

# TXVR

**Una experiencia en realidad virtual para  
ayudar en la rehabilitación de pacientes  
con daño a su segunda motoneurona  
o al sistema nervioso periférico de  
extremidades superiores.**

Autor: Eduardo Romo Schweitzer  
Profesor Guía: Iván Caro Pinto

Julio, 2022  
Santiago, Chile



“Why shouldn’t people be able to teleport  
wherever they want?”

Palmer Luckey

## AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, me gustaría agradecer individualmente a cada profesional del área de la salud que me dió de su tiempo, disposición, conocimiento y entusiasmo para poder desarrollar el proyecto. Además, les agradezco el esfuerzo por brindar y contactar pacientes para evaluar el proyecto. También, debo agradecer a todos los docentes de la universidad que formaron parte, aportando información clave desde su área de experticia, y la constante búsqueda de material que presentaron por incentivo propio. Adicionalmente, agradecer a mi profesor guía, que durante este proceso me acompañó, guió y desafió en brindar lo máximo del proyecto.

Igualmente, debo agradecer directamente a los pacientes que dieron de su tiempo y disposición para exponerse a este proyecto pese a su condición y brindar información clave en el desarrollo. Finalmente, quisiera agradecer a mi familia y cercanos por apoyarme en este proceso dándome tranquilidad y miras a futuro. También, por recordarme vivir y disfrutar el proceso.

Dra. Francisca Orrego

Dra. María José  
Arredondo

Dra. Teresita  
Risopatrón

Dra. Tania Gutiérrez

Rodrigo Cubillos

Ademir Domic

Iván Caro

Leonel Merino

Begoña Julia

Mauricio Delgado

Eduardo Holvoet

Luis Contreras

## MOTIVACIÓN PERSONAL

Desde hace ya dos años que me he insertado en el mundo de realidad virtual como usuario y entusiasta, asistiendo a eventos como el Unity For Humanity. Siempre he tenido interés en la vanguardia tecnológica y me asombra cada día al verla moldear nuestra realidad. Esto me llena de curiosidad y motivación pensando y especulando cómo estas nuevas tecnologías podrían ayudar a las personas.





# ÍNDICE

<b>01</b> INTRODUCCIÓN		<b>03</b> FORMULACIÓN DEL PROYECTO		<b>05</b> LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	
Introducción	10	Formulación	25	Expertos	41
		Objetivos	26	Rehabilitación	42
		Usuarios	27	Ergonomía y Antropometría	48
		Contexto de Implementación	28	Software	51
		Antecedentes	30	Herramientas de Desarrollo	53
		Referentes	32		
<b>02</b> MARCO TEÓRICO		<b>04</b> METODOLOGÍA		<b>06</b> PROCESO DE DISEÑO	
Rehabilitación proceso / servicio	13	Diseño para Innovar	35	Primeros Acercamientos	55
Daño a segunda motoneurona	14	Gamificación y Game Design	38	Mockup 1	57
Patologías / Casos	15			Mockup 2	58
Clasificación de pacientes	19			Prototipo	61
Tecnología en Rehabilitación	20			Testeo con Pacientes	66
Realidad Virtual	21			Testeo de Locomoción	69

# ÍNDICE

## 07 EVOLUCIÓN DE CADA ELEMENTO

Evolución de Interfaz	72
Evolución de Góndola	73
Evolución de Entorno	74
Evolución de Locomoción	75
Evolución de Periféricos	76

## 08 PRODUCTO FINAL / VERSIÓN ALPHA

Blueprint	86
Diagramas de Software	88
Validación con Expertos	91
Imagotipo y Paleta de Colores	92
Kit y Contenido	93
Instructivo	96

## 09 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Estrategia de Implementación	99
Tabla de Costos	100
Potenciales Alianzas	101
Modelo de Negocio Canvas	102

## 10 CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

Conclusiones	104
Proyecciones	105

## 11 BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

Bibliografía	107
Anexos	109

# INTRODUCCIÓN

---

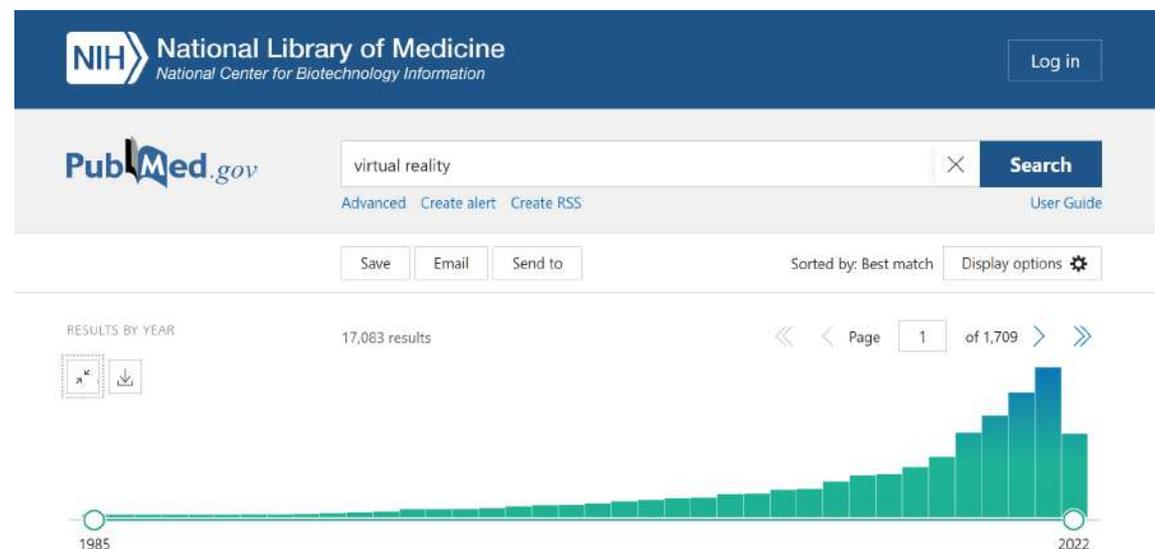
## GENERACIÓN DE MATERIAL ESPECÍFICO PARA REHABILITACIÓN EN REALIDAD VIRTUAL

La oportunidad de diseño surge del crecimiento que ha tenido la Realidad Virtual en el mercado estos últimos años, a causa de la reducción de precios en el hardware que terminó aumentando su accesibilidad (Aslop, 2021). Además, la pandemia generó un efecto positivo para esta tecnología que servía como medio de escapismo, generando mayor demanda e interés (Roose, 2021). A causa de esto se empezaron a estudiar sus diversas características y beneficios, para poder llevar esta nueva tecnología a otros contextos fuera del gaming, esto se pudo ver evidenciando en el Unity for Humanity Summit 2021 donde se habló de educación, sustentabilidad y medicina, mostrando varios proyectos e incluso incentivos para desarrollarlos. Y paralelo a esto Facebook, en su evento Facebook Connect 2021 anunció su interés en el desarrollo de esta tecnología y su visión del Metaverse.

La medicina es el segundo campo de mayor interés para la implementación de esta tecnología (después del gaming) (Muñoz et al., 2020), donde se han generado proyectos de entrenamiento y educación médica como lo es Embodied Labs y el sistema de rehabilitación para el síndrome postraumático de veteranos de guerra generado por Skip Rizzo. Estos con el fin de aprovechar que las experiencias vividas en Realidad Virtual tienen la ventaja de adherirse a nuestra memoria espacial y experiencial, lo que permite recordarla y revivirla (Unity For Humanity Summit, 2021).

Existe interés y demanda para aplicar estas tecnologías en el área de rehabilitación. La Doctora Tania Gutiérrez recalzó que el uso de sensores y realidad virtual no inmersiva ya no son suficientes para una rehabilitación, tanto para el paciente como para el médico, abriendo la puerta a nuevas tecnologías. Además, el kinesiólogo Mauricio Delgado mencionó que buscaba generar rehabilitación en Realidad Virtual para patologías específicas (como la neuropatía) y recalzó que no encontró

ninguna que cumpliera con sus requerimientos (comunicación personal, octubre 2021). También estudios han corroborado que la rehabilitación en este medio ayuda en la recuperación del equilibrio, fuerza, reducción de dolor, motivación del paciente, entre otros. A su vez el desafío que presenta esta nueva tecnología y el problema que existe frente al área médica es la falta de conocimiento o habilidad computacional, a esto también se suma la falta del diseño de experiencias (Burdea, 2003).

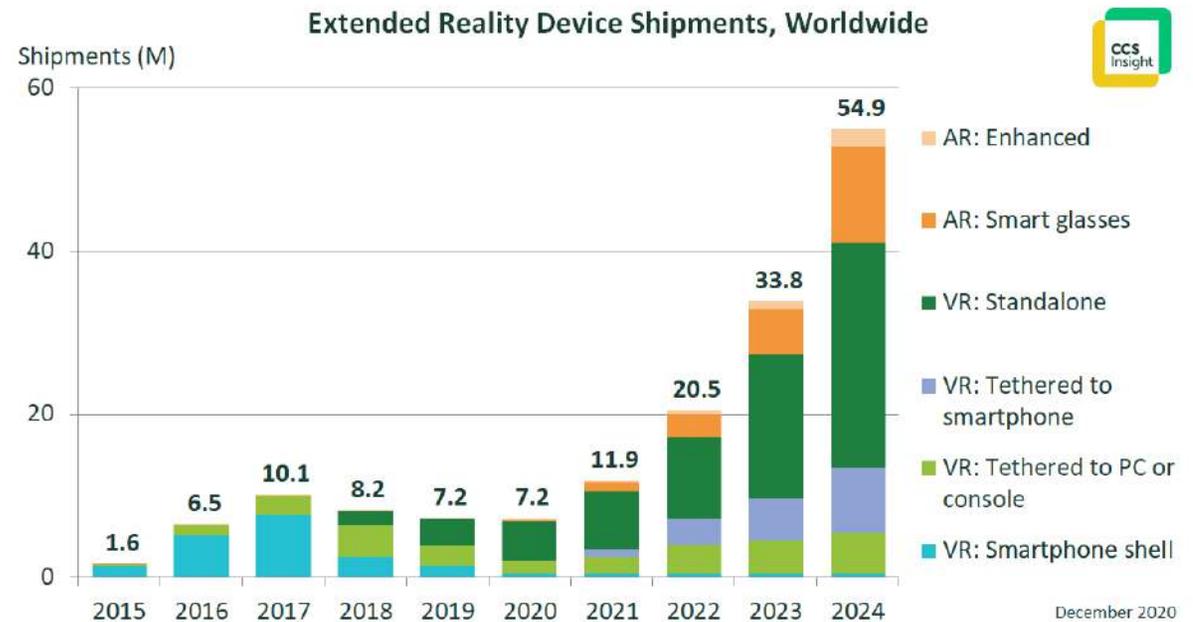


(PubMed, 2021)  
Resultados por año de artículos publicados alrededor del concepto de realidad virtual en PubMed. El 2021 se publicaron 2943 documentos.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las discapacidades que existen, se escogió una que fuese común y que se pudiese adaptar su rehabilitación aprovechando los beneficios que brinda la Realidad Virtual, tanto para el paciente como al médico. Además, que se requiriera o faltara material específico en este medio. Con esto en cuenta, el proyecto se enfoca en la rehabilitación de extremidades superiores, debido a que cumple estas y otras características que se desarrollarán a lo largo de este informe. También, dicha rehabilitación consiste en interacciones u ejercicios replicables y adaptables a este entorno virtual. Además, requiere atención y recursos médicos, los cuales podrían ser reducidos con esta nueva implementación (comunicación personal, marzo 2022).

Así la oportunidad de diseño nace en aprovechar los beneficios de una experiencia en realidad virtual para poder rehabilitar de forma efectiva a pacientes con daño a su segunda motoneurona o al sistema nervioso periférico de extremidades superiores, dándoles más autonomía dentro de una experiencia y entorno diseñado con énfasis en el paciente, y paralelamente siendo un aporte a los especialistas del área médica.



(CSS Insight, 2020)

En este gráfico se muestra el crecimiento que hubo y que se proyecta en las exportaciones de tecnologías de realidad extendida. Donde la realidad virtual es la con mayor volumen.

## MARCO TEÓRICO

---

## REHABILITACIÓN

La rehabilitación se define como la restauración de las funciones humanas en la mayor medida posible en una persona o personas que padecen una enfermedad o lesión (PubMed, s. f.). Existen varias especialidades dentro de la rehabilitación: Fisiatría, Kinesiología, Terapia Ocupacional, Fonoaudiología, Enfermería, Nutrición, Odontopediatría, Neurología, y otras más. Pero estas comúnmente se unen para formar equipos y ayudar al paciente desde todas las aristas posibles (Teletón, s. f.).

Es importante destacar que, la fisioterapia es una parte crucial en la recuperación de varios problemas de salud, que se podría enfrentar un paciente dentro del hospital. En muchos casos, es el inicio de un proceso que continuará después de que salga del hospital. Además, puede realizarse en un centro de cuidados prolongados, en un departamento de fisioterapia para pacientes ambulatorios o en casa. Y en lo que respecta a la experiencia dentro del hospital, el fisiatra habla con el paciente, lo examina, le ordena unos tests específicos y busca en su registro médico. Tras esto él o ella elabora un plan de rehabilitación que se ajuste a sus necesidades. Luego un terapeuta físico ayuda a ejecutar ese plan. Los terapeutas físicos están entrenados para restaurar la movilidad y funcionalidad física tras una lesión o cirugía. En esta etapa otros especialistas pueden verse involucrados, como por ejemplo un terapeuta ocupacional, un terapeuta de lenguaje y habla, un trabajador social y un psicólogo entre otros (Johns Hopkins Medicine, s. f.).



(Teletón Chile, 2021)

## DAÑO A SEGUNDA MOTONEURONA

“Las enfermedades de la motoneurona son un grupo heterogéneo de índole esporádica o hereditaria, caracterizadas por la degeneración de las neuronas motoras. Puede tratarse de enfermedades de la primera motoneurona, donde predominan síntomas de espasticidad, hiperreflexia y pérdida de fuerza o de enfermedades de la segunda motoneurona, donde predomina, además de la pérdida de fuerza, la atrofia muscular” (Matos et al., 2019).

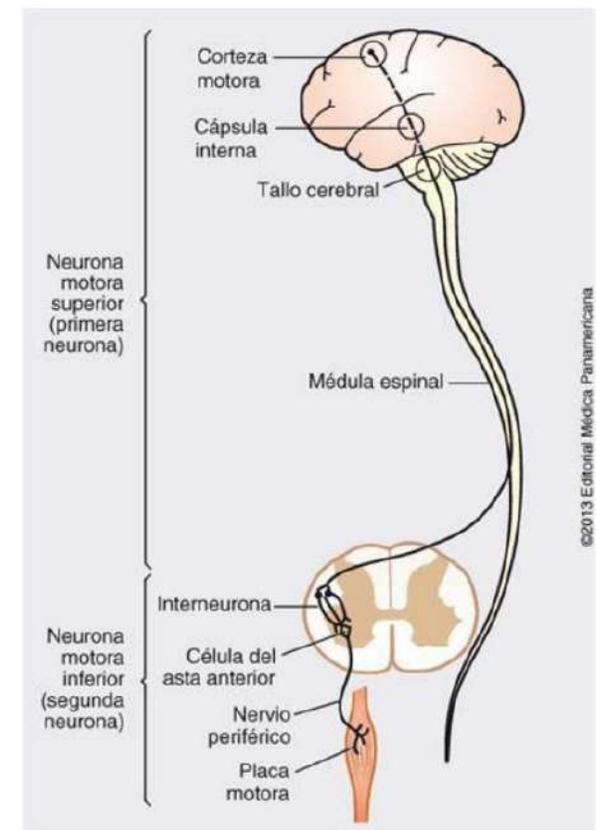
Es relevante desarrollar el concepto del daño a segunda motoneurona o al sistema nervioso periférico debido a que los tratamientos de enfermedades relevantes al proyecto están asociadas a estos conceptos.

