dos puntos.

Para la segunda etapa, se generan infografías explicativas en las que, de una manera más simple, se pone a conocimiento del usuario el origen, simbología e inspiración de cada uno de los conceptos previamente seleccionados. Estas infografías son utilizadas para que, mediante una encuesta digital, sean los gamers quienes escojan la inspiración que, bajo su

propio criterio, encaja mejor con la simbología y cultura gamer y el entorno en el que el producto se desenvolvería. Esto debido a que la elección de los gamer no se orienta de su totalidad hacia la funcionalidad sino más bien hacia la percepción.

Una vez realizado esto, el resultado que nos arrojaron las primeras encuestas fueron 3 propuestas de inspiración elegidas por los usuarios, en este caso específico fueron:

Biomímesis 1 – Pájaro carpintero; Referentes 1 – Zenvo TSR S; Referentes 4 - Materiales auxéticos. Con estos datos, se empezó a trabajar sobre los conceptos elegidos, generando propuestas formales y estéticas como son: líneas, proporción, colorimetría y composición; dando como resultado 3 mouse distintos; para así empezar la tercera fase de validación.

En esta etapa, se generaron nuevas infografías para la valoración de los conceptos finales, cada imagen contenía información básica de cada objeto, puesto que el proceso de validación siempre se realizó con los mismos gamers; las infografías fueron el primer filtro de validación de conceptos, mediante el cual se obtuvo retroalimentación en el campo perceptual y estético de las propuestas.

Para la realización de las propuestas estético-formales de cada concepto, se realizó una etapa de bocetaje digital que permitiera apreciar vistas frontales y laterales de cada idea, para posterior a esto, poder realizar el modelado 3D y el renderizado de cada objeto.

Figura 21

Compilación de bocetos digitales de los 3 conceptos finalistas



Nota: Los bocetos fueron generados mediante el uso de la herramienta Adobe Photoshop.

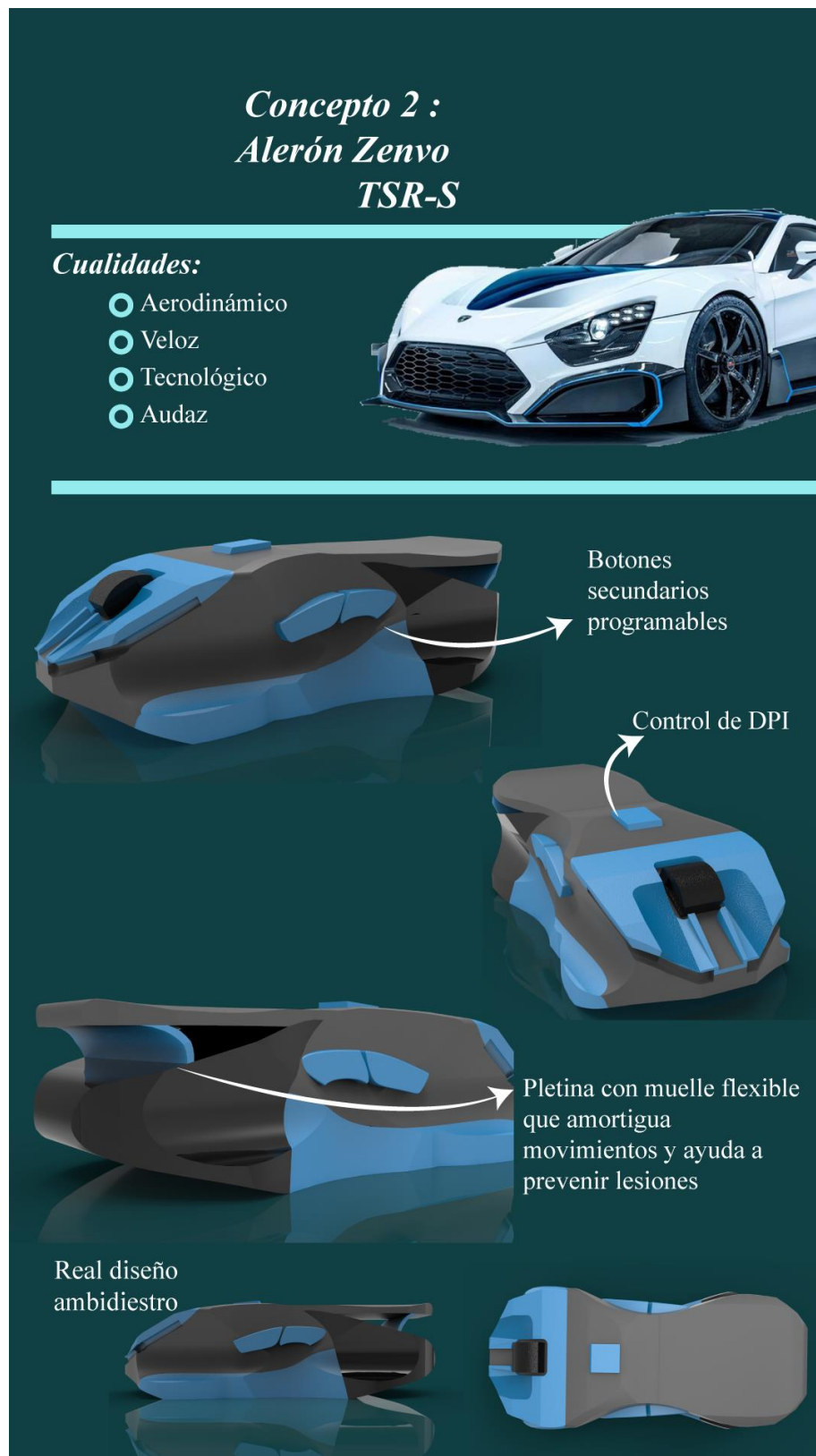
Figura 22

Infografía de valoración de concepto Pájaro carpintero



Nota: Infografía generada para la tercera subetapa de la fase de validación.

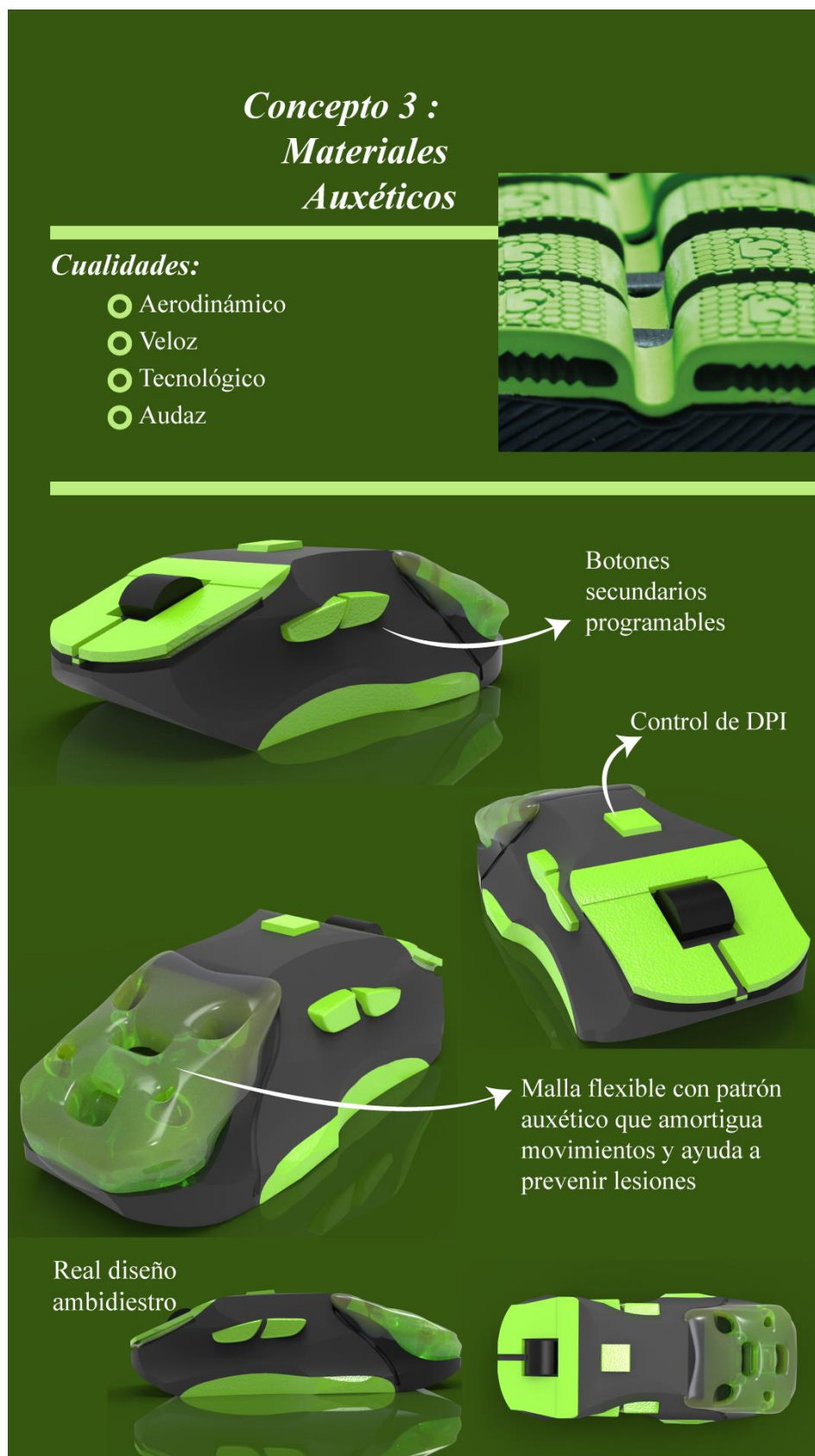
Figura 23

Infografía de valoración de concepto Zenvo TSR-S

Nota: Infografía generada para la tercera subetapa de la fase de validación de conceptos.

Figura 24

Infografía de validación de conceptos Materiales Auxéticos



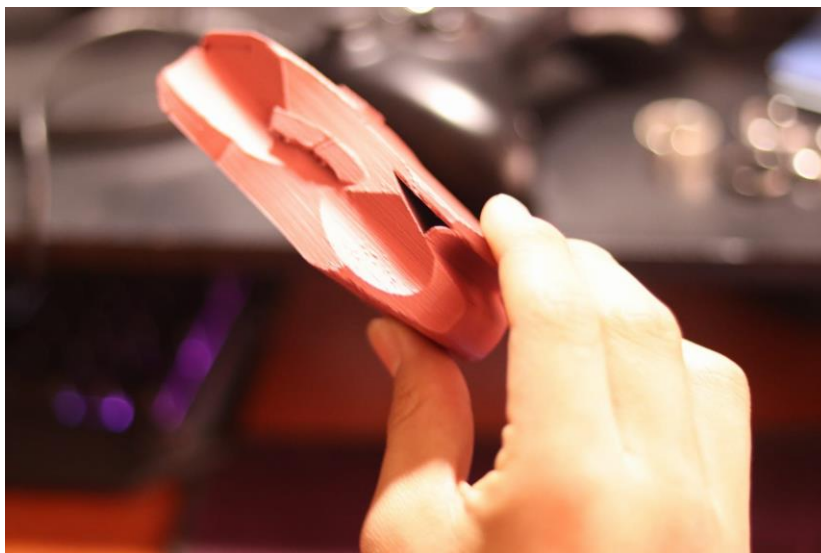
Nota: Infografía generada para la tercera subetapa de la fase de validación de conceptos.

Para finalizar el proceso de valoración, se usa la técnica de impresión 3D para así producir modelos de estudio de cada uno de los conceptos previamente vistos, con la finalidad de validar aspectos físico-funcionales tales como: agarre, posición de la mano, disposición de los dedos, apoyo de muñeca y facilidad de uso según memoria muscular por parte del gamer.

Se validan estos aspectos ya que los referentes al desempeño del dispositivo en el juego, no dependerán al 100% de la parte externa del producto, sino también de los componentes electrónicos que se adquieran para su fabricación.

Figura 25

Parte de la validación del concepto Zenvo TSR-S



Nota: Modelo de estudio generado mediante impresión 3D y el aplique de masilla.

Figura 26

Parte de la validación del concepto Pájaro Carpintero



Nota: Modelo de estudio generado mediante impresión 3D y el aplique de masilla.

Figura 27

Parte de la validación del concepto Materiales Auxéticos

Nota: Modelo de estudio generado mediante impresión 3D y el aplique de masilla.

El proceso de validación de conceptos culmina con la elección del Concepto Pájaro Carpintero, puesto que, tanto en la valoración estético-perceptual mediante encuestas, como en la validación con modelos de estudio, es el que más se acerca a las necesidades y gustos de los gamers.

Los puntos a favor que destacan en este concepto con la forma ancha, la posición de los dedos y la forma de agarre, esta última permite un mejor acomode de la palma de la mano y por ende, de los dedos. De igual manera sus líneas que evocan la forma ovalada y alargada de la cabeza del pájaro carpintero que ayudan a un agarre cómodo.

Desde lo perceptual, los gamer identifican las líneas y formas propuestas en el concepto con mouse dedicados al gaming, la propuesta cromática también es algo que llama la atención. Un detalle mencionado en las encuestas es el hecho de aumentar el ángulo de concavidad en el área de los clicks, ya que esto proporciona una mejor ubicación de los dedos.

La retroalimentación de los usuarios como mejoras para el concepto elegido proponen aumentar tanto el área de contacto con las superficies, como el área de contacto con los dedos secundarios. Así mismo, a pesar de ser el mouse más grande de los 3 propuestos, mencionan que se debe aumentar las dimensiones para que permita la adaptación de distintos tipos de manos.

Una observación muy importante es acerca del peso del objeto, señalando que, en primer lugar, un mouse que se sienta “pesado” ayuda a un mejor control al momento de jugar. Como segundo punto, perciben que el voladizo posterior que posee el objeto, al generar el apoyo de muñeca, podría ser demasiado inestable al momento de jugar, lo que ocasionaría lesiones y dolencias. Se recomienda que en esta área no exista un voladizo, sino que el mouse esté todo el momento en contacto con una superficie plana, para que el soporte de muñeca generado en el área posterior del mouse sea funcional y no cause un efecto palanca levantando la zona frontal del objeto.

13. Capítulo IV. Propuesta final, diseño a detalle, prototipado y validación

13.1. Definición y justificación de la propuesta

La propuesta final consta del rediseño de un mouse tradicional, en el cual se incorpora como parte del objeto un apoyo para la muñeca; con una amplia superficie de contacto que le permita el apoyo de la palma.

Morfología, mecanismos y materialidad

- Las líneas generales siguen un patrón orgánico con continuidad, que asemeje aerodinámica. Se toma como base la abstracción de la silueta de la cabeza del pájaro carpintero. La parte posterior debe ofrecer una zona de apoyo para la muñeca.
- Simetría vertical que permite el uso ambidiestro. En la zona de los “clicks” se propone una inclinación de 20° a 25° en relación al apoyo palmar. Las aristas deben ser redondeadas.
- El área de apoyo para la muñeca contempla un material flexible como es el TPU, que le permita soportar la carga de la muñeca. Se permite un grado de deformación de entre 2° a 4° en el soporte para muñeca.
- Para la carcasa se propone el uso de PLA, un material rígido que soporta y protege a los componentes electrónicos.
- Uso de pulsadores mecánicos para los “clicks” principales y el del scroll, un sensor óptico junto con componentes electrónicos prefabricados.

Colorimetría y acabados

- Se propone el uso de dos gamas de colores en la creación de las piezas correspondientes a interfaces de uso como son: “clicks”, apoyo de palma y soporte de muñeca. Las gamas propuestas nacen de los colores verde y rojo intenso, ya que son tonalidades aceptadas por los gamers en la validación de conceptos, y asociadas por los mismos con ambientes de alta competitividad en videojuegos. Además, aportan a una clara identificación de los indicadores de uso.
- Se contempla el intercalado entre brillos mate y gloss en la carcasa general, con el fin de distinguir ciertos elementos del producto, así como también, se propone conservar las texturas del PLA y TPU, esto como parte de la intervención sensorial en el producto.

La producción del prototipo se plantea mediante el uso de la impresión 3D, con el uso de los materiales antes descritos; esto por la facilidad y disponibilidad de producción en relación a la cantidad de objetos a producir en la fase de prototipado. Sin embargo, para una producción a gran escala, que supere los 1.000 ejemplares, se contempla el uso del plástico ABS, mediante la técnica de inyección por moldes, pues dicha técnica permite una producción seriada y con alta precisión por el uso de moldes para la inyección, además de ser un proceso que demora menos tiempo en producción por unidad que la impresión 3D. Para el área del soporte se propone el uso de TPU o de caucho silicón, ya que estos materiales permiten la flexibilidad y soporte a la compresión frente a cargas de la muñeca.

Figura 28

Propuesta colorimétrica del prototipo



Nota: se presenta el cuadro de color con su respectivo código HEX

13.2. Prototipo final

En una primera instancia se genera un modelo de alta fidelidad⁴ inicial, dicho prototipo posee medidas reales, y mecanismos funcionales que permiten una primera validación de la propuesta final.