El síndrome que se produce tras el daño de la vía motora inferior (segunda motoneurona) se caracteriza por una marcada pérdida de fuerza y de masa muscular, con hipo o arreflexia y aparición de fasciculaciones y calambres musculares. Este tipo de daño puede generarse debido a múltiples causas como genéticas, clínicas, abuso de sustancias, accidentes y otras. Además, existen varias enfermedades asociadas a la afectación de la segunda motoneurona y cada una posee sus propias causas y tratamientos. Por ejemplo, la Poliomielitis causada por poliovirus, la amiotrofia focal benigna, la atrofia bulboespinal (enfermedad de Kennedy) una enfermedad hereditaria, entre otras (Matos et al., 2019).

Por otra parte “las lesiones de nervios periféricos representan un problema cuando no son tratadas adecuadamente, muchas heridas cortantes pro-

fundas son recibidas en emergencia en el hospital, los pacientes con sintomatología de pérdida de sensibilidad o motricidad, que no son bien examinados o derivados a su policlínico para su posterior tratamiento acaban con secuelas graves, perdiendo una gran oportunidad para que estos pacientes se recuperen satisfactoriamente y regresen tempranamente a su actividad laboral” (Velarde, 2010).

La segunda motoneurona se encuentra en el sistema nervioso periférico. Un caso de cómo esta se puede dañar es de forma directa en un accidente o a través de enfermedades que afectan el músculo que hacen miopatías o polineuropatías donde hay muchos nervios afectados. Todo esto es segunda motoneurona o sistema nervioso periférico. Además, los tratamientos asociados a la segunda motoneurona difieren importantemente a los tratamientos de primera motoneurona. Por ejemplo, si un paciente tiene un daño a primera motoneurona, nunca debe entrenarse fuerza, lo que debe entrenar es movimiento, dado que el problema no está en el músculo, sino que en movimiento que el cerebro le entrega. Por otro lado, si el paciente tiene un daño a su segunda motoneurona no sirve enfocarse en movimiento, más bien lo que necesita es fuerza debido a que el músculo (“canal/cable que traía la electricidad”) es lo que se ve afectado, para así poder reactivar el canal (T. Risopatrón, comunicación personal, 14 de junio del 2022).



(Universidad Nacional de Córdoba, s. f.)

Existen diversos casos, enfermedades y patologías que requieren rehabilitación que están asociadas al daño de segunda motoneurona o al sistema nervioso periférico de extremidades superiores. En estos casos el tratamiento o proceso de rehabilitación poseen los mismos objetivos y muy similares formas de lograrlos. Unos buenos ejemplos son la neuropatía, la polineuropatía y el síndrome de Guillain-Barré.

Primero que todo, la “neuropatía periférica se asocia a un daño en el Sistema Nervioso Periférico (SNP), siendo éste una red de comunicaciones que transmite información desde el cerebro y la médula espinal (Sistema Nervioso Central) al resto del cuerpo. Estos nervios periféricos también son los encargados de devolver la información sensorial al SNC (de aspectos como el dolor o la temperatura), para que una vez procesada en el cortex cerebral, podamos percibir de una forma consciente todas estas sensaciones. El daño del Sistema Nervioso Periférico causará “interferencias” en estas conexiones, interrumpiendo los mensajes entre el cerebro y el resto del cuerpo” (Cobeña, 2013). Además, las neuropatías periféricas se clasifican en diversas formas: por su forma de comienzo y evolución, por el patrón de distribución, por el tipo de lesión nerviosa y por los síntomas (fibras afectadas). En esta última, por ejemplo, están los trastornos de nervios periféricos, con síntomas predominantemente motores tales como: síndrome de Guillain-Barré, polineuropatía subaguda y

crónica, con hiperproteorraquia; polineuropatía crónica recurrente, porfiria intermitente aguda, enfermedad de Refsum, neuropatía saturnina, neuropatía diftérica, neuropatías hipertróficas (enfermedad de Charcot-Marie-Tooth y enfermedad de Dejerine-Sottas), CIDP, neuropatía motora multifocal (Cobeña, 2013).

Entonces, la neuropatía es una enfermedad que afecta a un nervio periférico. Por lo que la polineuropatía es una enfermedad que afecta a varios nervios periféricos de manera simultánea. Las polineuropatías generalmente se caracterizan por un deterioro sensorial y distal bilateral motor con un aumento gradual de la gravedad distalmente. Los procesos patológicos que afectan los nervios periféricos incluyen la degeneración del axón, mielina o ambos. Las diversas formas de polineuropatía se clasifican por el tipo de nervio afectado (por ejemplo, el sensorial, motor o autónomo), por la distribución de la lesión nerviosa (por ejemplo, distal o proximal), por componente nervioso principalmente afectado (por ejemplo, desmielinizante o axonal), por etiología o por patrón de herencia (PubMed, s. f.).

En pocas palabras, los nervios periféricos son susceptibles a una variedad de factores tóxicos, inflamatorios, hereditarios, infecciosos y parainfecciosos que pueden afectar su salud y función, lo que lleva al trastorno clínico de polineuropatía (Rutkove, 2020).

Dependiendo de la polineuropatía, esta afecta

a las actividades de la vida diaria de los pacientes en diversas formas, debido a él o los síntomas que pueden presentarse a causa de esta enfermedad, como la progresiva pérdida de sensibilidad, la falla en habilidades motoras, llevando a debilidad de las extremidades afectadas; aparición de dolor exagerado o sin ningún tipo de estímulo y esto comúnmente afecta de forma simétrica al cuerpo comenzando de las extremidades inferiores, avanzando progresivamente a las superiores (Rutkove, 2020). Ejemplificando, el paciente podría costarle agarrar cosas debido a que les produce dolor o no poseen la fuerza para hacerlo, o simplemente por desconcentración al no mantener la presión necesaria al tener el objeto en mano. En el caso de afectar a las extremidades inferiores podría presentar dificultades al caminar o tendencia a tropiezos y caídas.

La polineuropatía posee una amplia variedad de causas. Desde algunas más comunes como la diabetes, abuso de alcohol y VIH. Hasta casos menos comunes, como efectos secundarios de medicamentos o una manifestación de alguna enfermedad sistémica. (Rutkove, 2020).

En el caso de la diabetes, esta es la causa más común de polineuropatía en Europa y Norteamérica. Pero la polineuropatía asociada al alcohol tiene una prevalencia entre 22% a 66% entre personas con alcoholismo crónico. Además, es clave recalcar que las neuropatías inducidas a causa de quimioterapias han obtenido mayor importancia clínica,

donde su prevalencia está estimada entre un 30% a un 40%, poniendo al cáncer y su tratamiento como un punto de foco causal de esta patología. La polineuropatía puede presentarse por causas genéticas, o como consecuencia de un déficit o sobredosis de vitaminas, exposición a sustancias tóxicas, y una variedad de procesos inmunológicos (Sommer et al., 2018).

A todo esto, se suma el síndrome de paciente post UCI donde entre 50% a 80% de los pacientes que estuvieron en Unidades de Cuidados Intensivos se ven afectados por perturbaciones en sus funciones neuromusculares a causa del daño a los nervios y músculos, que termina en enfermedades como lo es la polineuropatía (Senger & Erbguth, 2017). Teniendo en cuenta el contexto en pandemia causado por el Covid-19 (en el cual se realizó este informe) y sumado a lo anterior podemos ver una posible correlación. De hecho, estudios recientes han comenzado a evidenciar que dentro del síndrome post UCI de algunos pacientes Covid, han presentado polineuropatía (Cabañes et al., 2020).

Un estudio del 2015 plantea que la prevalencia global de polineuropatía en la población general parece ser alrededor del 1% y aumenta hasta el 7% en los ancianos. La polineuropatía parecía más común en los países occidentales que en los países en desarrollo y hay indicios de que las mujeres se ven afectadas con más frecuencia que los hombres (los perfiles de factores de riesgo difieren entre países) (Hanewinckel, 2016). Y en otro estudio

publicado el 2018 estima que las polineuropatías son el tipo de trastorno más común del sistema nervioso periférico en adultos, y especialmente en los ancianos, con una prevalencia estimada del 5% al 8% dependiendo de la edad (Sommer et al., 2018). Con esta data, tendiendo al crecimiento con el pasar del tiempo y sumándole el hecho de que se publicaron pre-pandemia, se puede inferir que este porcentaje de prevalencia global es aún mayor. Teniendo en cuenta que los estudios que se están generando, respecto a la generación de polineuropatías por Covid, sigan confirmando esta relación. Y si nos ponemos en el caso del menor porcentaje (1% de la población mundial), esto equivale a 77,3 millones de personas aproximadamente que sufren de polineuropatía.

Primero que todo, hay dos aspectos separados del tratamiento de la polineuropatía: el tratamiento de la enfermedad subyacente y el alivio de los síntomas relacionados con la enfermedad (Rutkove, 2020). El primero se define como el tratamiento de la enfermedad implícita o causal (que subyace) de la polineuropatía, por lo tanto, lo que plantea es solucionar o tratar ésta para evitar el desarrollo de la polineuropatía. Por ejemplo, en el caso de una polineuropatía ligada a una diabetes, el tratamiento de la enfermedad subyacente refiere al tratamiento de la diabetes y se aborda con la administración de insulina o la medicación acorde. Y por otro lado está el tratamiento de la enfermedad en sí (refiriendo a la polineuropatía)

donde se busca reducir o eliminar los síntomas y prevenir complicaciones, y esta consta del uso de medicamentos, rehabilitación y fisioterapia.

Además, esta última, puede dividirse en dos tipos de enfoques en el tratamiento o terapias y estos van de la mano. La primera es farmacéutica y se ejecuta a través de medicamentos/drogas o se incorporan sustancias externas y la segunda es la terapia física donde se incentiva el entrenamiento del cuerpo a través del movimiento (fisioterapéutico y kinesiológico, por ejemplo). Se desarrollará el proyecto en base a este segundo, el cual es de la misma importancia pensado en el bienestar y recuperación del paciente, de hecho, Seward B. Rutkove afirmó el 2020 que la evaluación de la fisioterapia es importante en pacientes con debilidad significativa. Por ejemplo, el uso apropiado de ortesis de tobillo-pie, férulas y dispositivos de asistencia para caminar puede mejorar significativamente la calidad de vida ante una discapacidad significativa.

La fisioterapia para las neuropatías es guiada por los síntomas y los déficits funcionales del paciente. Incluye ejercicios que mejoran la estabilidad al estar de pie y al caminar, entrena el equilibrio, la coordinación y la propiocepción (capacidad que tiene nuestro cerebro de saber la posición exacta de todas las partes de nuestro cuerpo en cada momento). En el caso de la paresia (la ausencia parcial de movimiento voluntario), el objetivo es aumentar la fuerza, función muscular y mantener o restablecer el equilibrio muscular para prevenir deformi-

dades y contracturas. También se pueden utilizar métodos de terapia física. Si la función de la mano se ve afectada, es indicada la terapia ocupacional y complementada con el despliegue de dispositivos de ayuda adecuados cuando sean necesarios. Es deseable la actividad deportiva dentro de un contexto donde la función sea preservada. Dado que los grupos de músculos proximales de muchos pacientes apenas se ven afectados con el pasar del tiempo y estos pueden ser entrenados. Además, el entrenamiento con ergómetro y de resistencia tres veces a la semana tiene un efecto positivo en el estado físico y la fuerza muscular en los pacientes CIDP (polineuropatía desmielinizante idiopática crónica) (Sommer et al., 2018). Pese a que las terapias son muy específicas, dependiendo de la categoría de polineuropatía y pese a que se generan combinaciones de ejercicios o movimientos adaptables a cada caso, existen unos repertorios de ejercicios que se mantienen con muy pocas alteraciones y que se efectúan en todos o la gran mayoría de los casos. Un ejemplo puede ser la recuperación de fuerza, con movimientos/ejercicios repetitivos, cíclicos y progresivos.

Por otro lado, está el síndrome de Guillain-Barré (SGB) donde en el 2013 C. O. Cobeña define que es la neuropatía aguda más frecuente y la que evoluciona con mayor celeridad. Se trata de una enfermedad autoinmune, autolimitada y desencadenada generalmente por un proceso infeccioso. Se expresa de manera preferente por una neu-

ropatía desmielinizante inflamatoria aguda que afecta extensamente al sistema nervioso periférico, cursando con trastornos somáticos motores y sensitivos, así como con manifestaciones disautónomicas. Los pacientes desarrollan una parálisis motora, clásicamente ascendente, que comienza en los miembros inferiores y que progresa en horas o días a los músculos del tronco, de los miembros superiores y a la musculatura de inervación craneal (por ejemplo, músculos faciales, de la deglución y de la fonación). Esta parálisis se acompaña de una pérdida completa de los reflejos tendinosos profundos. La gravedad del cuadro varía desde una debilidad ligera en los miembros inferiores hasta la cuadriplejía flácida con parálisis respiratoria y trastornos disautónomicos graves que pueden conducir al enfermo a la muerte en fases tempranas de la enfermedad (p. 3-4).

Además, uno de los síntomas del “síndrome de Guillain-Barré es la debilidad, que generalmente afecta a los miembros inferiores y que avanza rápidamente de manera ascendente. Los pacientes referirán esta debilidad de forma aislada o asociada a sensaciones de entumecimiento y/o hormigueos. A medida que la debilidad progresa ascendentemente, y en un corto período temporal (desde horas hasta días, pero generalmente de 24 a 72 horas), se verán afectados los músculos del tronco, de los miembros superiores, así como la musculatura de inervación craneal. En otras ocasiones, la debilidad muscular se desarrolla primero en los miembros

superiores o en los trenes superior e inferior simultáneamente” (Cobeña, 2013, p. 6).

Debido a que actualmente no existe cura para el síndrome de Guillain-Barré los objetivos principales del tratamiento son reducir los síntomas o la severidad de la enfermedad y ayudar en la recuperación del paciente. El tratamiento del SGB puede estar enfocado en terapia específica encaminada a mejorar o revertir el daño nervioso (esto dependiendo del paciente y su estado). Uno de los 4 tratamientos mencionados en el texto “Neuropatía periférica de origen no diabético: síndrome de Guillain-Barré” es la terapia física para incrementar la flexibilidad y fuerza musculares” (Cobeña, 2013).

“Con las mejoras en el tratamiento médico y el descenso de las tasas de mortalidad, el énfasis ha de centrarse en procurar un cuidado integral a los supervivientes del SGB durante largos períodos de tiempo, pues en la mayoría de los casos se trata de pacientes jóvenes. Se ha sugerido que la mejor opción es la desempeñada por parte de un equipo multidisciplinar compuesto por médicos, fisioterapeutas, podólogos, terapeutas ocupacionales, psicólogos (el manejo a largo plazo de las secuelas psicológicas es de vital importancia), personal de enfermería y demás profesionales sanitarios” (Cobeña, 2013, p. 12). A esto también se le pueden agregar profesionales fuera del área médica (viendo el tratamiento desde un punto de vista macro) siempre y cuando estén bien informados y bajo la supervisión de personal médico. Para que puedan

ayudar al paciente y personal desde su propia área, brindando nuevas opciones de acción que no están limitadas por el campo médico. Por ejemplo, el campo de desarrollo y manufactura que podría utilizarse para generar material o mecanismos para ayudar al paciente.

Finalmente, “el Síndrome de Guillain-Barré (SGB) es considerado una polineuropatía inflamatoria aguda con mayor ocurrencia en la actualidad y en cuanto a la incidencia ésta puede variar según región geográfica y sexo. En países occidentales la incidencia varía de 0,89 a 1,89 por 100.000 personas (promedio de 1,11) y en niños de 0,5 a 1,5 por 100.000 personas, con discreto predominio en el sexo masculino” (Rigo et al., 2020).