El modelo de alta fidelidad propuesto en esta etapa se desarrolla mediante la impresión 3D como técnica de prototipado rápido, y con el uso de los materiales antes mencionados

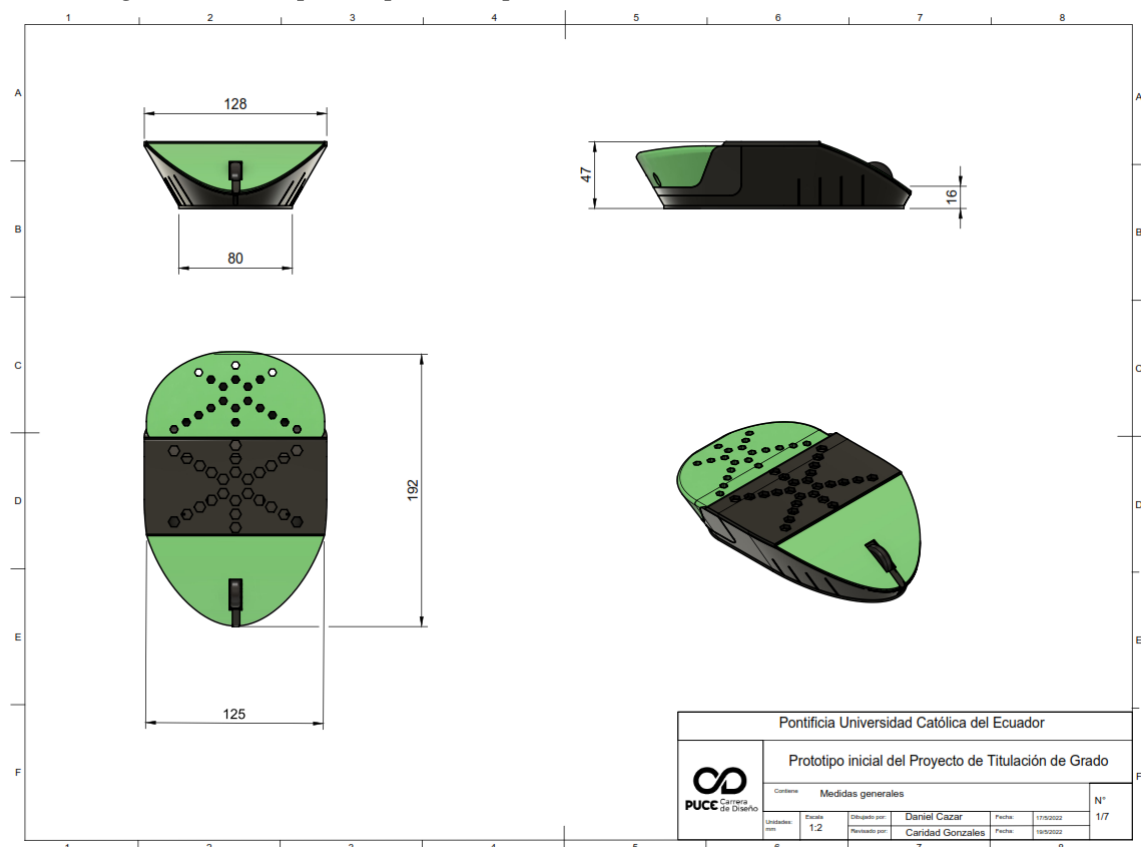
⁴ Versión funcional y estética del producto. Sirven para que los clientes puedan ver de forma muy fiel cómo será el diseño final. (ATRIA Innovation, 2020)

como son el PLA y el TPU. El objetivo de este prototipo es el de validar el producto, a fin de detectar la existencia de falencias tanto formales como funcionales, ya sean en medidas, agarre, densidad del relleno en la impresión, soportes internos de las piezas e incluso los componentes electrónicos usados.

Las medidas usadas en el prototipo, si bien tienen relación con la tabla de requerimientos propuesta en el Capítulo II, son medidas generales, en las que se aplica el 50 percentil de hombre, en un rango de edad de 18 a 20 años, y serán evaluadas en la validación. A su vez, al ser un prototipo funcional, permite validar la posición de los dedos y la reacción de los elementos electrónicos, con el objetivo de conocer el desempeño del producto en la actividad del gamer.

Figura 29

Medidas generales del prototipo en un plano técnico



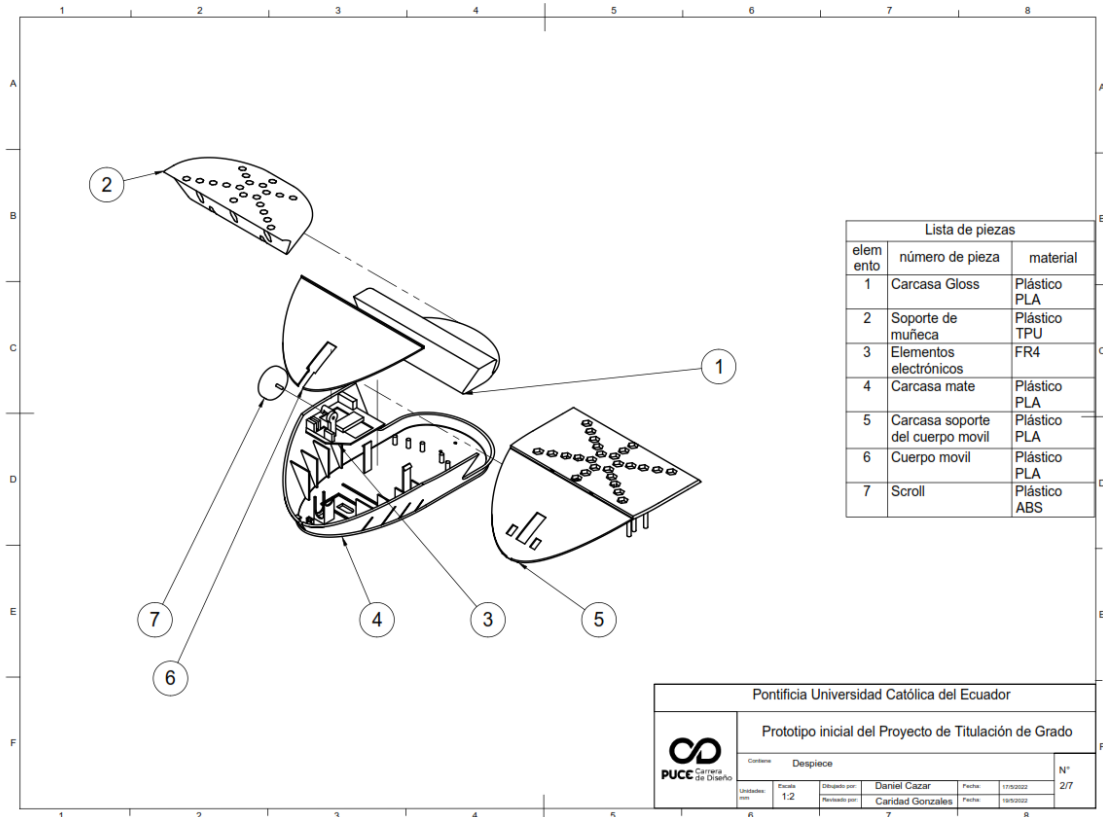
Nota: Se presenta un fragmento de los planos técnicos del prototipo inicial, el documento del plano técnico completo se encuentra en el Anexo 5.

Al ser un prototipo inicial, los elementos tecnológicos propuestos se encuentran dentro del estándar de rendimiento de un mouse, sin caer en la categoría neta de elementos de un

mouse gamer. Esto con el fin de validar el desempeño de dichos elementos en el juego, y comprobar una real diferencia con los componentes dedicados a mouse gamers.