## El síndrome de Guillain-Barré (SGB)



### Qué es

Polineuritis de causa desconocida que progresa rápidamente.



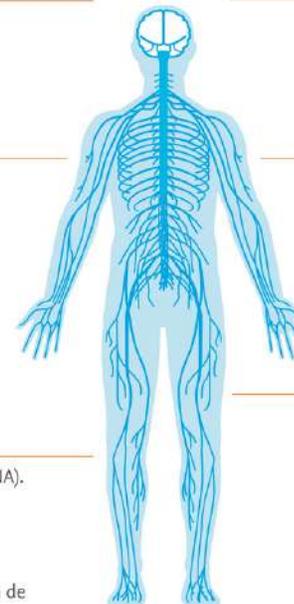
### Cómo actúa

El proceso inflamatorio permite que los linfocitos entren en los espacios perivasculares y destruyan la vaina de mielina que cubre los nervios periféricos o craneales. Las raíces nerviosas posteriores (sensoriales) y anteriores (motoras) pueden verse afectadas debido a esta desmielinización segmentaria, por lo que los individuos pueden experimentar pérdidas tanto sensoriales como motoras.



### Afecciones

- Afectación del sistema nervioso autónomo (SNA).
- Afectación de los nervios craneales.
- Afectación de las raíces nerviosas posteriores (motoras).
- Debilidad motora simétrica, alteración de la postura y del sentido de la vibración, ausencia de reflejos tendinosos profundos o hipoactivos, hipotonía en los músculos afectados y disminución de la capacidad ventilatoria.



### Síntomas

- Debilidad progresiva.
- Arreflexia.



### Pruebas diagnósticas

- Punción lumbar y análisis del LCR.
- Electromiografía (EMG) y estudio de conducción nerviosa.
- Hemograma completo.
- Estudio de potenciales evocados (auditivos, visuales y del tronco encefálico).



### Consecuencias

- El axón resulta relativamente poco afectado.
- Insuficiencia respiratoria (50% afectados).
- Debilidad de los músculos respiratorios. Alto riesgo para la vida del paciente (24 a 72 h después del inicio de los síntomas).



El 15% de los pacientes tienen una recuperación neurológica completa, y otro 65% tienen déficits leves que no interfieren con las actividades de la vida diaria (AVD).

(Elsevier Connect, 2020)

## CLASIFICACIÓN DE PACIENTES

Es clave señalar que en el proceso de rehabilitación los pacientes se clasifican en base a la escala de Daniels para medir su fuerza. Así programar una rehabilitación acorde a sus capacidades y seguir su progresión. El test o escala de Daniels es una prueba elaborada para medir la fuerza de un grupo muscular, por medio de la realización de un movimiento en concreto, esta valoración es muy importante antes de empezar a trabajar la musculatura. Esta prueba es una herramienta muy utilizada por los fisioterapeutas, ya sea para la evaluación de progreso y eficacia del tratamiento o para el inicio del tratamiento de un paciente. Para la aplicación de este test el paciente puede encontrarse decúbito supino, prono, lateral o en posición sedente, dependiendo del movimiento y el grado que se desee evaluar. Los parámetros por evaluar en esta prueba serán: contracción del músculo, ya sea de forma isométrica o isotónica; acción de la fuerza de gravedad y resistencia manual aplicada por parte del examinador. Finalmente, la prueba se va a encontrar dividida en seis grados cuyas puntuaciones partirán de 0 a 5, siendo 0 la ausencia de actividad muscular, mientras que 5 representa una actividad muscular normal que incluso puede vencer a una resistencia manual (Suárez, 2020).

En este informe referiremos a los niveles de la escala de Daniels anteponiendo una "M" antes del grado. Por ejemplo, en el caso de un paciente M3, refiere a que su músculo realiza todo el movimiento contra.

### ESCALA DE DANIELS

Grado	Actividad Muscular
1	Ninguna respuesta muscular
2	Contracción visible o palpable, pero no hay movimiento articular.
3	Músculo realiza todo el movimiento sin gravedad y sin resistencia.
4	Músculo realiza todo el movimiento contra la gravedad sin resistencia.
5	Movimiento en toda la amplitud contra gravedad y resistencia máxima.

Los pacientes también se clasifican en base a si su discapacidad por lo que hay discapacidades rehabilitables o potencialmente rehabilitables, potencialmente reversibles, permanentes y transitorias. Esta condición puede ir mutando con el tiempo, un paciente con una discapacidad reversible puede terminar con una discapacidad de carácter permanente en caso de no ser muy mal manejada. Pero incluso en bastantes casos con el trabajo indicado se podría revertir. Comúnmente cuando se habla de discapacidades transitorias, estas se utilizan para situaciones transitorias como una fractura, esguince, una lesión deportiva, o por ejemplo una mujer embarazada que puede tener una condición transitoria que luego de dar a luz volverá a la "normalidad". Pero en el caso de las discapacidades permanentes

donde existe gran porcentaje que queda sin secuelas, debido a que son potencialmente discapacitantes, pero rehabilitables. Por lo que, pese a que genere un síntoma o signo, luego se irá revirtiendo con el paso del tiempo y con la rehabilitación. Por ejemplo, en el caso de una polineuropatía genética, probablemente sea una discapacidad no transitoria y en el caso de una polineuropatía por paciente crítico, probablemente sea transitoria, pero pese a la rehabilitación algunas pueden quedar secuelas. Por lo que estos conceptos se mezclan entre sí y van cambiando con relación a la evolución del paciente. El mejor caso para pacientes en un proceso de rehabilitación es que su discapacidad sea potencialmente reversible (T. Risopatrón, comunicación personal, 14 de junio del 2022).

## TECNOLOGÍA EN REHABILITACIÓN

Actualmente se están incorporando nuevas tecnologías al proceso de rehabilitación, como realidad virtual, inteligencia artificial, realidad aumentada y robótica. Con el fin de agilizar procesos de atención, aprovechando las características y capacidades que estas pueden brindar al área de la salud. Esto se vio acelerado a causa del Covid-19, donde el entorno médico debía de adaptarse a esta nueva realidad, y donde los recursos eran

escasos y las distancias eran largas. Aquí estas nuevas tecnologías permitieron adaptar y generar un flujo más eficiente entre paciente y médico, dando soluciones a algunas de las problemáticas que trajo la pandemia. Actualmente, se siguen aprovechando y desarrollando estas tecnologías debido a las ventajas que presentaron. Un ejemplo sería, el modelo actual que utiliza la Clínica Alemana para rehabilitar pacientes de forma remota,

utilizando un sistema donde le prestaban a los pacientes un computador pequeño y un Kinect (cámara inteligente de seguimiento de movimiento del cuerpo) para poder rehabilitarse en casa, a través de videollamadas con su especialista el cual seguía/evaluaba al paciente gracias a la utilización de los sensores Kinect. Y el paciente hacía ejercicios guiados interactuando con su televisor y el Kinect. Así los doctores aprovecharon el uso de realidad virtual no inmersiva (un ejemplo de realidad virtual no inmersiva podría ser el Wii) para lograr superar el desafío que trajo la pandemia. Hoy están afiliados con Rehametrics (que les ayuda a generar el material) para seguir implementando y mejorando esta forma de rehabilitación (T. Gutiérrez, comunicación personal, octubre del 2021).



(Rehametrics, s. f.)



(Teletón, 2020)

La realidad virtual (VR) se define como el desarrollo de experiencia simulada que es algo similar a la situación en tiempo real. En 1994 se proyectó por primera vez el primer lenguaje de modelado basado en la realidad virtual y se utilizó para humanizar el mundo virtual y superar el ansia de usar headsets (cascos de realidad virtual). Existe una amplia gama de aplicaciones que ofrece esta tecnología, por ejemplo; formación médica, videojuegos, fines militares, etc. (Singh, 2020). También refiere a realidad virtual, el uso de modelado y simulación por computadora que permite a una persona interactuar con un entorno visual o sensorial tridimensional artificial. Las aplicaciones de realidad virtual sumergen al usuario en un entorno generado por computadora que simula la realidad mediante el uso de dispositivos interactivos, que envían y reciben información y se usan como gafas, cascos, guantes o trajes de cuerpo. En un formato típico de realidad virtual, un usuario que lleva un casco con una pantalla estereoscópica ve imágenes animadas de un entorno simulado. La ilusión de “estar allí” (telepresencia) se realiza mediante sensores de movimiento que captan los movimientos del usuario y ajustan la vista en la pantalla en consecuencia, generalmente en tiempo real (el instante en que se produce el movimiento del usuario). Por lo tanto, un usuario puede recorrer un conjunto simulado de habitaciones, experimentando puntos de vista y perspectivas cambiantes que se relacionan de manera

convinciente con sus propios giros y pasos de cabeza. Usando guantes equipados con dispositivos de retroalimentación de fuerza que brindan la sensación del tacto, el usuario puede incluso recoger y manipular objetos que ve en el entorno virtual (Lowood, s. f.).

La realidad extendida (XR) refiere de forma grupal a la realidad aumentada (AR), realidad mixta (MR) y a la realidad virtual (VR). La AR es la superposición de objetos digitales en el mundo real, un ejemplo sería el videojuego Pokemon GO, donde con la utilización de un Smartphone y su cámara puedes ver Pokemons a tu alrededor. La MR es la superposición de objetos digitales interactivos sobre el mundo real, un ejemplo sería el HoloLens el cual es utilizado para hacer más efectivo el trabajo en diversas áreas laborales (fabricación, médica y educación). La VR refiere a un ambiente totalmente digital, en este caso lo más común es el uso de cascos de realidad virtual que cubren totalmente tus ojos y se interactúa en ella con controles o incluso solo con las manos (G. Greengard, 2019).

Los cascos de realidad virtual (VR headset) se volvieron mucho más accesibles desde que Facebook lanzó el Oculus Quest 2, el cual dio la oportunidad a sus usuarios de obtener un “casco todo en uno” (donde no requiere de un computador o dispositivo externo para su funcionamiento) por menos de 300 USD. Además, teniendo capacidades similares a las de un competidor (Valve Index)

de más 1000 USD (Meta, s. f.). Estos headsets son capaces de estar conectados a red vía wifi, permitiendo interacciones entre sus usuarios, utilizando micrófonos y parlantes incorporados. También, son capaces de hacer seguimiento de manos a través de sus cámaras (utilizadas para calcular su relación con el espacio, manteniéndolo proporcional a su cuerpo). Además, hoy no es necesario la utilización de un computador con gran procesador para que este funcione, en el caso del Oculus Quest 2, el headset no requiere de más componentes para su funcionamiento, eliminando cables y la necesidad de computadores costosos (a este tipo se refiere como standalone). También, a esto se le suma que los controles (que comúnmente vienen incorporados con el casco de VR) o forma de interactuar en realidad virtual generalmente están dispuestos para las manos, permitiendo interacciones de extremidad superior con bastante precisión. Esto permite que se puedan tener experiencias completas estando sentado. Pero de igual forma existen diversas herramientas que permiten el seguimiento de todo el cuerpo como lo son los rastreadores Vive.

Paralelo a esto desarrollar para XR se ha facilitado con la evolución y desarrollo que han tenido los motores de videojuegos, como Unity donde se ha incorporado de forma nativa funciones para poder diseñar en VR (Unity, s. f.). Además, se han generados diversos SDK (como el seguimiento de manos, generado y anunciado por Facebook Reality Labs

el 2021) y comunidad en diversas plataformas (en forma de tutoriales o repositorios), potenciando su desarrollo. Además, a medida que la tecnología mejore y se reduzcan los costos, la realidad virtual desempeñará un papel importante en el futuro de la atención médica (Ioannou et al., 2020).

En cuanto a la rehabilitación, existe evidencia que respalda el uso de la terapia de realidad virtual en el tratamiento del dolor, las fobias, el trastorno de estrés postraumático (TEPT), los trastornos alimentarios, los trastornos mentales como la ansiedad, la esquizofrenia y el autismo, y el abuso de sustancias químicas. (Cassani et al., 2020). Actualmente, Bravemind se dedica a rehabilitar a exveteranos con síndrome de estrés post traumático mediante la terapia de exposición en realidad virtual. También otro estudio publicó que el entrenamiento de rehabilitación con realidad virtual no solo puede lograr el mismo efecto que el entrenamiento de rehabilitación convencional, además tiene un mejor desempeño en la marcha y el equilibrio en pacientes con enfermedad de Parkinson (Lei et al., 2019). Es importante destacar que varios de los tratamientos mencionados son necesarios en la rehabilitación de extremidades superiores, siendo síntomas directos de las enfermedades que generan este tipo de discapacidad en la motricidad gruesa.

Es clave tener en cuenta que cuando alguien vive una experiencia en realidad virtual, el sentido respecto a su presencia se ve involucrado, esto

dando nociones de escala y espacio con relación al cuerpo, afectando de manera directa a como esta se codificará en su memoria. También, en ciertos experimentos se evidencia que entrenamientos a través de experiencias pueden llegar a ser más efectivos que su forma de estudio tradicional, al acercarse más a la situación real (Smith, 2019).

En el artículo “Inmersión y activación de estados emocionales con videojuegos de realidad virtual” se habla sobre un estudio que tenía como fin determinar los niveles de inmersión de usuarios al exponerlos a una tarea dentro y fuera de realidad virtual. “El estudio se dirigió a estudiar la asociación entre inmersión en videojuegos de Realidad Virtual (VR) y la activación emocional. Se llevó a cabo un diseño experimental intrasujetos, con 97 estudiantes universitarios. Se llevaron a cabo mediciones de frecuencia cardíaca y del estado emocional percibido. Los resultados mostraron que la condición RV presenta mayor inmersión y frecuencia cardíaca que la condición no VR” (Torres et al., 2021). Estos resultados demostraron en parte el nivel de involucramiento de los usuarios dentro de un entorno en realidad virtual y sirve como ejemplo para justificar la alta capacidad inmersiva de esta tecnología, siendo a su vez poco sorprendente debido a que interviene de forma directa a 2 o incluso 3 de nuestros mecanismos para percibir el mundo (vista, audición y tacto).

La forma en que los humanos percibimos el espacio que nos rodea tiene múltiples facetas en-

raizadas en la psicología de la percepción. La comprensión del entorno involucra factores que van desde la fisiología de la visión hasta cuestiones de tipo social y cultural. Inicialmente podría definirse este proceso como aquel que hace consciente a la persona de la posición relativa de su propio cuerpo respecto a las cosas que lo rodean y sus relaciones respecto a estas en términos de distancias, tamaños y orientación, todo ello necesario para permitir el desplazamiento del sujeto en su entorno (Fieandt et al., 2007, como se citó en Hernández et al., 2011). Las principales señales que utiliza el individuo para llevar a cabo este proceso son las relativas a la medida de la distancia y la profundidad. Estas señales provienen tanto de estímulos sensoriales como la visión o el oído como de su procesamiento mental, de tipo gestáltico, que hace que, por ejemplo, dos objetos idénticos, situados a diferente distancia se entiendan como iguales a pesar de tener tamaños diferentes en la imagen visual (Hernández et al., 2011).

La gestáltica posee gran relevancia alrededor del concepto de la percepción, debido a que el movimiento Gestalt se puede considerar como uno de los esfuerzos más sistemáticos y fecundos en la producción de sus principios explicativos. Además, consideró la percepción como un estado subjetivo, a través del cual se realiza una abstracción del mundo externo o de hechos relevantes (Gilberto, 2004). “La percepción visual no opera con la fidelidad mecánica de una cámara, que lo

registra todo imparcialmente: todo el conglomerado de diminutos pedacitos de forma y color que constituyen los ojos y la boca de la persona que posa para la fotografía, lo mismo que la esquina del teléfono que asoma accidentalmente por encima de su cabeza. ¿Qué es lo que vemos?... Ver significa aprehender algunos rasgos salientes de los objetos: el azul del cielo, la curva del cuello del cisne, la rectangularidad del libro, el lustre de un pedazo de metal, la rectitud del cigarrillo” (Arnheim, 1995, como se citó en Gilberto, 2004). Esto en otras palabras habla de cómo el cerebro rellena los espacios vacíos en los estímulos para poder percibir el mundo, por lo que con pocos elementos la persona puede entender, insertarse e interactuar en el entorno referido.

*“El primer supuesto básico desarrollado por la Gestalt es la afirmación de que la actividad mental no es una copia idéntica del mundo percibido. Contrariamente define la percepción como un proceso de extracción y selección de información relevante encargado de generar un estado de claridad y lucidez consciente que permita el desempeño dentro del mayor grado de racionalidad y coherencia posibles con el mundo circundante. Se puede afirmar que, de la enorme cantidad de datos arrojados por la experiencia sensorial (luz, calor, sonido, impresión táctil, etc.), los sujetos perceptuales toman tan sólo aquella información susceptible de ser agrupada en la conciencia para generar una representación mental. La percepción, según la Gestalt, no está sometida a la*

*información proveniente de los órganos sensoriales, sino que es la encargada de regular y modular la sensorialidad. El hecho de recibir de manera indiscriminada datos de la realidad implicaría una constante perplejidad en el sujeto, quien tendría que estar volcado sobre el inmenso volumen de estímulos que ofrece el contacto con el ambiente” (Gilberto, 2004).*

Finalmente, un estudio indica que se ha estado adoptando la realidad virtual durante la pandemia por una gran variedad de razones. Este

hallazgo respalda la noción de que la realidad virtual es capaz de abordar muchos de los desafíos planteados por la pandemia. También, una mayor comprensión de lo que las personas necesitan de la realidad virtual, cómo las personas usan la realidad virtual y cómo desean usar la realidad virtual en el futuro y esto podría ayudar a impulsar la adopción de esta tecnología más allá de la pandemia (Ball et al., 2021).



(Hayden, 2021)

# FORMULACIÓN DEL PROYECTO

---

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es generar una experiencia digital/virtual donde, los pacientes con daño a su segunda motoneurona o al sistema nervioso periférico de extremidades superiores puedan realizar su rehabilitación de forma guiada, complementario a la asistencia médica (profesional o de equipo).

## ¿QUÉ?

Es una actividad en realidad virtual, que recrea la experiencia de compra en un supermercado, diseñado para la rehabilitación de pacientes con daño a su segunda motoneurona o al sistema nervioso periférico de extremidades superiores.

## ¿POR QUÉ?

Porque existe una demanda de material específico para rehabilitación en nuevas tecnologías XR, la cual abre un campo de posibilidades para innovar.

## ¿PARA QUÉ?

Para que el paciente tenga una mejor experiencia de rehabilitación, haciendo los ejercicios de forma adecuada en un entorno controlado y utilizando los recursos médicos (personal e infraestructura) de manera más eficiente.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**1**

Desarrollar ejercicios para que el paciente siga de manera virtual manteniendo la técnica de la terapia regular.

**2**

Diseñar un flujo de uso acorde al proceso de rehabilitación médico/paciente.

**3**

Aumentar el involucramiento del paciente en su propia rehabilitación.

**4**

Lograr que el paciente tenga mayor autonomía en su rehabilitación.

**5**

Lograr que el paciente entienda los resultados obtenidos en la rehabilitación y que estos sean de utilidad para el personal médico.

IOV

Se testeará la aplicación con especialistas para validar los alcances y rangos de movimiento adecuados. Además, se pondrá a prueba con pacientes para evaluar un caso real.

IOV

Se validará un mapa de viaje del usuario en conjunto con médicos y pacientes. Se harán observaciones en una instancia con el paciente y otra con el experto, ajustando a diferentes casos.

IOV

Seguimiento con encuestas y entrevistas con el paciente, para ver su entendimiento respecto a la terapia.

IOV

Evaluando el proyecto con expertos y testeando con pacientes cuantas dudas y asistencia requieren durante la actividad.

IOV

Validando con expertos el sistema de niveles. También se entrevistará a los pacientes respecto a su motivación tras hacer la actividad teniendo en contraste su testimonio respecto a la rehabilitación regular.

### PACIENTE

El proyecto está enfocado en pacientes M3 (en la escala de Daniels) en adelante que sufran de daño a su segunda motoneurona o al sistema nervioso periférico de extremidades superiores (rehabilitación de extremidades superiores para mejorar la motricidad gruesa). Además, un rango ideal de edad sería entre 18 a 50 años, pero es posible abrirse a pacientes que tengan como mínimo 13 años (la edad mínima recomendada para utilizar realidad virtual) hasta adultos mayores con permeabilidad tecnológica (refiriendo a que no haya tantos roces para poder cumplir con la actividad en el tiempo deseado) aproximadamente. Finalmente, este usuario debe de estar haciendo su rehabilitación en un centro específico de rehabilitación.

No está de más recalcar, que el factor económico, social o cultural del paciente no le impedirá usar el proyecto si cumple con lo dicho previamente y en caso de estar en su rehabilitación y no querer utilizarlo no afectará su proceso de sanación.

### PERSONAL MÉDICO

El proyecto también considera al personal médico dentro de estos centros específicos de rehabilitación, específicamente a la persona encargada del paciente en el momento de rehabilitación este puede ser un fisiatra, kinesiólogo, terapeuta ocupacional, entre otros. Este encargado medico es quien hace la evaluación inicial al paciente y designa que deberá hacer en la sesión. Estos profesionales de la salud deben poseer interés o estar abiertos a incorporar esta herramienta dentro de su repertorio para rehabilitación.

El contexto en el cual se desarrolla este proyecto será en el área de rehabilitación dentro de una clínica u hospital. Donde se trabaja con equipos interdisciplinarios para atender y tratar a los pacientes que sufren daño a su segunda motoneurona o al sistema periférico de extremidades superiores. En este lugar se tratan a pacientes con diversas patologías, lesiones u otras causas que requieran rehabilitación. Hoy la experiencia de rehabilitación para el paciente consiste en esfuerzos de traslado para ir a sus sesiones de forma periódica, tiempos de espera para que el personal médico pueda atenderlo, largas sesiones en un mismo entorno donde repite de forma constante movimientos y además se encuentra intermitentemente en contacto con el especialista para solucionar dudas y pedir apoyo. Paralelo a esto el especialista debe estar pendiente de varios pacientes a la vez que requieren de su atención y guía, sobre todo en las primeras instancias para enseñar la forma correcta de hacer los movimientos y evaluarlos. Además, las rehabilitaciones comúnmente suelen durar entre 45 a 60 minutos donde el profesional a cargo del paciente siempre debe de hacer una evaluación inicial para ajustar la sesión en base a las capacidades del paciente, por lo que las sesiones pueden ser diferentes entre sí, hasta el nivel de motivación o estado emocional del paciente deben tomarse en consideración, debido a que el paciente puede estar más propenso a frustrarse

en caso de no tomar esto en consideración (M. J. Arredondo, comunicación personal, 30 de marzo del 2022). También, no está demás recalcar que la sesión se ejecuta en un lugar con espacio pensado para que el paciente pueda extenderse al máximo en sus movimientos sin estorbar el flujo de otros pacientes, esto se ve en la altura y separación entre camillas, y en cómo están dispuestas las zonas específicas a ciertos ejercicios.

Estas áreas o centros de rehabilitación pueden encontrarse en hospitales, clínicas o incluso en centros especializados, por ejemplo, el Hospital De la Universidad Católica donde “el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación está integrado por múltiples especialistas de la salud organizados en un equipo interdisciplinario, provenientes de las áreas de la Medicina, Enfermería, Kinesiología, Fonoaudiología, Psicología, Terapia Ocupacional, Nutrición, entre otras. El Servicio tiene por objetivo generar una atención integral del paciente a fin de potenciar al máximo su funcionalidad y favorecer su participación en la sociedad. Consideramos todas las dimensiones del individuo - física, cognitiva, psicológica, relacional y espiritual -, centrándonos además en su familia y el entorno” (Red de Salud UC, s. f.).

El patrón de valor consta en aprovechar esta nueva tecnología para generar una rehabilitación que requiera de menor asistencia médica, y que permita al paciente ser más autónomo en su rehabilitación, involucrándose más en su proceso

de sanación. Además, debido a que esta tecnología (o más bien su acceso masivo) es relativamente nueva, no hay material específico para todas las patologías, y la gran mayoría están desarrolladas por los mismos médicos los cuales no constan de tanto tiempo, recursos o conocimiento para la creación de experiencias, por lo que la visión sistémica de un diseñador podría ayudar a generar mejor material. También, se debe tomar en cuenta el interés (que surgió recientemente) que existe por parte del área médica en implementar esta nueva tecnología.

Es importante recalcar, que esto busca ser complementario a la rehabilitación a un formato virtual debido a que existen partes del tratamiento que son inabarcables (actualmente) con esta tecnología. Pero, de igual forma busca ser escalable a futuro, incorporando más ejercicios y contextos, como lo podría ser la telemedicina u otras patologías. Donde se busque llegar a la mayor cantidad de interacciones digitalizables y que éstas fuesen una especie de puente en un flujo de intercambio constante entre el médico y su paciente (incluso entre los mismos pacientes).

También, el proyecto presenta una mirada a futuro donde se especula que la realidad virtual y su tecnología seguirá volviéndose cada vez más accesible, donde podríamos llegar a verlas incorporadas en el uso convencional de las personas, afectando e interactuando en sus tareas diarias. Esto en base a los parámetros presentados y la

tendencia que se ha mostrado en los últimos años.

El proyecto se centra en generar una experiencia inmersiva, teniendo el objetivo de recrear de la mejor forma las técnicas de rehabilitación para esta discapacidad en extremidades superiores, para así poder rehacer algunos ejercicios en este entorno virtual para mantener o incluso mejorar la efectividad al realizar estos movimientos. Todo esto en un entorno diseñado y brindando estímulos, imágenes o representaciones para entregar más información al paciente para poder guiarlo a una buena ejecución, permitiéndole entender más su progreso. Para este se determinó el/los tipos de ejercicios que se utilizan en esta rehabilitación. Además, el hecho de funcionar en base a los movimientos del cuerpo en escala 1 a 1, no debiese requerir muchas interacciones, aprovechando el seguimiento de los controles. Por lo que se enseñará solo a interactuar con lo que limite la aplicación. También, deberá brindar la información recopilada en la sesión para uso médico y del paciente. Finalmente, debe de reiniciarse para la utilización del siguiente paciente.

Claramente el proyecto está apuntando a instituciones que poseen las capacidades necesarias para incorporar esta nueva tecnología, debido a que, pese a ser más accesible en comparación a años anteriores, aún no llega a los estándares necesarios para ser implementados en centros donde los recursos son escasos. Pero esto de igual forma, servirá como una investigación de uso,

para cuando estas tecnologías lleguen al punto que se vuelvan cotidianas, para poder adaptarla a diversos contextos.

Además, es importante aclarar el enfoque en un centro especializado en rehabilitación y no en un hospital. Se debe a que dentro del hospital comúnmente el objetivo principal del tratamiento consta en hacer que el paciente recupere facultades motoras muy básicas, pero de vital importancia, hablando en lo que respecta a rehabilitación y fisioterapia, debido a que la prioridad está en salvar al paciente y luego en recuperar sus facultades motoras. La Doctora María José Arredondo recalcó que incluso en algunos casos el objetivo pudo ser hacer que el paciente se lograra sentar para poder usar una silla de ruedas. Y con esto solucionado, el tratamiento de rehabilitación se deriva y desarrolla dentro de estos centros o áreas específicas (comunicación personal, 30 de marzo del 2022). Unos ejemplos de estos lugares de implementación del proyecto dentro de Chile son la Teletón, el área de rehabilitación de la Red de Salud UC y el área de rehabilitación de la Clínica Alemana.

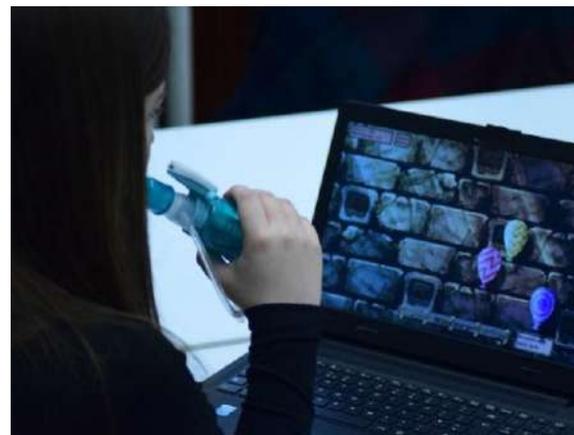
### EMBODIED LABS



*(embodied labs, s. f.)*

Una plataforma de entrenamiento inmersiva para empresas, que utiliza experiencias en realidad virtual, para que las personas que entregan atención médica puedan encarnar las perspectivas y condiciones de otras personas/pacientes, obteniendo una mayor comprensión de su situación. Estos conocimientos permiten a sus usuarios brindar una atención más eficaz.

### PROJECT FIZZIO KONGLOMERATE GAMES



*(Konglomerate Games, s. f.)*

Es un control que funciona a través de la respiración para jugar unos minijuegos, que tiene como fin ayudar e incentivar a niños con fibrosis quística en su fisioterapia. Esto para lograr mayor involucramiento por parte de los niños en sus ejercicios respiratorios.

### BRAVEMIND



*(USC Institute For Creative Technologies, 2005)*

La terapia de exposición, en la que un paciente (guiado por un terapeuta capacitado) confronta sus recuerdos del trauma, a través de un recuento de la experiencia, ahora se respalda como un tratamiento "basado en evidencia" para el SPT. Y en este proyecto se utiliza VR para recrear diversos escenarios y poder ejecutarlo con un especialista al lado del paciente. En este, el especialista puede configurar en tiempo real el ecosistema virtual del paciente.

## ANTECEDENTES

### REWELLIO



*(Rewellio, 2021.)*

Es una herramienta de terapia virtual que permite obtener más tiempo de terapia. Dentro de un entorno 1: 1 con un terapeuta. A través del ejercicio guiado con un avatar rewellio, se puede lograr un entrenamiento repetitivo en casa, brindando una atención más eficaz.

### SHIFT



*(Shiftbias, s. f.)*

La realidad virtual de Shift tiene un enfoque para capacitar (profesionales médicos) de forma más eficiente y escalable. Está diseñado para enseñar nuevas habilidades y desarrollar el pensamiento crítico en un entorno realista y sin riesgos. La plataforma ofrece capacitación portátil, rentable y a pedido.

### TELEREHABILITACIÓN CLÍNICA ALEMANA



*(Clínica Alemana, 2020)*

La Telerehabilitación de la Clínica Alemana consta en prestar equipos (mini PC, Kinect y conectores) con programas específicos (ya descargados) a los pacientes para que estos puedan rehabilitarse desde casa. El programa posee una colección de ejercicios adaptables a diversos casos, utilizando escalas definidas por el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

## REFERENTES

### JOB SIMULATOR



(Owlchemy Labs, s. f.)

Es un videojuego de simulación en realidad virtual, en este se deben hacer tareas similares a las que se harían en un entorno de trabajo. Poniendo al jugador en entornos que recrean contextos reales.

### VRCHAT KMART



(VRChat Kmart, 2021)

Es un mundo dentro de la aplicación VRChat donde se recreó un supermercado con objetos interactivos.