Figura 30

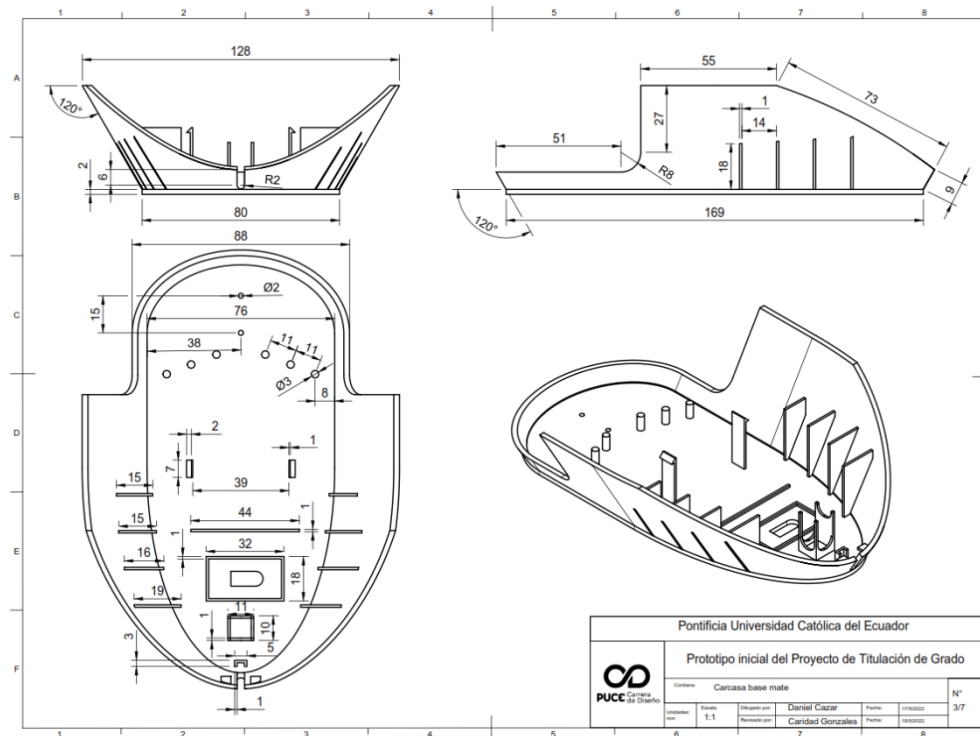
Despiece del prototipo inicial, muestra de elementos plásticos y electrónicos



Nota: Se presenta un fragmento de los planos técnicos, el documento de plano técnico completo se encuentra en el Anexo 5.

Y como se menciona previamente, se valida la construcción de los soportes y las costillas diseñadas en las distintas piezas, además de tener en cuenta el sistema de encajes y unión por “snaps” tanto para la colocación de los elementos electrónicos, como para la fijación de las distintas piezas plásticas entre sí.

Figura 31

Ejemplificación del diseño de costillas y snaps

Nota: Se presenta un fragmento de los planos técnicos, el documento de plano técnico completo se encuentra en el Anexo 5.

13.3. Validación y comprobaciones

La fase de validación y comprobaciones se divide en dos etapas; en la primera se somete el modelado 3D en objeto final a una prueba de análisis de cargas y deformación, todo esto mediante el uso del software de modelado CAD Autodesk Fusion 360. La segunda etapa consta de la validación del prototipo físico con el usuario, en donde se evaluará características físicas, estéticas, acabados y funcionalidad al momento de jugar videojuegos.

Con el prototipo inicial digitalizado, se realiza una prueba de cargas estáticas sobre el diseño con el motor de simulación de Autodesk Fusion 360, esto con el objetivo de conocer la capacidad del objeto de soportar la carga vertical y diagonal realizada con la mano, tanto la superficie plástica rígida como en la superficie flexible. Este es un punto clave ya que el diseño lo que busca es soportar y amortiguar la carga realizada por la muñeca al jugar.

Teniendo en mente los materiales mencionados en instancias previas de este capítulo, se realiza una primera prueba de carga estática, tomando como valor referencial el peso promedio de la mano humana (IDEAL, 2016), siendo este 0,7 kg. Para realizar el ejercicio, es

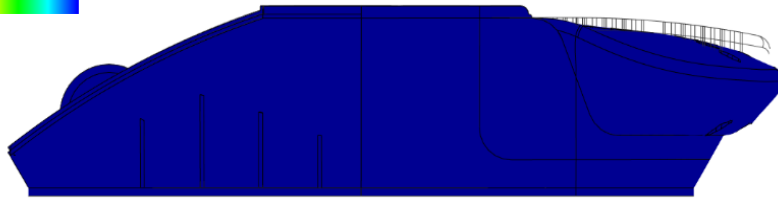
necesario transformar las unidades de medida, conociendo en física que $1\text{kg} = 1\text{kgf}$, se calcula el valor de la fuerza vertical en Newtons, dando como resultado una constante de 6.865 N aplicados sobre el objeto.

Figura 32

Resultados de la simulación de carga y desplazamiento

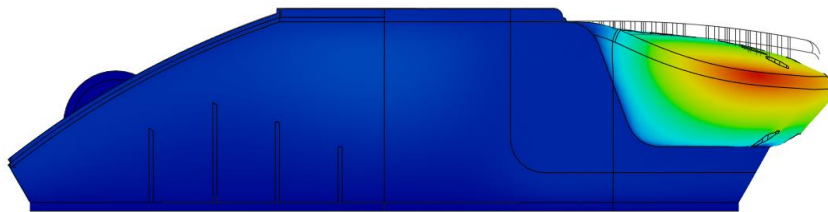
A

0 



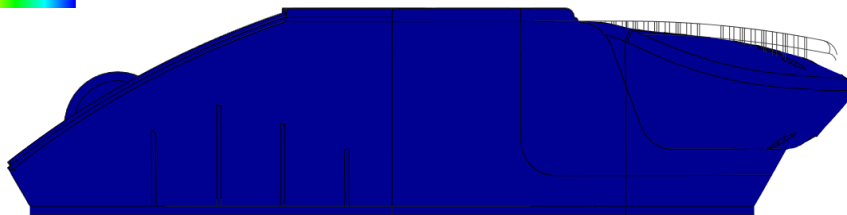
B

[cm]



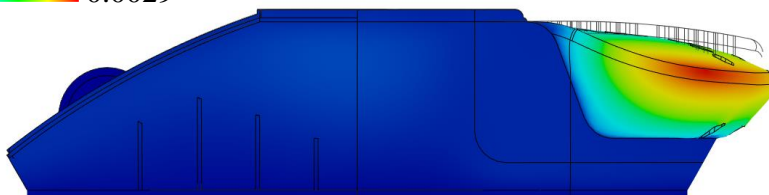
D

0 



E

[cm] 0  0.0029



Nota: Se presenta un fragmento del análisis del prototipo inicial, los resultados de ambos análisis se encuentran en Anexo 6 y Anexo 7 respectivamente.

Dando como primer resultado un coeficiente de seguridad alto, con la máxima calificación, entendiéndose que todas las zonas del diseño propuesto son capaces de soportar esta primera carga sin sufrir daños, como se observa en la Figura 32 sección A.

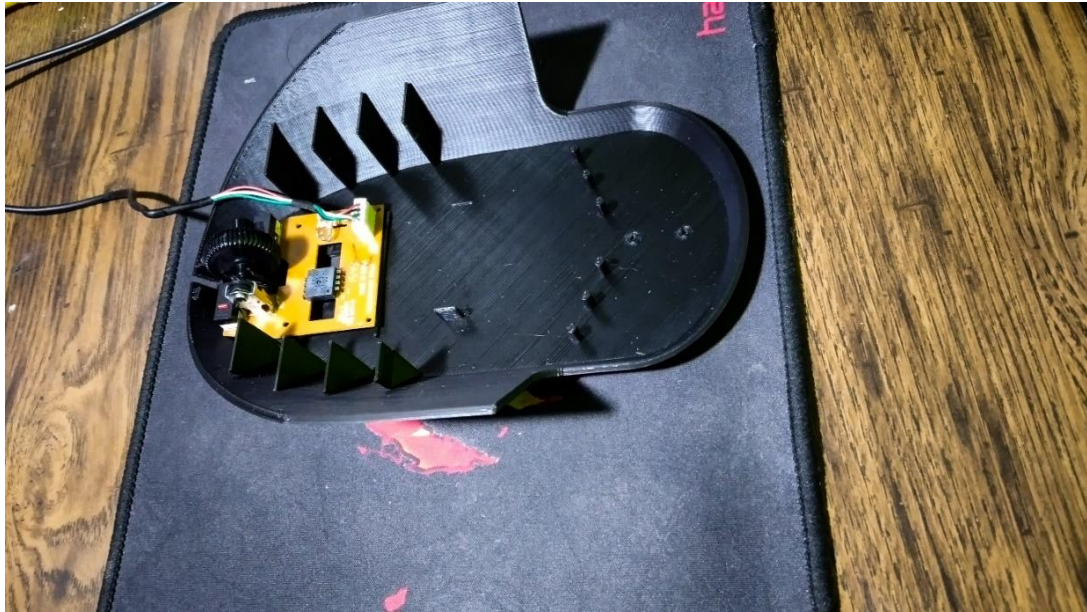
De igual manera, como se observa en la Figura 32 sección B, al realizar el análisis de desplazamiento de la pieza con material flexible, se encuentra que el nivel de deformación es inferior a un milímetro, siendo esto una muestra de que el diseño y material son capaces de resistir a la carga que genera el peso promedio de una mano.