### OCULUS FIRST STEPS

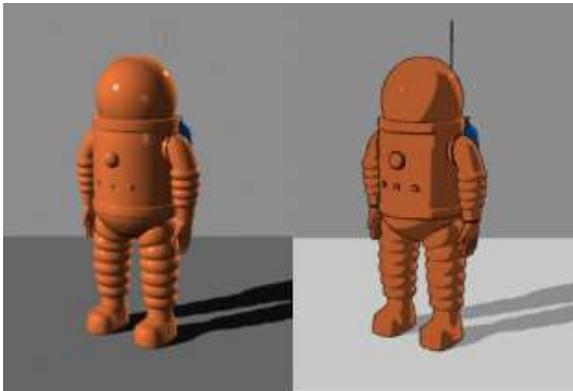


(Oculus, s. f.)

Es la aplicación que viene preinstalada dentro del Oculus Quest 2 que cumple la función de tutorial, introduciendo al usuario a la interfaz a través de juegos y tareas simples.

## REFERENTES

### CEL SHADING



(Fandom Animation Wiki, s. f.)

También conocido como sombreado cel o sombreado plano es un tipo de renderizado no fotorealista, que simula el estilo de un comic o hace parecer que los gráficos sean hechos a mano.

### HOLOPORT DE VRCHAT



(Lassam, 2016)

Holoport de VRChat es uno de los sistemas de locomoción en realidad virtual (VRChat) que emula teletransportarse, controlando a tu avatar en tercera persona para evitar mareos y malestares comunes de la locomoción libre (movimiento en primera persona) en realidad virtual.

### HOW TO MAKE A BAKERY STUDIO SYRO



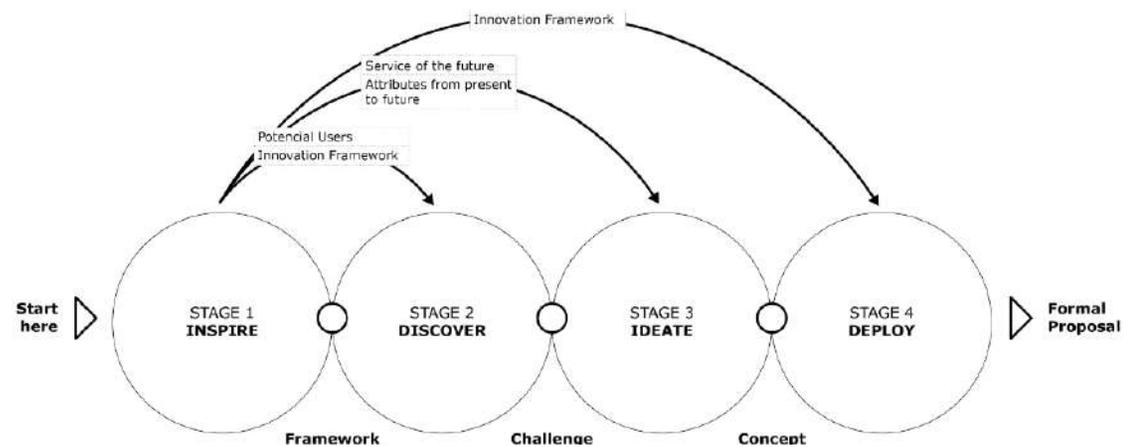
(Studio Syro, s. f.)

Es un corto generado en realidad virtual que muestra el proceso de diseño de un entorno virtual que tiene como fin ser un arte conceptual. En este corto muestran el paso a paso de cómo fue afinándose este entorno de carácter fantástico y mágico.

# **METODOLOGÍA**

---

Teniendo en cuenta que lo vivido en realidad virtual es en esencia una experiencia 1 a 1, donde básicamente se diseñan las interacciones que tendrás con este mundo. Se debe de asignar una metodología acorde y que esté a esta escala, sin verlo como un producto, sino como un servicio (experiencia). Por esto la metodología escogida para el proyecto es la de Diseño para Innovar (por P. Wuth y S. Negrete). Esta parece ser la más indicada para lograr solucionar los desafíos tanto dentro como fuera de la realidad virtual, viendo de forma sistémica el proyecto, centrado en el paciente, dentro un equipo interdisciplinario, impulsando esta visión al futuro mediante la utilización de esta tecnología (pensando en la utilización de tecnologías emergentes como la realidad virtual) para generar impacto positivo en su rehabilitación. La metodología está enfocada en diversos pilares y compuesta de cuatro etapas (P. Wuth, comunicación personal, 17 de marzo 2021).



(Negrete S & Wuth, 2020)

La metodología está enfocada en 6 pilares los cuales son relevantes mencionar para su mayor entendimiento:

### 1. CENTRADO EN LAS PERSONAS

Se considera a las personas como el foco del proyecto, lo que incluye tanto a los usuarios externos como a los usuarios internos u organización. En este caso, los pacientes, doctores y agentes de la clínica.

### 2. DISEÑO PARTICIPATIVO

Generar instancias participativas con distintos actores, utilizando técnicas e instrumentos que facilitan la dinámica y sistematización de resultados. Se generaron instancias con los doctores para evaluar el contexto y al paciente en su diagnóstico y luego se participó con los pacientes en base a su rehabilitación.

### 3. PROCESO DE PROTOTIPADO

Se utilizan técnicas de prototipado durante todo el proyecto para explorar, evaluar y comunicar los distintos componentes, optimizando recursos y disminuyendo riesgos. Se prototiparon las interacciones virtuales con y sin los pacientes a modo de prototipo.

### 4. INTEGRAL E INTERDISCIPLINARIO

Participan personas de diversas especialidades, que combinan conocimiento específico con una mirada conjunta tanto de los desafíos como de las soluciones. Se trabajó con doctores de diversas áreas, tal como se hace en un proceso de rehabilitación. También, se incluyeron especialistas en diseño de software para asegurar factibilidad de la propuesta.

### 5. VISIÓN SISTÉMICA

Enfoque en la comprensión sistémica de los proyectos, entendiendo que todos los componentes y actores se relacionan entre sí. Se mantuvo en constante análisis el área de rehabilitación, teniendo en cuenta el flujo existente entre los pacientes y sus especialistas en ese espacio.

### 6. MIRADA A FUTURO

Se incorpora el estudio de tendencias, casos de inspiración y ejercicios especulativos que permiten la visualización de escenarios futuros para anticiparse y desarrollar estrategias de largo plazo. Estarán en constante revisión las capacidades y aplicaciones relacionadas con la VR para su óptimo uso y en base a esta información poder proyectar su contexto de uso en el futuro.

La metodología se compone de 4 etapas centrales e interconectadas entre sí, donde el diseñador, a medida que avanza, está constantemente revisando y enriqueciendo sus etapas anteriores.

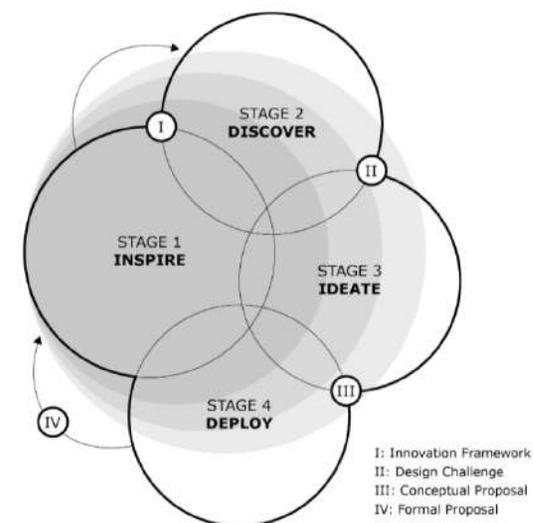
La primera es la etapa de “Inspirar” y en esta se busca recoger información que permita dar el puntapié inicial al proceso. Se revisará la información existente de la organización en estudio, se investigarán casos de inspiración y se analizarán tendencias, con el propósito de entender el contexto actual y también poder prospectar posibles escenarios futuros (P. Wuth, comunicación personal, 17 de marzo 2021). En esta etapa se buscó y profundizó en realidad virtual, buscando un contexto para implementarla, aprovechando las características que traía a la mesa esta nueva tecnología. Además, se asistió a eventos para entender cómo se está proyectando y dónde se necesita más este tipo de herramienta. También se profundizó en el área de la salud, específicamente en la rehabilitación.

La segunda es la etapa de “Descubrir” en la que se busca una comprensión profunda del usuario (interno y externo), a través de entrevistas y observación en terreno (P. Wuth, comunicación personal, 29 de marzo 2021). Se conversó con personal médico para entender el contexto y corroborar el interés de aplicar estas nuevas tecnologías. También se comprendió qué sistemas se utilizaban al momento de aplicar estas nuevas herramientas y cuál es la mejor forma de insertarlas en nuevos contextos.

La tercera etapa es “Idear” que busca la generación de posibles respuestas al desafío planteado, las cuales se ordenan y jerarquizan. Se utilizan técnicas de prototipado de servicios en función de construir, idealmente con usuarios y actores claves, una primera propuesta que se testea y valida con ellos mismos, buscando facilitar la futura implementación. Como resultado se obtiene un concepto validado que se seguirá afinando en la siguiente etapa (P. Wuth, comunicación personal, 19 de abril 2021). En esta etapa se prototipó de forma ágil, utilizando prototipos para lograr recrear los movimientos clave dentro y fuera el entorno virtual, para luego testearlos en pacientes y evaluar sus resultados en base a los objetivos planteados para el proyecto. También se evaluó cómo se comportaría el proyecto en su entorno virtual y no virtual.

La cuarta etapa es “Proyectar” en la cual se busca la transformación del concepto en una propuesta concreta. Por un lado, se realizará una bajada clara con relación a las actividades involucradas, los puntos de contacto, sistemas y procedimientos con el fin de entender la forma en que la organización responderá a la propuesta. Por otro lado, se desarrollarán prototipos de los soportes considerados más relevantes por los usuarios (internos y externos). Como resultado se obtendrá una propuesta formal, que consiste en una visualización concreta y clara del servicio, junto con la descripción de sus puntos de contac-

to y la forma en la que se podría llevar a cabo la implementación (P. Wuth, comunicación personal, 1 de mayo 2021). En esta etapa se prototipó con énfasis en empezar a unificar todo en un mismo espacio digital controlado, con fin de acercarse lo más posible al producto final. Además, se prototipó con los pacientes. También, se validó con especialistas del área médica para evaluar el recorrido y los movimientos.



(Negrete S & Wuth, 2020)

La gamificación es una tendencia relativamente nueva que se centra en aplicar las mecánicas de los juegos a contextos ajenos al juego para atraer al público e inyectar un poco de diversión en las actividades mundanas, además de generar beneficios motivacionales y cognitivos (Sardi & Fernández, 2017), lo que la vuelve relevante para este proyecto, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

La gamificación de la terapia tiene el potencial de aumentar la motivación y el compromiso de los participantes en ella. El compromiso y el enfoque de atención es importante en las intervenciones de fisioterapia, porque involucra sistemas dopaminérgicos relacionados con recompensas en el cerebro que mejoran las conexiones sinápticas y las cuales facilitan el aprendizaje a través de la potenciación a largo plazo. El uso de principios terapéuticos en el diseño de juegos podría resultar en juegos de computadora con aplicación más terapéutica, en la que el terapeuta puede influir en los niveles de manera individual, para aumentar

la motivación y la eficiencia (Janssen et al., 2017). Un ejemplo de esto podría verse en el Proyecto Fizzyo (de Konglomerate Games), donde se buscó generar mayor involucramiento de los pacientes de menor edad en la rehabilitación de su fibrosis quística (enfermedad que afecta la respiración), a través de la utilización de un dispositivo que mide la respiración del paciente y cumple la función de control remoto dentro de un videojuego.

David Robinson y Victoria Bellotti en 2013 plantean una taxonomía en base a algunos elementos útiles de la gamificación, separados en 6 categorías: el encuadre general que provee contexto y motivación para participar, reglas generales y encuadre de desempeño que explica de forma general lo que se realizará (guía al usuario en lo que constituye un “buen” rendimiento), funciones sociales que permiten al usuario interactuar con otros o con la experiencia en sí, incentivos que pueden ser intrínsecos o extrínsecos, recursos y restricciones denominando los límites en los cuales el usuario puede operar, información

de estado y comentarios donde se permite que el usuario entienda lo que sucede, qué debería hacer y qué hizo durante esta actividad. Además, los elementos de la gamificación pueden proporcionar información sobre las acciones de otros.

Al mismo tiempo existen diversas estructuras más generales para la aplicación de la gamificación. En el artículo “A literature review of gamification design frameworks” los autores plantean que la Gamificación como concepto atrae a muchas disciplinas y profesionales, incluyendo diseñadores UX/UI, psicólogos, sociólogos, ingenieros en computación y otros. Por lo que destaca 11 estructuras diferentes de cómo abarcar la Gamificación (A. Mora, et al., 2015). En ellas se da a entender la utilización de esta herramienta como un medio persuasivo para los usuarios, generando experiencias más relevantes para aumentar su involucramiento.

El diseño de videojuegos forma una parte clave para el proyecto, debido a que la experimentación es una parte esencial de este proceso, que puede

estar resumido en 3 pasos: diseño, documentación y prototipado. Para esto se crea un documento del diseño del videojuego y es utilizado para comunicar la visión del diseñador al equipo de desarrollo. También actúa como una guía para todo el proceso de desarrollo y es considerado por muchos como un método de producción (Almeida & Silva, 2013). En esto se hace una clara división entre el diseño y el desarrollo, delimitando lo que debe entregar el diseñador desde su área. Además, se evidencia el prototipado como un eje clave en el proceso, este se puede ejecutar en la etapa de diseño, pero también continúa con el desarrollo donde se crean etapas tempranas del videojuego en forma de alphas, betas y demos. En estas etapas se recopilan resultados y se rediseña a partir de ellos por lo que el diseñador se mantiene involucrado en todo este proceso cíclico en la que cada etapa está en constante evaluación. Se puede ver en diversas técnicas o métodos del "Game Design" como el Modelo de Diseño Instruccional ADDIE y su combinación con el concepto y métodos de "Serious Game" (Becker & Parker, 2014).

Adicionalmente, es importante analizar el "Serious Game Design" debido a que este no posee una metodología específica, pero sí evidencia que su complejidad establece diversos acercamientos que involucran varias actividades diferentes, pero intercomunicadas entre sí como: storyboarding, análisis, diseño, animación, refinamiento, producción de video, escenarios, sonido, requerimientos funcionales y tecnológicos, programación, testeo y evaluación. Finalmente, el "Serious Game Design" ha obtenido interés entre investigadores. Sus estudios han reportado diversas ventajas, como beneficios y eficacia, aumentando la motivación en estudiantes, generando experiencias de aprendizaje inmersivas con mayor compromiso y colaboración en un entorno de aprendizaje significativo. Gracias al trabajo en equipo de diseñadores, desarrolladores y el equipo multidisciplinario de expertos pertinentes al proyecto (Ávila-Pesántez et al., 2017).

# LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

---

Dentro del desarrollo del proyecto se generaron entrevistas individuales con diversos expertos que delimitaron condicionantes para el proyecto y remarcaron puntos a profundizar, los cuales fueron clave para el proyecto. Por lo que se generó un levantamiento de información relevante a la par del desarrollo del proyecto. No está demás recalcar, que hubo entrevistas con los mismos y otros expertos a lo largo de todo el proceso, para poder ir evaluando y puliendo el proyecto. Esto con el fin de que se desarrollara de forma multidisciplinaria.

REHABILITACIÓN

ERGONOMÍA Y  
ANTROPOMETRÍA

DISEÑO DE SOFTWARE

PRIMERO QUE TODO, LAS ENTREVISTAS DE CARACTER MÉDICO SE HICIERON CON 3 EXPERTOS DEL ÁREA:



DRA. TERESITA RISOPATRÓN

Jefa clínica de rehabilitación de la Red de Salud UC.



DRA. MARÍA JOSÉ  
ARREDONDO

Médico Fisiatra y líder del equipo de rehabilitación en el Hospital Dr. Luis Tisné Brousse.



RODRIGO CUBILLOS

Terapeuta Ocupacional y Coordinador Nacional de Tecnologías de Apoyo a la Rehabilitación y la Inclusión en Teletón.

EN ESTAS ENTREVISTAS SE BUSCÓ VALIDAR LA PROPUESTA Y OBTENER INFORMACIÓN MÁS DETALLADA DEL CONTEXTO E INTERACCIONES, ADEMÁS SE BUSCÓ QUE LAS INSTANCIAS FUERAN DE CO-CREACIÓN POR LO QUE ESTAS DEMARCARON CIERTAS CONDICIONANTES:

**1**

Tratar de evitar luces parpadeantes para no afectar a pacientes epilépticos, además hay que considerar qué efectos podría generar el uso de esta tecnología e informarlo.

**2**

La actividad debe ser con el paciente sentado o de forma estacionaria para omitir riesgos de caídas, desorientación y permitir que el paciente no requiera de tanta atención, reduciendo riesgos.

**3**

Las interacciones y ejercicios de la actividad deberán estar enfocadas en extremidades superiores (hombro, codo y muñeca) para aprovechar al máximo las características del hardware maximizando lo que ofrece. Además, la motricidad gruesa de extremidad superior es una rehabilitación que se puede ejecutar sentado sin problemas.

**4**

Al enfocarse en las extremidades superiores habrá que rediseñar o intervenir los mandos / controles para que un paciente con discapacidad pueda agarrarlos y utilizarlos sin problemas.

**5**

A esto se le suma que la interacción no requiera de motricidad fina, por lo que usar los botones del mando podría ser dificultoso para el paciente generándole frustración o simplemente no pueda hacerlo. Entonces, debe de poder hacer todas las tareas dentro de la actividad sin usar los botones del mando.

**6**

La actividad no debe ser contra tiempo, permitiendo que el paciente pueda hacer la actividad y los movimientos a su ritmo para que éste no se frustre. Se dio énfasis en que la frustración del paciente es uno de los peores escenarios donde pierden la motivación (esto se ve reflejado en los ejercicios), incluso existen casos en que los pacientes no siguen el proceso de rehabilitación.

7

Se recalcó que debe existir un mecanismo para establecer diferentes dificultades. Debido a que no todos los pacientes poseen las mismas capacidades y cada caso varía. Incluso un mismo paciente debe progresar dentro de su misma rehabilitación, debe irse desafiando cada vez más y esto es regulado por el profesional médico encargado. También el rango de dificultad puede variar en base al estado anímico del paciente, si está cansado no es pertinente exponerlo al mismo nivel de exigencia de un día sin cansancio.

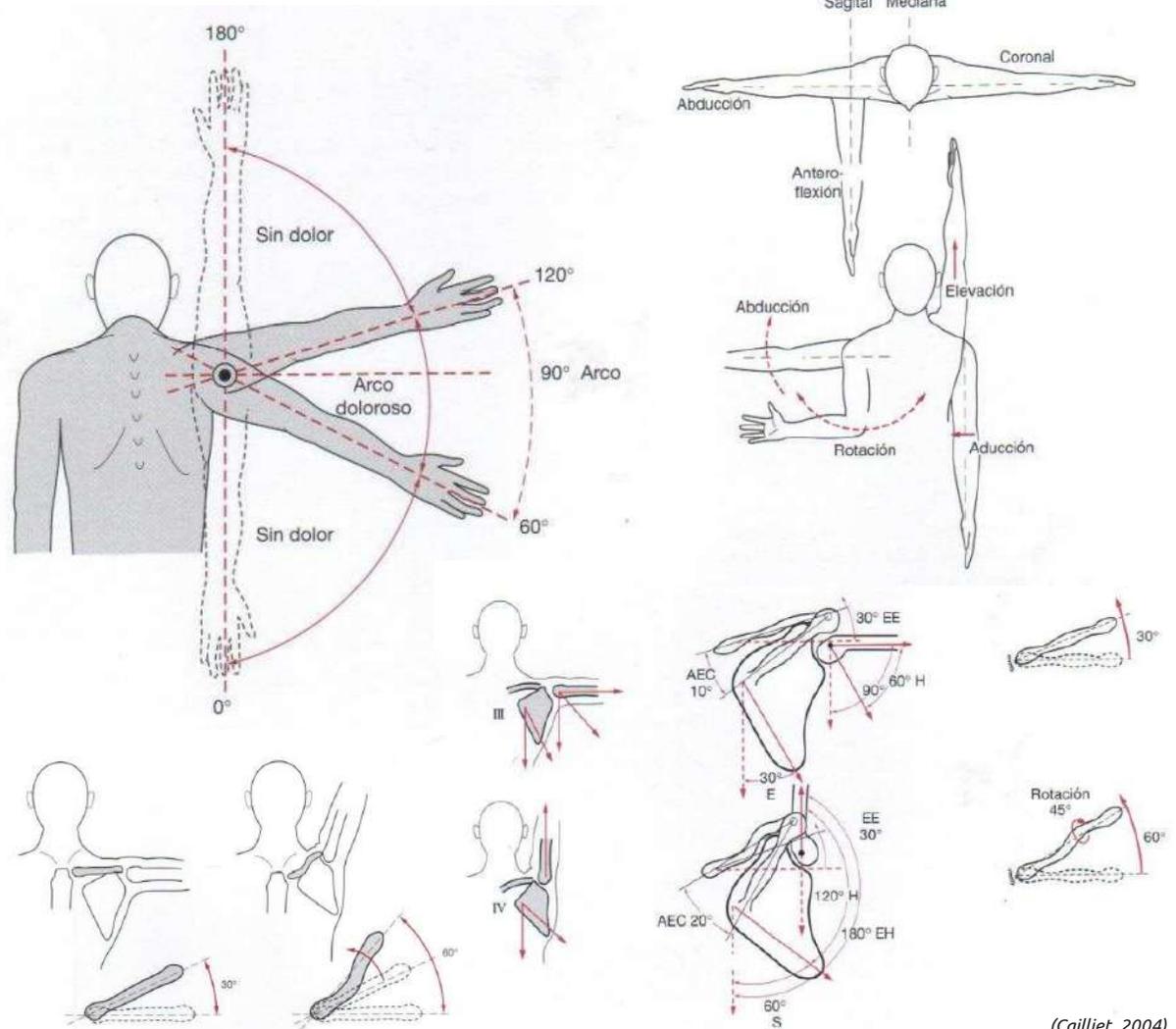
8

Para motivar al paciente es clave que pueda visualizar su progreso de forma explícita e implícita, progreso en el movimiento en sí como en su proceso de sanación. Esta noción de superación le permitirá al paciente comprender su progreso al verlo reflejado en sus actividades de la vida diaria.

# REHABILITACIÓN

Además, se obtuvo material para profundizar (anatomía funcional) y potenciar el proyecto. Primero considerar que en la rehabilitación se busca que el paciente eventualmente pueda volver a realizar sus actividades de la vida diaria. Esto refiere a que el objetivo principal de la rehabilitación no es que el paciente haga el "movimiento perfecto" sino que el paciente pueda realizar la tarea/actividad presentada. Por ejemplo, si se quiere rehabilitar a un paciente en su extremidad superior y el objetivo es que pueda comer, no se busca que haga el movimiento ideal con el cubierto, más bien simplemente que logre llevar la comida del plato a su boca con el cubierto sin importar si se apoya con su otra mano. Esto con el fin de poder hacer que el paciente logre ejecutar de forma efectiva sus actividades de la vida diaria para ser autovalente.

Los profesionales de la salud entrevistados recalcaron que la rehabilitación más importante se hace alrededor de las actividades de la vida diaria más esenciales, las que están determinadas en la Escala FIM y sus adaptaciones (como la WeeFIM que usan en Teletón). La escala FIM (Functional Independence Measure) es una herramienta mundialmente aceptada que sirve a los médicos para determinar qué nivel de dependencia o independencia tiene el paciente, dividiéndolo en grupos: independencia completa, independencia modificada, independencia relativa y dependencia completa. Pero lo importante recae en que esto se



(Cailliet, 2004)

mide en ciertas actividades de la vida diaria (en lo motor y en lo cognitivo), las cuales son en teoría las de mayor relevancia para poder alcanzar la independencia completa.

Estas actividades sirvieron como punto de partida para determinar alrededor de qué actividad se basará el proyecto. Finalmente, se llegó a la conclusión de que la actividad de ir al supermercado era una que cumplía con todas las condicionantes, y a su vez se vinculaba con diversas actividades de la escala FIM de forma directa o indirecta. Esta actividad se modificaría con fin de cumplir todos los objetivos planteados sin perder su esencia, para que el paciente se sienta inmerso en la tarea y crea que puede hacerla en el mundo real.

Paralelo a esto los expertos dieron material para estudiar la anatomía funcional de las extremidades superiores, para así poder entender todo tipo de pronación, rotación, abducción, etc. Que pueda ejecutar el hombro, codo y muñeca para así poder diseñar la interacción que incentive a los pacientes a usar por completo su alcance y hacer este tipo de movimientos. A su vez esto permite entender todo el rango de movimiento del paciente y poder rediseñar la actividad para que esté "hecha a medida".

**Tabla 1. Escala, sub-escalas, ítem y puntaje del FIM**

Ítem	Sub-escalas	Dominio	FIM total
A. Alimentación	<i>Autocuidado</i>	<i>Motor</i>	<i>Total</i>
B. Aseo menor	35 puntos	91 puntos	126 puntos
C. Aseo mayor			
D. Vestuario cuerpo superior			
E. Vestuario cuerpo inferior			
F. Aseo perineal			
G. Manejo vesical	<i>Control esfinteriano</i>		
H. Manejo intestinal	14 puntos		
I. Cama-silla	<i>Transferencias</i>		
J. WC	21 puntos		
K. Tina o ducha			
L. Marcha/silla de ruedas	<i>Locomoción</i>		
M. Escalas	14 puntos		
N. Comprensión	<i>Comunicación</i>	<i>Cognitivo</i>	
O. Expresión	14 puntos	35 puntos	
P. Interacción social	<i>Cognición social</i>		
Q. Solución de problemas	21 puntos		
R. Memoria			

**Tabla 2. Niveles independencia FIM**

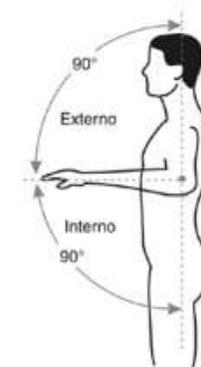
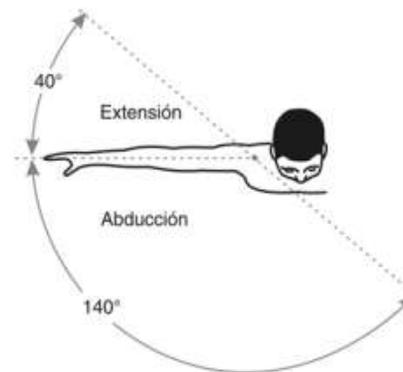
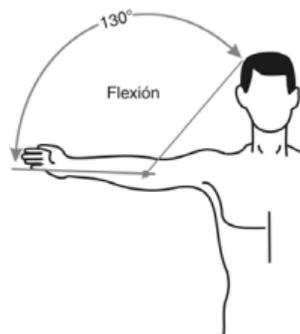
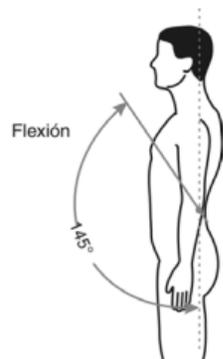
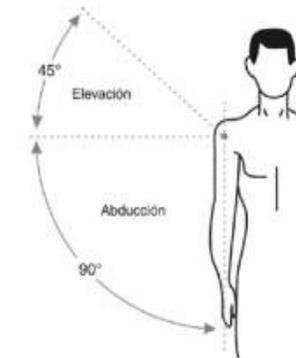
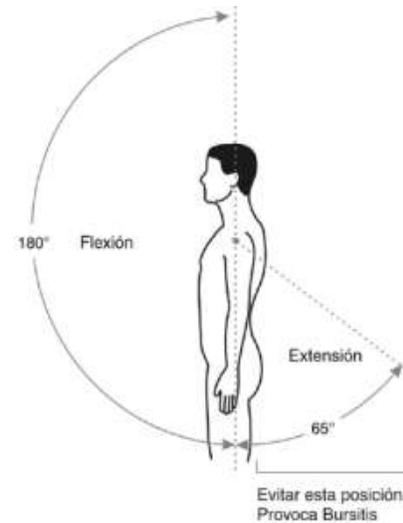
Grado de dependencia	Nivel de funcionalidad
Sin ayuda	7. Independencia completa
Dependencia modificada	6. Independencia modificada
	5. Supervisión
	4. Asistencia mínima (mayor 75% independencia)
Dependencia completa	3. Asistencia moderada (mayor 50% independencia)
	2. Asistencia máxima (mayor 25% independencia)
	1. Asistencia total (menor 25% independencia)

(Paolinelli et al., 2000)

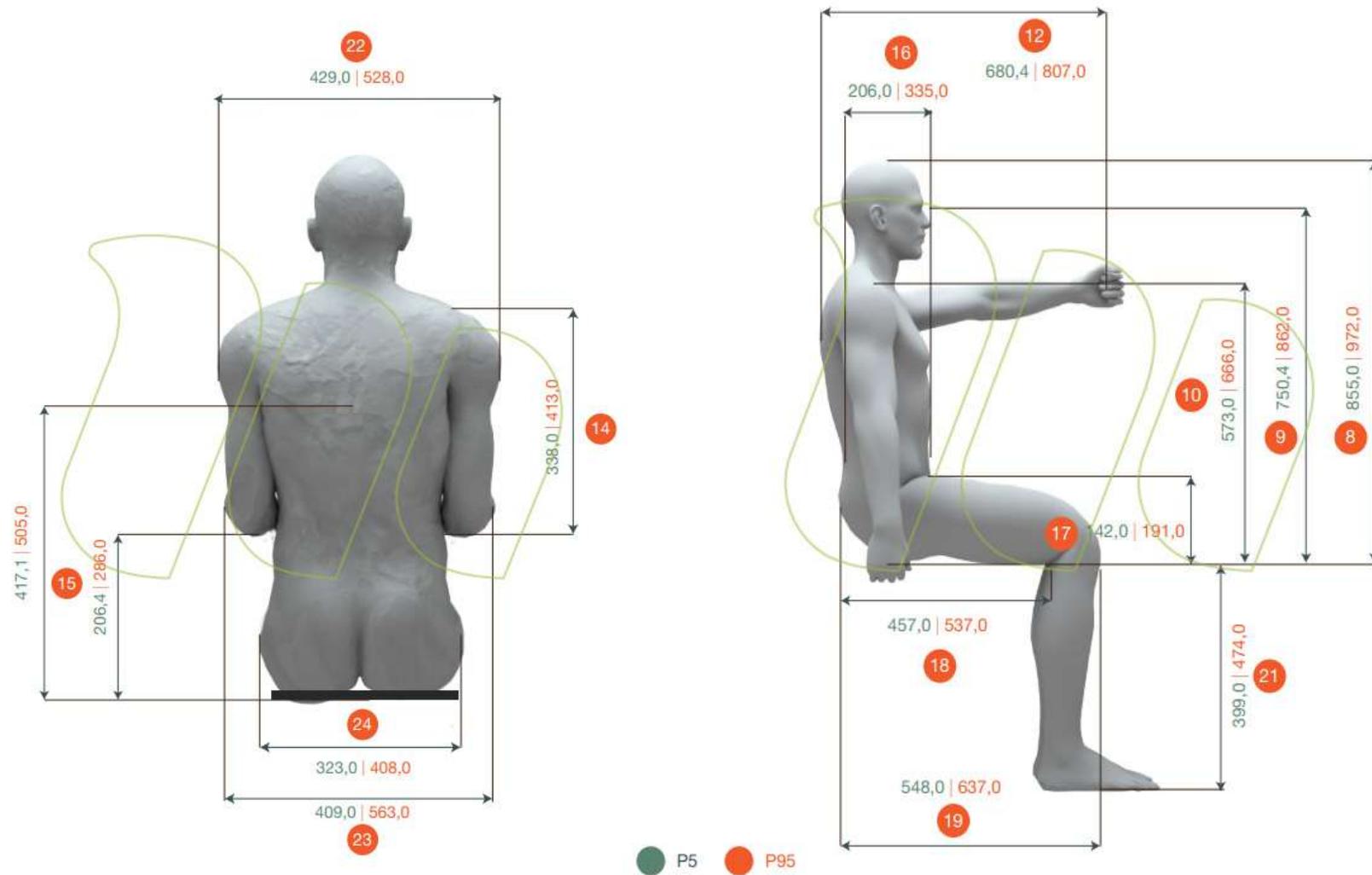
Se destacaron los puntos relevantes al proyecto