Se repitió esta prueba, pero ahora usando como referencia el doble del peso de una sola mano, es decir 1,4kg, que al transformar la unidad de medida resulta en 14.71 N, carga que virtualmente se le aplicó al diseño, y que a la final arrojó los mismos resultados anteriormente descritos, tanto el modelo como los materiales son capaces de resistir estas cargas si poseer daño alguno, como se aprecia en la Figura 32 secciones C y D.

Desde un primer acercamiento con el prototipo inicial, se puede visualizar que las medidas propuestas son considerablemente grandes para cualquier agarre del percentil 50 masculino, impidiendo un uso óptimo del producto. Además de esto, dificulta el acceso a los elementos electrónicos, generando trabas al momento de usar los “clics” durante la actividad. A pesar de esto, la distancia de envergadura que abarca la zona de la muñeca es la óptima.

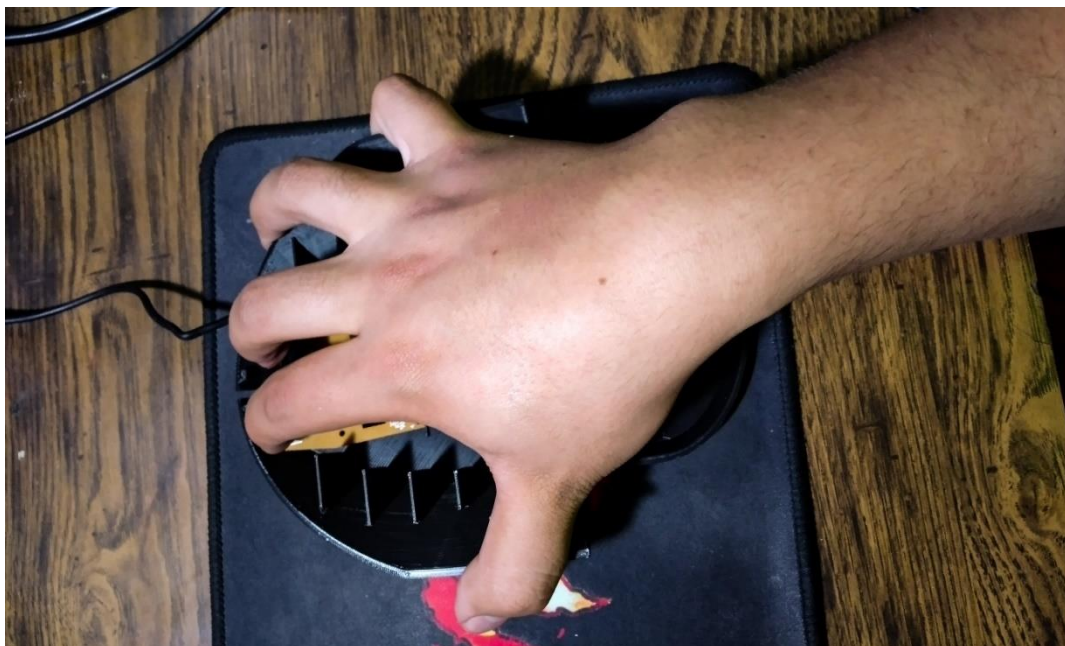
Estas consideraciones de diseño son tomadas en cuenta para que, posterior a la validación con el usuario, se apliquen en el diseño del prototipo final.

Figura 33

Mecanismo del prototipo inicial

Nota: se presenta la base del prototipo junto con el mecanismo inicial usado para sus funciones.

Figura 34

Agarre del prototipo inicial

Nota: Se nota un agarre demasiado extenso e incómodo por a las grandes dimensiones del objeto.

Figura 35

Vista lateral del agarre del prototipo inicial



Nota: Se visualiza un agarre con terminación hacia arriba, con una posición no idónea de la muñeca. Sin embargo, el largo total de la base cubre el recorrido de la muleca, permitiendo la generación de un soporte.

Figura 36

Acceso a elementos electrónicos que permiten su funcionamiento



Nota: El acceso y uso de estos elementos es dificultoso, sin embargo, permiten su desempeño y uso.

Con estos datos se realiza un nuevo prototipo, corrigiendo medidas y ajustando la superficie de agarre. El nuevo prototipo cumple con las características formales, técnicas y de usabilidad esperadas en el producto final. Se realiza un protocolo de validación con el

prototipo final con similares características al análisis antropométrico que se detalla en Fly in the Wall, ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico.

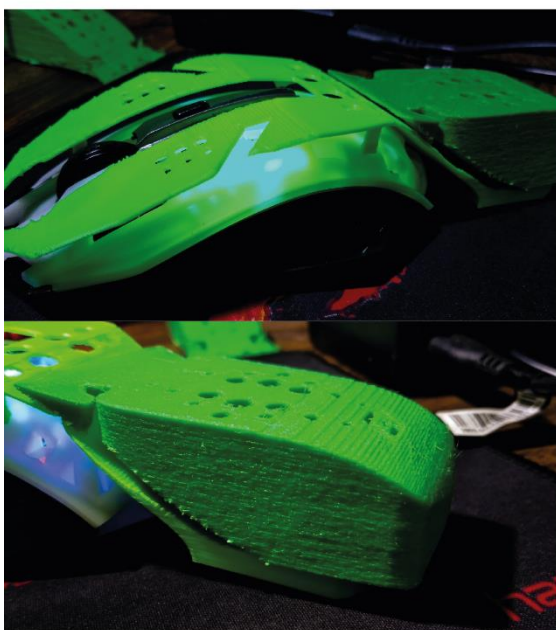
Figura 37

Explicación del proceso de validación con prototipo final

Validación de prototipo con ejemplificación de la actividad y análisis antropométrico

Se somete el prototipo a un periodo de tiempo y actividades similares a las pruebas realizadas con un mouse común para ver su respuesta. Las condiciones con las cuales se llevaron a cabo estas herramientas son las siguientes:

- **Duración de la actividad:** 3 horas, la actividad empezó a las 17h00 y culminó a las 20h00.
- **Entorno:** La actividad se desarrolló en un departamento, en la habitación del usuario/gamer, la cual fue adecuada por el mismo con elementos que faciliten la jugabilidad.
- **Actividad a evaluar:** Desempeño del prototipo en la actividad gamer con el mouse, mejoras en agarres y postura durante el tiempo de uso. Aproximación del tiempo que un gamer puede estar jugando antes de presenciar alguna molestia muscular.



Ejemplificación de la actividad: El usuario lleva a cabo la actividad durante 3 horas usando el prototipo en una diversidad de videojuegos. El usuario tiene libertad de realizar pausas y cambios de posturas según necesite. Se evalúa la interacción entre el usuario y el objeto, y también el desempeño del objeto al jugar videojuegos.

Análisis antropométrico: Se analizaron mejoras acerca de las angulaciones y sus variantes en la postura de codo, brazo, pecho, antebrazo y muñeca durante el desarrollo de la actividad. Para el registro de información se colocó un celular en un trípode que permita firmeza y ayuden a capturar fotografías desde planos laterales y cenitales cada media hora, y así poder analizar el cambio postural.

El objetivo del desarrollo de estas herramientas es el identificar la existencia de mejoras en relación a las pruebas realizadas con un mouse convencional. Además, se buscan encontrar posibles puntos de mejora a futuro. Se analiza el desempeño y uso del prototipo en relación al uso de mouse para agarre genérico, como el usado en las pruebas iniciales en etapas de investigación.

Nota: Los detalles del análisis antropométrico se encuentran en el Anexo 8.