# ERGONOMÍA Y ANTROPOMETRÍA

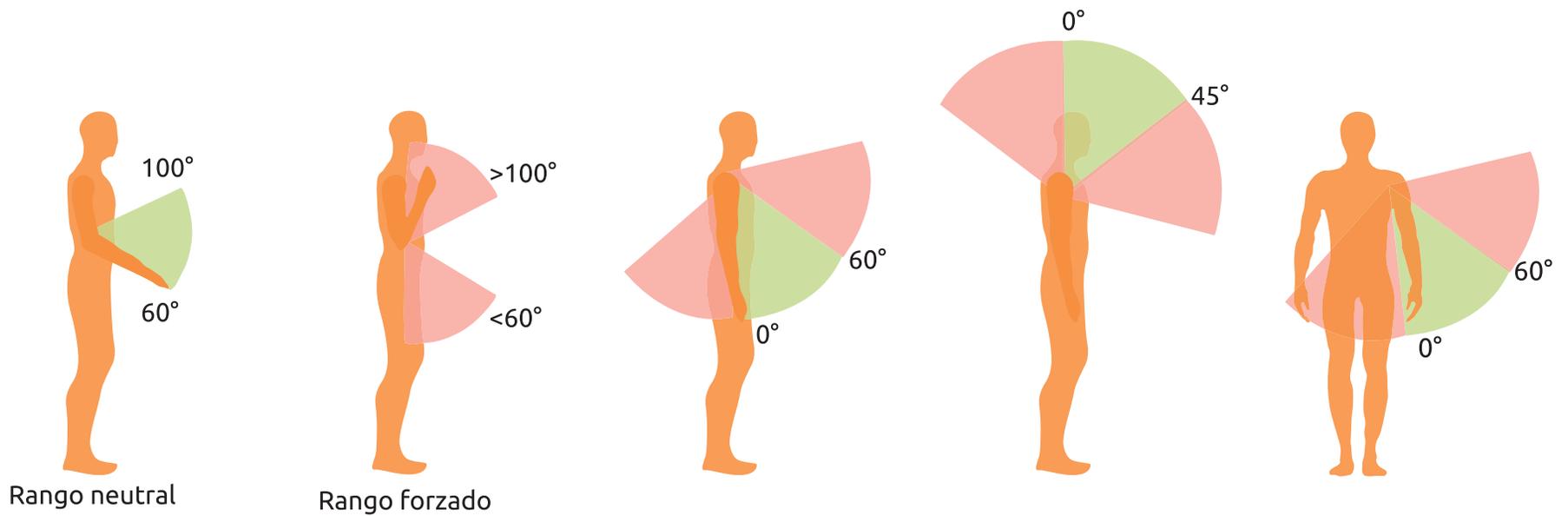
Luego se generó una entrevista con Begoña Julia, profesora de ergonomía en diseño de la Universidad Católica. Debido a que era pertinente sumarle al proyecto información de ergonomía y antropometría, para combinarla con la información de anatomía funcional. Esto desarrolló un rol clave en el diseño de la interacción en realidad virtual. Por lo que la profundización en medidas ergonómicas y antropométricas era de vital importancia, no solo para considerar los alcances del percentil 5 chileno, sino que también para tomar los ángulos de menor y mayor esfuerzo de pronación, rotación, abducción, entre otros y compararlos directamente con los de anatomía funcional. Con esto se evidenció qué áreas son las más difíciles de alcanzar y entrenar, lo que fue vital para establecer los niveles o mecanismos de dificultad.



(Melo, 2010)



(Castellucci et al., 2018)



Imágenes de elaboración propia en base a la presentación "CARGA FÍSICA Principios de la Bioenergética y la Biomecánica" presentada por Begoña Julia N.

Se generó una entrevista con Leonel Merino, profesor en la facultad de Diseño de la Universidad Católica, con especialidad en Ingeniería de software; Realidad Virtual y aumentada; Visualización de información; Evaluaciones con usuarios. Para solicitarle asesoría en el proceso de creación del software, para confirmar que todo lo propuesto se pudiera realizar. Además, entregó información respecto a una barrera entre lo que debe dar el diseñador y el desarrollador, y los roles y tareas que cada uno debe hacer. El diseñador debe generar un entregable de un estilo de mapa, diagrama o escrito que describa en detalle cada interacción del programa (cada acción y reacción) y permita al desarrollador generarlo. Esto se puede apoyar con diagramas de software describiendo cada interacción.

También, puso a disposición su artículo "Evaluating Mixed and Augmented Reality: A Systematic Literature Review (2009–2019)" el cual tiene un listado de tests para evaluar el prototipo al momento de testearla con los pacientes, en la que se seleccionaron dos, que eran de extrema relevancia al proyecto. El primero es el MEC (Spatial Presence Questionnaire) que permite validar el nivel de inmersión del usuario en un entorno virtual en una escala de 1 a 5.

El segundo es el SSQ (Simulator Sickness Questionnaire (Fatigue)) permite medir los efectos adversos que puede generar una experiencia simulada/virtual como lo pueden ser mareos o náuseas. Siendo importante para evitar estos síntomas.

## DISEÑO DE SOFTWARE:

El diseño consta de múltiples vistas del software

- La vista estática (por ejemplo, el diagrama de clases) muestra la descomposición del problema en partes y relaciones.
- La vista dinámica (por ejemplo, el diagrama de secuencia) muestra cómo interactúan las partes para resolver el problema.

Las vistas tienen distintos niveles de granularidad.

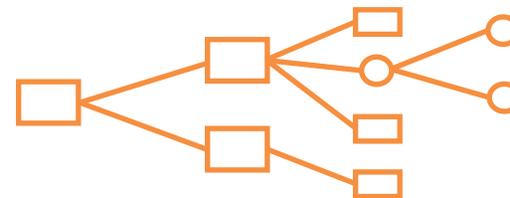
Podemos analizar estas vistas para ver si cumplen los requisitos.

Buen diseño — Buen código.

El objetivo del diseño es gestionar la complejidad.

descomponer el problema en piezas sencillas.

El diseño es un proceso de refinamiento iterativo.



Extraído y modificado de la clase de "Diseño de Software" hecha por Leonel Merino

**Simulator Sickness Questionnaire**  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
\*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

(Norman, 2018)



## MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ)

**Short Documentation and Instructions for Application**

Peter Vorderer, Werner With, Feliz Ribeiro Gouveia, Frank Biocca, Timo Saari, Lutz Jäncke, Saskia Böcking, Holger Schramm, Andre Gysbers, Tilo Hartmann, Christoph Klimmt, Jari Laarni, Niklas Ravaja, Ana Sacau, Thomas Baumgartner & Petra Jäncke

Project Presence : Measurement, Effects, Conditions (MEC)  
IST-2001-37661

Hannover, Zurich, Porto, and Helsinki  
June 2004

Contact: MEC coordination office, Tilo Hartmann, [tilo.hartmann@ijk.hmt-hannover.de](mailto:tilo.hartmann@ijk.hmt-hannover.de)

**Please cite this document as:**

Vorderer, P, With, W., Gouveia, F. R., Biocca, F., Saari, T., Jäncke, F., Böcking, S., Schramm, H., Gysbers, A., Hartmann, T., Klimmt, C., Laarni, J., Ravaja, N., Sacau, A., Baumgartner, T. & Jäncke, P. (2004). *MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): Short Documentation and Instructions for Application*. Report to the European Community, Project Presence: MEC (IST-2001-37661). Online. Available from <http://www.ijk.hmt-hannover.de/presence>.

(Vorderer et al., 2004)

## HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Finalmente se indagó por cuenta propia programas para poder prototipar y testear de forma ágil el proyecto. El Game Engine Unity es el programa en que se desarrollaría el producto final, pero para este se requeriría un equipo de desarrollo que lo programe en el lenguaje C#, esto corroborado en otra instancia con Leonel Merino. Pero para generar los prototipos se utilizó Gravity Sketch un software (gratis) de modelado 3D en realidad virtual que permite simular interacciones en el entorno diseñado y además permite importar de manera fácil y veloz modelos 3D (.obj) desde el computador o dispositivos móviles al casco de realidad virtual. Permitiendo hacer y ajustar testeos y prototipos rápidamente.



# PROCESO DE DISEÑO

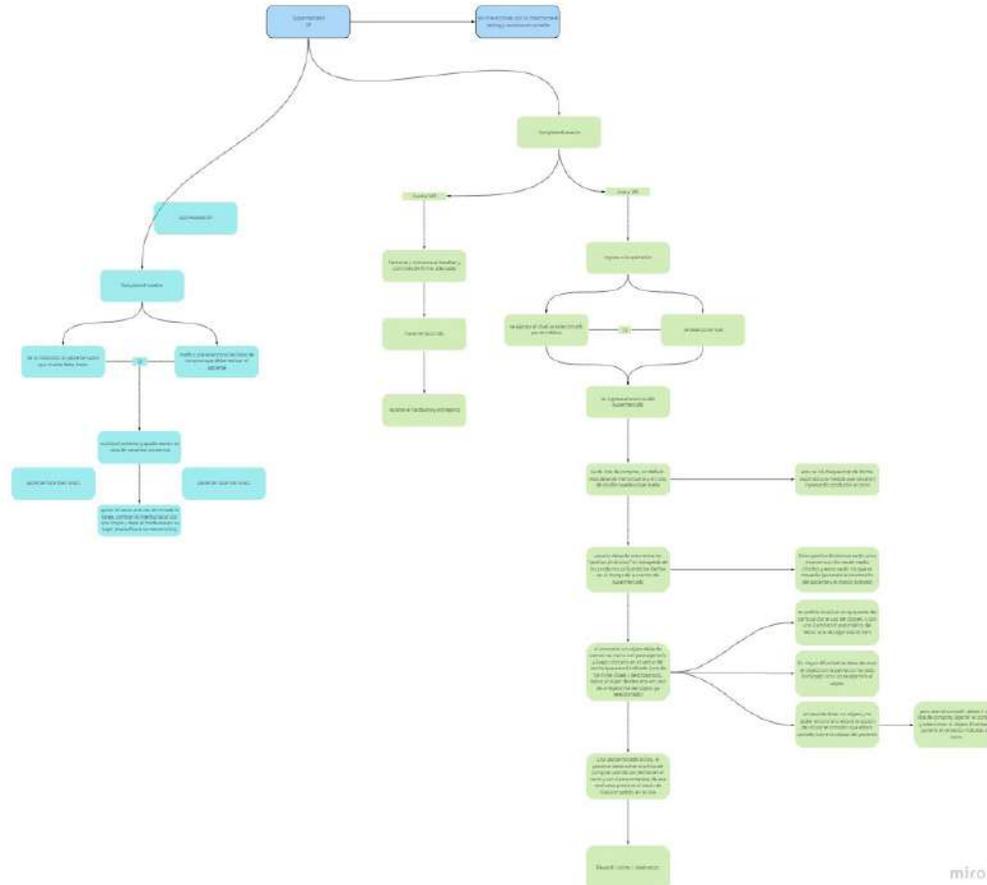
---

# PRIMEROS ACERCAMIENTOS

Tras este levantamiento de información, se generó una idea base sobre la cual trabajar para cumplir con todas las condicionantes y tomar en cuenta la información obtenida. Esto para poder someterla a diversos testeos con fin de pulirla. Aquí inicia el proceso de diseño donde se afinará y creará el proyecto.

Este proyecto busca recrear la experiencia de compra en un supermercado, pero ajustando los parámetros, enfocándola en el proceso de rehabilitación. Esta actividad en realidad virtual debe considerar el flujo fuera y dentro de realidad virtual. Además, debe de incorporar una interfaz que permita al paciente navegar y seleccionar el nivel de dificultad acorde. También, dentro del proceso se tiene que diseñar de forma minuciosa una góndola acorde que permita generar los movimientos requeridos en rehabilitación. Finalmente, se debe de recrear el contexto de supermercado en su esencia, permitiendo al paciente entender dónde está.

Para los primeros acercamientos, se generó un mapa conceptual que llevó a un blueprint inicial que cumpliera con las condicionantes e investigación planteada en los levantamientos (para ambos se utilizó Miro como herramienta). Adicionalmente, se tomó en cuenta el proceso de rehabilitación regular para adaptarlo e insertar el proyecto de la mejor forma, sin estorbar el proceso. Con este acercamiento se pudieron identificar los puntos de contacto clave a diseñar y evaluar. Este blueprint quedó abierto a cambios durante todo el desarrollo (para ver estos primeros acercamientos en máxima resolución escanee el código QR).





## MOCKUP 1



### OBJETIVOS Y TESTEO

Este mockup se fabricó con el objetivo de entender el funcionamiento de botones y someter a diversas personas a instrucciones simples pero, ambiguas para así observar lo que hacen y comprender que interacción es la más intuitiva cuando se busca "activar" y "desactivar" botones.

El testeo consistió en observar de forma individual a 3 personas de diferentes edades y ver qué hacían cuando se les pedía que activaran uno o varios de los botones específicos (representado por los cartones) en orden y sin orden. Luego se les pidió que desactivaran un botón específico. Cuando presionaran un botón el evaluador dio vuelta la cara (el lado rojo activado y el blanco desactivado).

### INFORMACIÓN OBTENIDA

- Al tener un estímulo (ver que se dio vuelta el botón) las personas entendieron que su interacción sirvió.

- Hubo problemas al diferenciar botones que tenían forma y color similar.