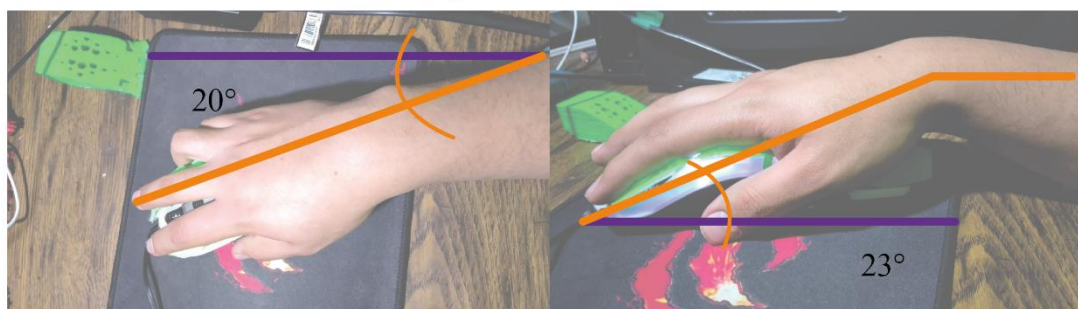
Figura 38

Análisis antropométrico

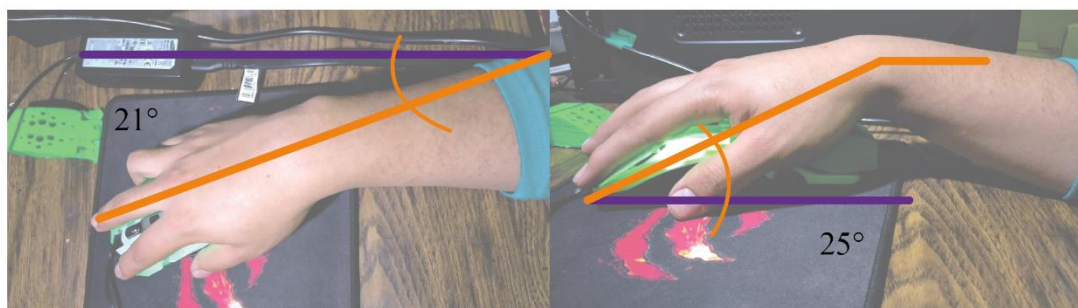
Registro de análisis antropométrico en la validación del prototipo final

A lo largo del desarrollo de la actividad se tomo registro cada 30 minutos, sin embargo, los cambios notorios en postura y agarre se dan a la mitad y al final de la actividad, sabiendo que el estudio se llevó a cabo durante 3 horas:

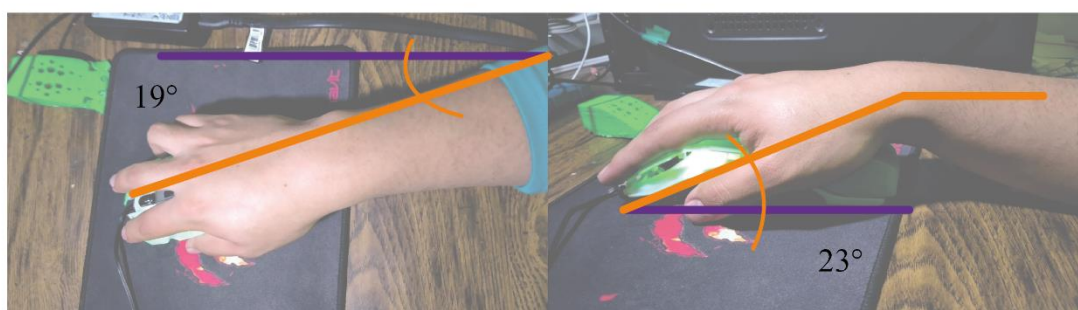
Inicio de la prueba - Previo al descanso



Mitad de la prueba - Descanzo



Final de la prueba - Posterior al descanso



En primera instancia se presenta una angularidad constante en la inclinación del antebrazo en relación a un plano recto, evitando rotaciones o tordeduras de gran dimensión. En segundo lugar, se mantiene una elevación constante de la muñeca con angulaciones menores a las pruebas iniciales con mouse convencional; propicia a una posición elevada y recta de la muñeca.

Nota: El registro fotográfico se complementa con las tablas de registro presentadas en el Anexo 8.

Con base en la validación del prototipo final se determina lo siguiente:

- El soporte de muñeca brinda una superficie de contacto que permite la adaptación a diversas posiciones de agarre, en específico para manos de percentil 50 de hombre o mayores. La posición de la muñeca se conserva elevada evitando compresión de tendones, sin embargo, no se sostiene una angularidad de 90° en la totalidad del tiempo.
- La experiencia del juego se ve estimulada desde el aporte de la textura del material, aportando a la incorporación sensorial en la actividad del juego. El cambio de texturas en materiales junto con la nueva posición de juego desencadena a una experiencia distinta al estándar. Sin embargo, la influencia en la experiencia de juego desde el objeto no influye en campos más amplios a los ahora nombrados

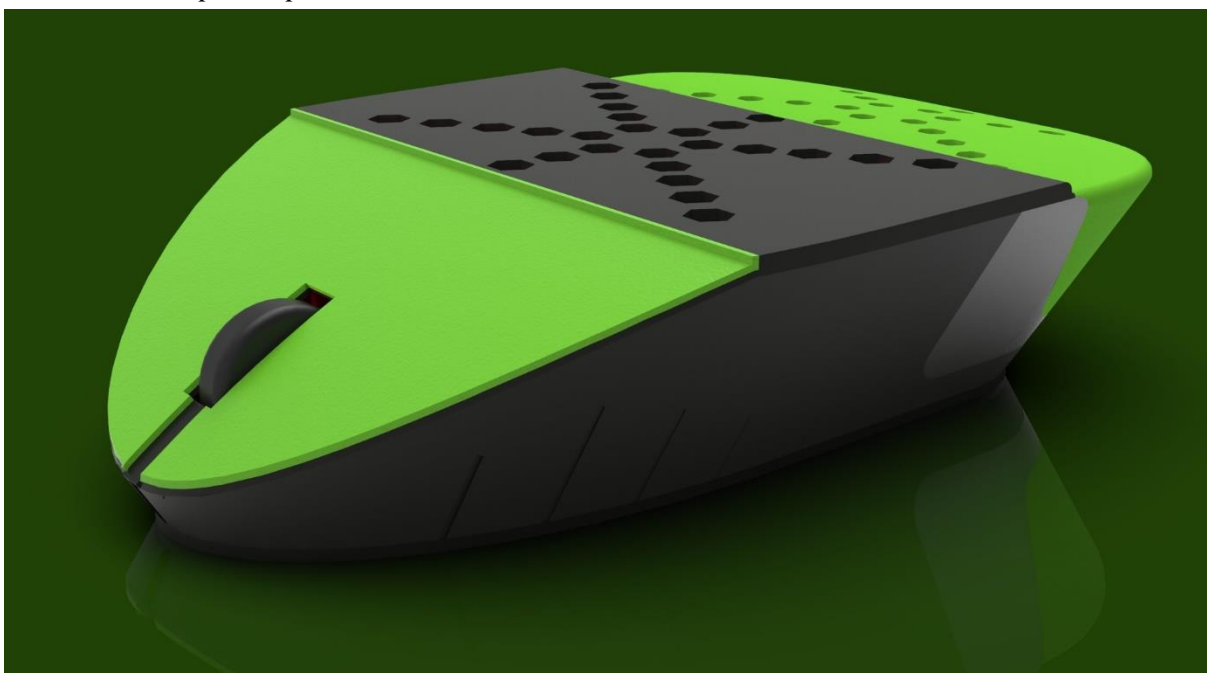
De esta manera se determinan los puntos positivos de la propuesta de diseño desde el prototipo final, así como se señalan posibles campos de mejora para el mismo.

13.4. Visualización y comunicación del proyecto final

Desde el desarrollo del prototipo inicial, se propone el contraste entre acabado satinado y acabado gloss en componentes de la carcasa que presentan el mismo color, como es el uso del color negro, como el fin de marcar una diferencia entre las “secciones” creadas en el producto, para así hacer más reconocible y diferenciable la sección posterior, dedicada al apoyo de la muñeca, de la sección anterior en donde se encuentran los indicadores de uso como los “clics”.

Figura 39

Render del prototipo inicial



Nota: Se presenta el uso de materiales con acabados lisos, rugosos, mate y gloss.

Se busca una clara distinción entre los materiales con un brillo satinado y aquellos con un acabado gloss o reflectivo, esto debido a que, en dichos acabados también se contempla la texturización que llevará cada pieza, sabiendo que los elementos gloss tendrán una superficie mucho más nítida, lisa y brillante; mientras que la textura neta de la impresión 3D en los elementos satinados servirá a su vez como un indicador de uso táctil, al marcar la diferencia entre secciones e indicando de manera intuitiva donde deberá colocar la palma de la mano.

Tanto la zona de los clics como del apoyo para la muñeca poseen una textura distinta a los demás elementos, buscando al tacto una sensación de rugosidad, esto debido al material utilizado que permite generar este tipo de acabados, y al método de prototipado.

Figura 40

Vista lateral donde se exhiben los acabados de las piezas color negro



Nota: Se presenta el uso de materiales con acabados lisos, rugosos, mate y gloss.

Como parte de la visualización del proyecto, se comprenden el método de ensamble de los componentes electrónicos propuestos para el prototipo inicial, y como estos quedan protegidos por el resto de elementos.

Figura 41

Visualización de componentes del prototipo inicial

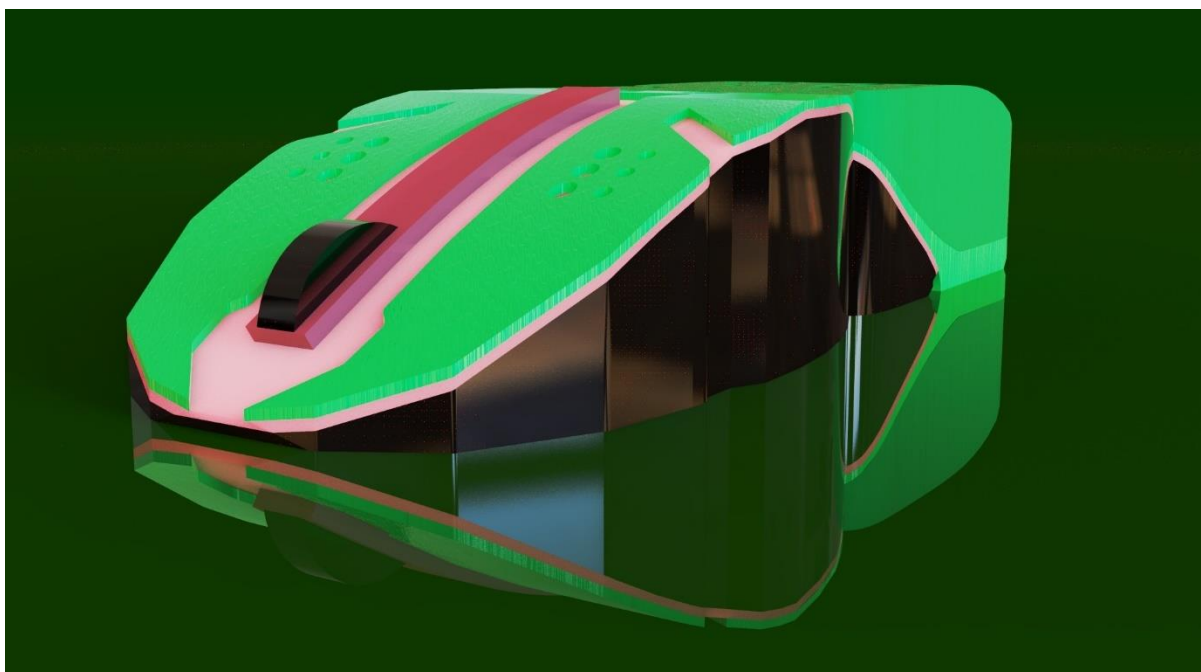


Nota: Se presentan elementos de la carcasa plástica, como también componentes electrónicos.

Con la generación del prototipo final se presenta una nueva propuesta formal y estética. Se mantiene la línea colorimétrica planteada desde el prototipo inicial, manejado tonalidades verdosas para el prototipo inicial. Se incorpora luces led dentro de los componentes electrónicos, permitiendo cambios de color durante el juego. Se conserva la textura rugosa del PLA y del TPU, presentando contraste entre el acabado lizo de la carcasa del objeto.

Figura 42

Render del prototipo final

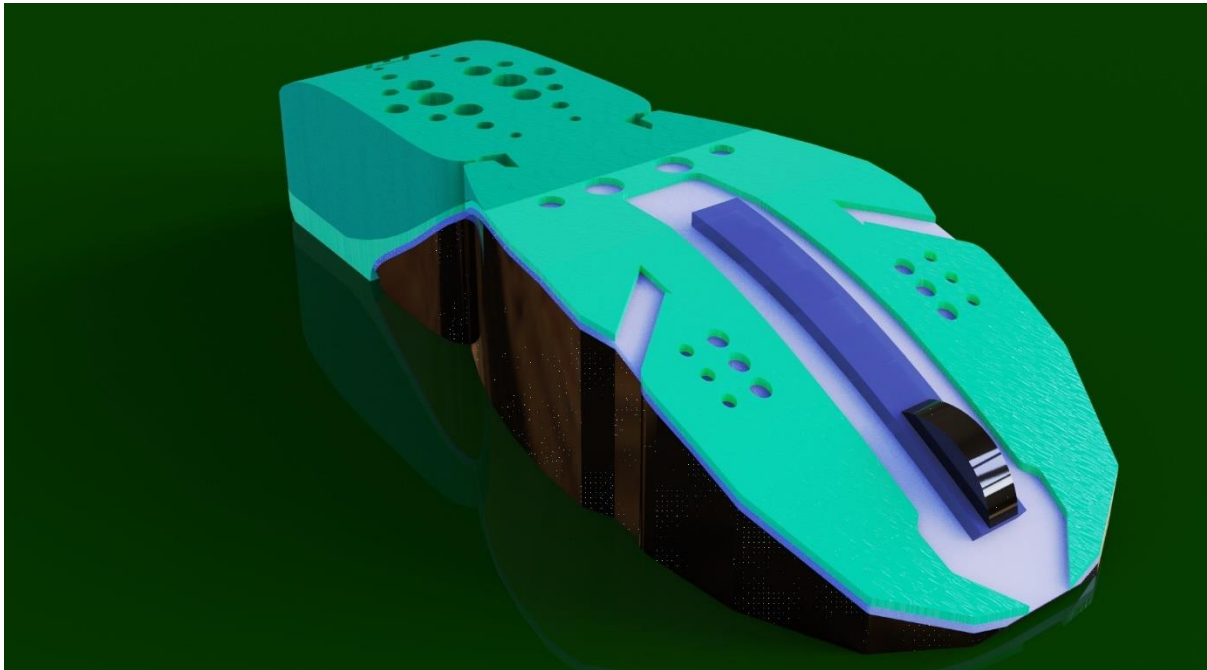


Nota: Se da detalles de forma, líneas y texturas.

La textura rugosa de la impresión 3D se presenta durante todo el componente que se mantiene en contacto con la mano del usuario.

Figura 43

Vista que presenta la dimensión del objeto



Nota: Las medidas del producto se presentan en el Anexo 9.

Como prototipo final se genera la carcasa contenedora de los componentes electrónicos en base al MeeTion M371, un mouse gamer disponible en el mercado. Se toma como referencia este objeto ya que cumple con características generales morfológicas similares a las detalladas en los requerimientos y en el concepto de diseño elegido.

Figura 44

Detalles del prototipo final

13.5. Análisis de costos

En primera instancia se considera dentro de los costos, la adquisición de la materia prima necesaria para producir tanto el prototipo inicial como el prototipo beta. Para este caso en específico adquieren dos rollos de 1kg de PLA PRO, de colores negro y verde claro, y un rollo de 1kg de TPU de color verde, los tres rollos fabricados por la empresa ecuatoriana de impresión 3D SKP.

El presupuesto destinado a la adquisición de materia prima es de 78 USD, sabiendo que el costo unitario de los filamentos es de 24 USD en el caso del PLA PRO, y de 30 USD en el caso del TPU. Para realizar la cotización del desarrollo de prototipos se toma en cuenta el costo por hora de impresión 3D proporcionado por la empresa, dicho precio considera una rebaja a la media por hora en la ciudad de Quito puesto que se le proporciona el material a la empresa.

A esto se le suman los costos de adquisición de los elementos electrónicos necesarios para el desarrollo de un prototipo funcional, así como el costo referente a la labor del diseñador al momento de la creación de los prototipos elaborados.

Cómo punto final, se consideran las repeticiones necesarias en cuanto a impresión 3D que se suscitan en el trayecto de creación de prototipos, como parte de costos de manufactura.

Tabla 4

Registro de los costos de producción de prototipos funcionales

Costos de producción de prototipos					
Prototipo inicial					
Material	Pieza	Peso de impresión	Tiempo de impresión	Costo/hora	Costo total
PLA	Carcasa Inferior Negro	44g	5h 57min	\$ 1,75	\$ 10,50
	Carcasa gloss Negro	30g	3h 26min	\$ 1,75	\$ 7,00
	Carcasa superior Negro	40g	5h 41min	\$ 1,75	\$ 10,50
	Carcasa superior Verde	9g	1h 16min	\$ 1,75	\$ 3,50
SERVICIO	Diseño y modelado 3D de los componentes	N/A	N/A		\$ 35,00
TPU	Soporte flexible Verde	29g	3h 44min	\$ 2,00	\$ 8,00
ELECTRÓNICOS	Placa PCB, pulsadores, sensor, scroll y cables de mouse existente	N/A	N/A	N/A	\$ 12,50
Costo Total					\$ 87,00
Prototipo final Prueba N°1					
Material	Pieza	Peso de impresión	Tiempo de impresión	Costo/hora	Costo total
PLA	Carcasa superior Verde	40g	8h 39min	\$ 1,75	\$ 15,75
TPU	Soporte flexible Verde	24g	5h 35min	\$ 2,00	\$ 12,00
SERVICIO	Diseño y modelado 3D de los componentes	N/A	N/A		\$ 35,00
Costo Total					\$ 27,75

Prototipo final Prueba N°2					
Material	Pieza	Peso de impresión	Tiempo de impresión	Costo/hora	Costo total
TPU	Soporte flexible Verde	17g	6h 54min	\$ 2,00	\$ 14,00
Costo Total					\$ 14,00

Prototipo final Prueba N°3					
Material	Pieza	Peso de impresión	Tiempo de impresión	Costo/hora	Costo total
PLA	Carcasa superior verde	41g	9h 17min	\$ 1,75	\$ 17,50
TPU	Soporte flexible Verde	20g	6h 44min	\$ 2,00	\$ 12,00
SERVICIO	Diseño y modelado 3D de los componentes	N/A	N/A		\$ 35,00
ELECTRÓNICOS	Placa PCB, pulsadores, sensor, scroll y cables de mouse existente	N/A	N/A	N/A	\$ 15,00
Costo Total					\$ 79,50

Nota: Los costos de manufactura referente a impresión 3D se plantean en relación al servicio proporcionado por la empresa 3D Tronix, en el sector norte de la ciudad de Quito. Los precios pueden variar dependiendo del proveedor.

Es de esta manera que se obtiene el costo total del proceso desarrollo de los prototipos para la fase de validación.

Tabla 5

Costos de producción de prototipos funcionales

Costos de producción de prototipos		
Costo total de fabricación de la fase de prototipado		
Descripción	Materiales usados	Costo
Producción prototipo inicial	PLA, TPU, componentes electrónicos	\$ 87,00
Prototipo final Prueba N°1	PLA, TPU,	\$ 27,75
Prototipo final Prueba N°2	PLA, TPU,	\$ 14,00
Prototipo final Prueba N°3	PLA, TPU, componentes electrónicos	\$ 79,50
Materia prima adquirida	Rolls de PLA y TPU	\$ 78,00
Costo total de la etapa		\$ 286,25

14. Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

14.1. Conclusiones

A través del proceso de investigación desarrollado a lo largo del presente proyecto, acerca del rediseño del periférico de entrada de interacción mano pantalla se determinó que; en primer lugar, los productos existentes en la actualidad dentro del entorno gamer no proporcionan el soporte necesario para evitar lesiones musculares. En segundo lugar, el hecho de que los productos pensados para aportar un ajuste más ergonómico, en el uso de pantallas de visualización y sus periféricos, no son aceptados ni apropiados dentro de la comunidad gamer, tanto por la estética que busca esta cultura como la falta de confort que estos productos proporcionaban al momento de jugar videojuegos.

Un aspecto de relativa importancia en el desempeño de la actividad del gamer es la facilidad y confort en la diversidad de agarres, puesto que no existe una única manea de sujetar el periférico al momento de jugar videojuegos. Sin embargo, un factor común entre las posibilidades de agarre el asentamiento de la muñeca en superficies rígidas, generando un ángulo de presión de tendones y músculos.

Se concluye también que, dentro del universo objetual de la cultura gamer; se obtuvo una investigación, entendimiento y exploración de la carga simbólica y la percepción por parte de los usuarios dentro de la fase de ideación y conceptualización. La importancia de la carga simbólica en un objeto perteneciente a una cultura tan nueva y con rasgos constantemente cambiaste en conjunto con el avance de la tecnología; así como la influencia de estas formas y símbolos en la experiencia de juego. La comprensión de estos aspectos permitió la aplicación de los mismos en el diseño y creación de un objeto capaz de ser identificado como integrador de la cultura gamer, a su vez que aporta a la jugabilidad y la prevención de lesiones.

Las bases planteadas desde un inicio en el Marco Teórico permitieron un avance organizado y estructurado que de paso al desarrollo del proyecto con objetivos concretos. El contenido teórico definido fue guía para el entendimiento del contexto en el que se desenvuelve el proyecto, así como para la aplicación de herramientas creativas y conceptuales acorde a las necesidades tanto del usuario como del proceso desarrollado.

14.2. Recomendaciones

El presente proyecto abre la puerta a la profundización en el entorno gamer y el diseño de objetos para esta cultura. No solo desde el ámbito ergonómico, sino también, desde el análisis de los puestos de trabajos y como los objetos interactúan entre si en estos espacios. Puesto que el uso de videojuegos y su aplicación como fuente de dinero ha tenido un incremento en los últimos años a nivel nacional, y es un campo que brinda oportunidades de investigación y aplicación de diseño.

De igual manera se abre la oportunidad de profundizar en la investigación de las experiencias de uso de productos gamers, y como estos responden a aspectos culturales que influencia en el proceso de diseño. El entendimiento de la experiencia de uso proporcionada desde el objeto y sus indicadores de uso, para lograr un desarrollo inmersivo de la actividad de jugar videojuegos.

Para la carrera

La optimización de espacios que aseguren y faciliten el prototipado rápido y la generación de objetos, permitiendo a los estudiantes un desarrollo de modelos y objetos propicios al nivel de los proyectos planteados.

Impulsar la creación de proyectos con un enfoque “poco tradicional”, enfocado a tendencias nacientes en un contexto nacional e internacional; respondiendo a cambios generacionales y culturales

Brindar a los estudiantes el espacio y tiempo propicios para el desarrollo de proyectos extensos y de alta calidad.

15. Bibliografía

- Alvear, F. (2006). Diseño de Sistema de Objetos Cerámicos Artesanales orientados a la Exhibición y Consumo de Alimentos Tradicionales Ecuatorianos. In *Universidad tecnica de Ambato*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ATRIA Innovation. (2020, February 25). *El prototipado en el Diseño Industrial* .
<https://www.atriainnovation.com/prototipado-diseno-industrial/>
- Delf University of Technology. (2010). *Delf Design Guide*. BIS Publishers, TU Delf.
<http://ocw.tudelft.nl>
- Franky, J. (2015). *El acto de diseñar... entre otras quirotadas*.
- Gama, A. (2018). *DEFINICIÓN GENERAL Y OBJETIVO DE LA ERGONOMÍA*.
- Garret, J. J. (2003). The elements of user experience: user-centered design for the Web. In *Interactions - Studies in Communication and Culture* (2nd ed., Vol. 10, Issue 5). New Riders. <https://doi.org/10.1145/889692.889709>
- Gutierrez, J., Cadiz, L., Filoteo, N., Juan, I., & Leopando, B. (2019). *Enhancement of Gaming Experience and Performance through an Ergonomically Designed Console Chair*.
- Hernández, D. (2018, December 15). *Inventan una manga de compresión para gamers con la que nunca te cansarás al jugar | Gaming - ComputerHoy.com*.
<https://computerhoy.com/noticias/gaming/inventan-manga-compresion-gamers-que-nunca-te-cansaras-jugar-346163>
- IDEAL. (2016, April 8). *¿Cuánto pesa cada parte de tu cuerpo? | Ideal*.
<https://www.ideal.es/sociedad/201604/08/cuanto-pesa-cada-parte-20160408101423.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.ideal.es%2Fsociedad%2F201604%2F08%2Fcuanto-pesa-cada-parte-20160408101423.html>
- Martin, Bella., & Hanington, Bruce. (n.d.). *Universal Methods of Design*. Rockport Publishers. Retrieved May 20, 2021, from https://drive.google.com/file/d/1WF-URQOX2NLnLD8xn_65fixSNZJlvrEU/view

Negrin, C., & Fornari, T. (1992). *SEMIOTICA DEL PRODUCTO DISEÑO*.

Pallavicini, F., Pepe, A., & Minissi, M. E. (2019). Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? *Simulation and Gaming*, 50(2), 136–159.
<https://doi.org/10.1177/1046878119831420>

Real Academia Española. (2019, December 14). *jugabilidad* | *Definición* | *Diccionario de la lengua española* | RAE - ASALE. <https://dle.rae.es/jugabilidad>

Sánchez Valencia, M. (2009). *Morfogénesis del objeto de uso : la forma como hecho social de convivencia*. Organuzación DiseñoLA.

Saravia, M. (2006). *Ergonomía de concepción su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales* (1a ed.). Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

Starck, P. (2020). *Philippe Starck, entrevista*.
<https://wideprint.com.ar/profesionales/contemporaneos/philippe-starck/>

Truong, P., Truong, L., Le, T., & Kuklova, K. (2020). *Orthopedic Injuries from Video Games: A Literature Review and Implications for the Future*.
<https://doi.org/10.23937/2643>