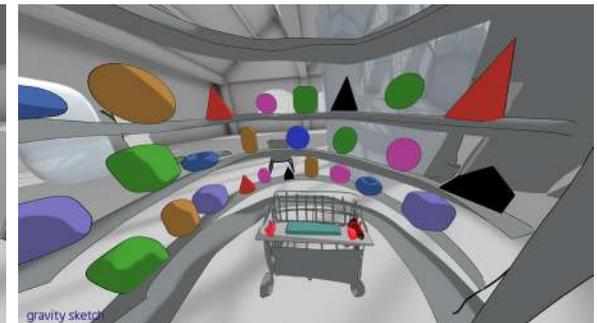
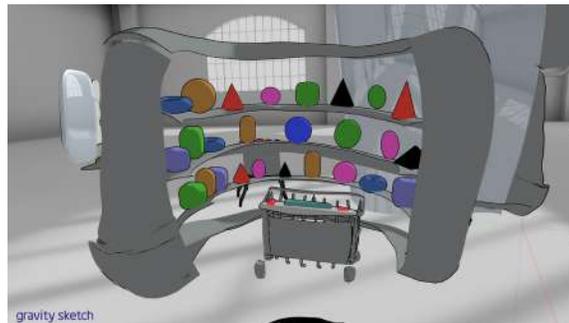
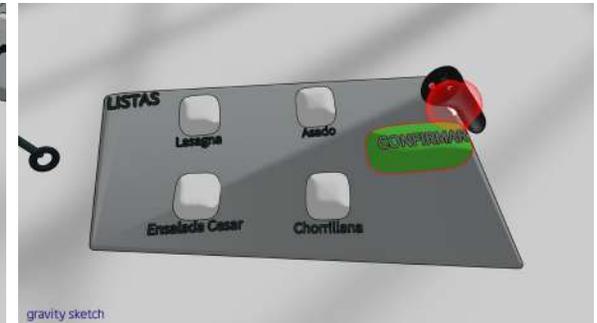
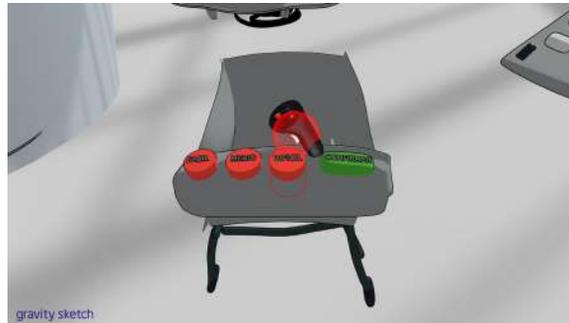
- Al momento de desactivar el botón, los usuarios en su mayoría expresaron que no sabía que eso era posible, pero al mencionarlo todos recurrieron a presionar el botón activado para desactivarlo.



## MOCKUP 2

### OBJETIVOS

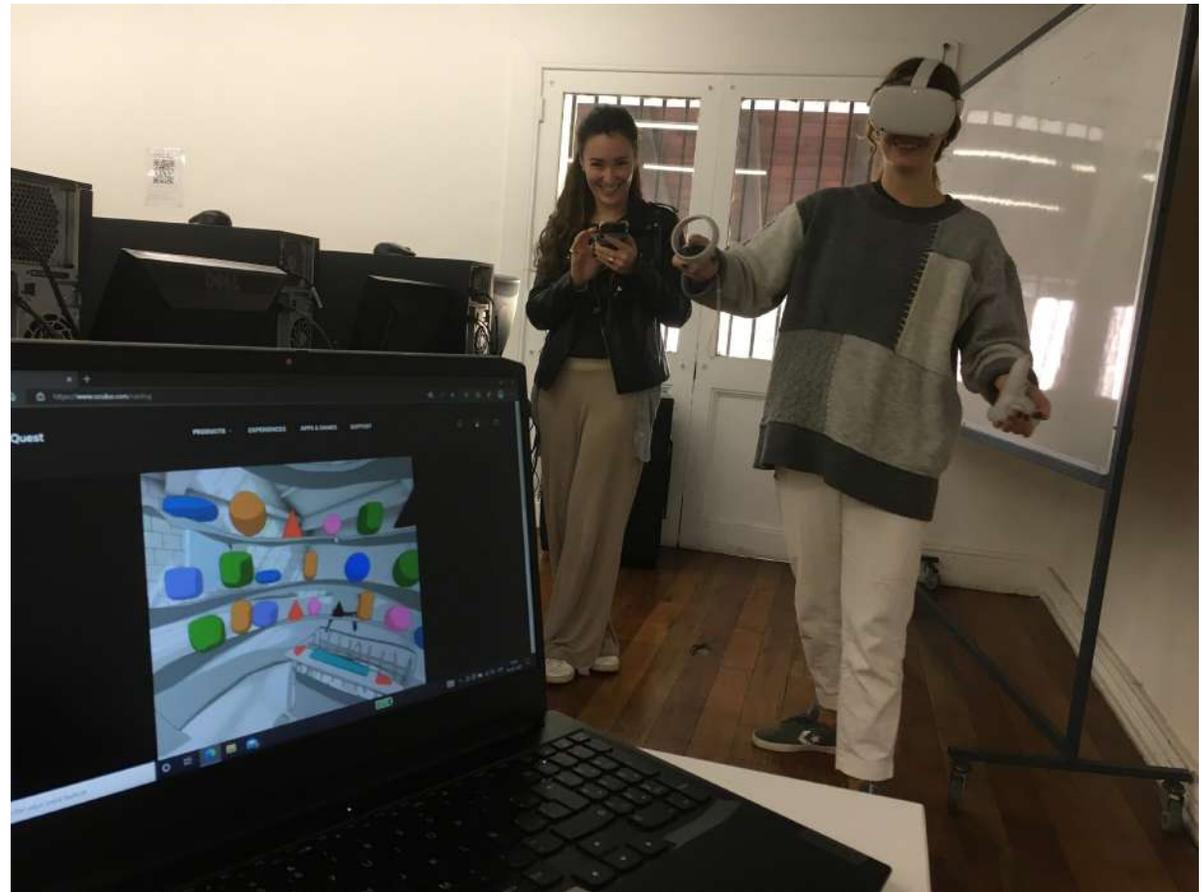
Este segundo mockup utilizó Gravity Sketch para poder testear de forma rápida y efectiva diversos aspectos de toda la actividad en realidad virtual. Primero que todo, se quiso testear en realidad virtual para observar cómo interactuarían las personas y si al estar en un entorno virtual lo harían de forma diferente a la versión en el mundo real. Además, se quería evaluar la capacidad de seguir indicaciones de un encargado fuera de realidad virtual y qué tan descriptivas debían ser para que las ejecutaran. Asimismo, se buscó recrear lo testeado en el primer mockup y ver si los resultados serían diferentes, probando nuevamente la interfaz de juego en dos versiones diferentes (una en una superficie plana y otra en el carro de supermercado) y un poco más detalladas. También, se evaluó cómo se presentaría la lista de supermercado con los ítems a recopilar, preguntando qué formato es más relevante y cercano al caso. Adicionalmente se buscó testear las actividades / interacciones en la góndola como el agarre y búsqueda de ítems; la interfaz de movimiento y activación de la lista en el carro; y finalmente la comodidad y preferencia del usuario ante esta góndola (viendo si prefiere con o sin fondo).



## MOCKUP 2

### TESTEO

El testeo consistió en exponer de forma individual a 5 personas (con diferente permeabilidad tecnológica) a este mockup en realidad virtual, dándoles diversas tareas y preguntas mientras estaban en realidad virtual. Se les pidió activar y desactivar botones (en una superficie plana y en el carro) tal como se hizo en el primer testeo del mockup 1, se le agregó que además de seleccionar algún botón específico debían seleccionar uno incorrecto y corregirlo. Se les preguntó qué lista les era más cercana entre una representación de celular y una hoja (con su escala aumentada), pensando en cuál utilizan en un supermercado real. Luego se les pidió que agarraran un objeto específico y lo metieran al carro, para ver si se ejecutaban la acción deseada. Además, se les preguntó qué harían si se les dijeran que pueden cambiar de pasillo, para ver si los botones en el carro apelaban a su función. También, se agregó un botón que permitía abrir y cerrar la lista. Finalmente, se expusieron ante la góndola con y sin fondo para ver cuál les era más cómoda y qué generaba en ellos. No está de más recalcar que al final hubo espacio para opiniones, abriendo una instancia de mejoras.



## MOCKUP 2

### INFORMACIÓN OBTENIDA

- La interacción de activación y desactivación de botones funcionó de mejor forma al ser más distinguibles entre sí y se mostró una preferencia por hacerlo en la superficie lisa, evitando elementos distractores.
- En ámbitos de la lista hubo resultados variados de preferencia entre un celular o una hoja, pero al explicitar que la escala debía estar aumentada (varias veces mayor al objeto real) la hoja fue la mejor recibida.
- Los botones para cambiar de pasillo lograron auto explicarse. Por otro lado, el botón para abrir y cerrar la lista fue difícil de reconocer al no haber ningún identificador o marca que lo relacionara con la lista, pero al reconocerlo la interacción que se generó era la esperada.

- Con relación al agarre de objetos, les fue difícil entender los primeros momentos, pero al hacerlo una vez bien y ver el estímulo (la esfera en la mano se volvía roja al tocar el objeto) los evaluados comprendieron cómo funcionaba sin necesidad de dar más indicaciones.
- La góndola de preferencia fue la sin fondo al permitir apreciar más el contexto y sentir más espacio, en cambio la con fondo hacía que los evaluados se sintieran sin espacio "encerrados".
- Se observó que los botones del mando distraían y la reacción natural de los usuarios fue apretarlos.
- Se recalcó en el testeo que el movimiento (locomoción) que existía entre cada ejercicio generaba un poco de mareo o sensación de poder chocar con algo.

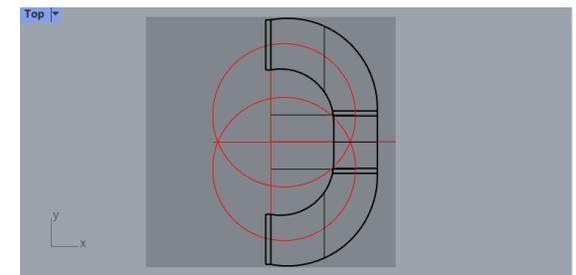
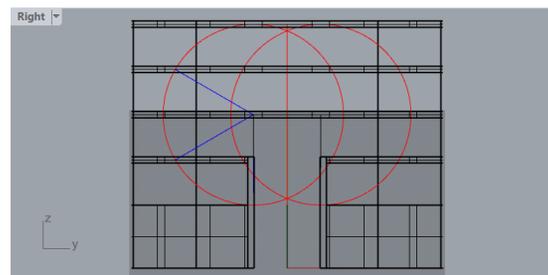
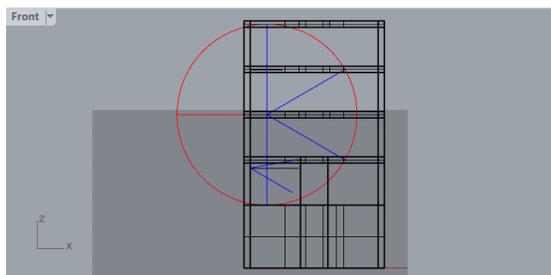
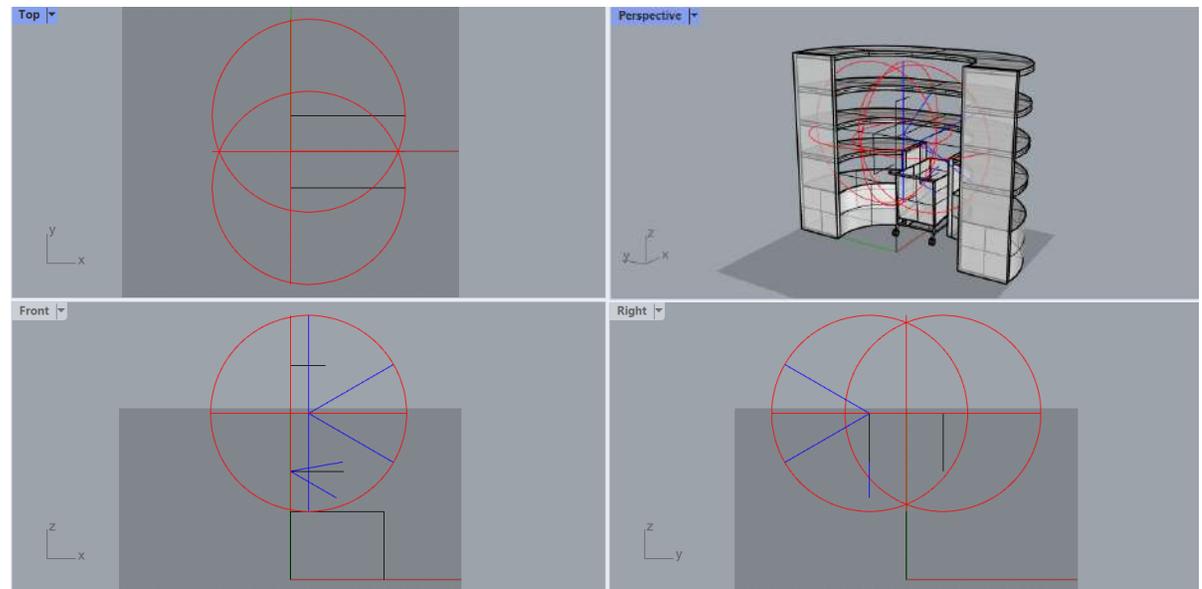


# PROTOTIPO

## DISEÑO DE GÓNDOLA

Para diseñar este prototipo se debió hacer un esqueleto con los rangos de movimiento obtenidos, pensando en el percentil 5 de la población chilena. Para poder hacer la iteración final de la góndola rediseñada para la actividad y rehabilitación. Aquí se combinó la información de anatomía funcional, ergonomía y antropometría.

Este esqueleto permitió diseñar la góndola a medida. Se debió redefinir el diseño para que hubiera espacio para el carro de supermercado y se ajustó la medida para incluir más distancias de alcance. El carro, al estar en esa ubicación y poseer esa altura mantiene “activada” esa área de movimiento del paciente debido a que debe poner los ítems dentro de él.



## PROTOTIPO

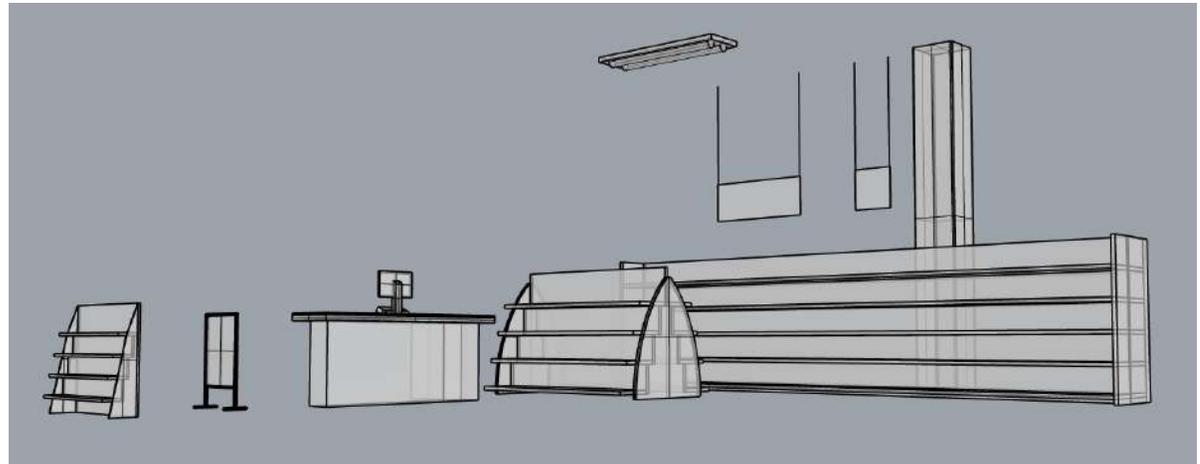
### DISEÑO ENTORNO Y PRODUCTOS

Para diseñar los productos con los que se interactuaría en los testeos, se buscó que estos fuesen diferentes entre sí y de alguna forma auto descriptivos para que la búsqueda y reconocimiento de ellos no fuese problema. Por lo que se diferenciaron en su forma, tamaño o color.

Diseñando el entorno se tomó en cuenta las medidas que se utilizan en supermercados y tiendas de retail como referencia para recrear las escalas, distancias, colores y elementos del entorno con fin de recrear el contexto. Se tomaron en cuenta marcas como Santa Isabel, Líder, Jumbo, entre otras. Además, se utilizaron como referencia escalas y medidas de locales Sodimac, aprovechando el material obtenido y utilizado en una práctica dentro de la empresa. Por otro lado, también se tomó como referencia las versiones virtuales de supermercados para evaluar cómo abstraían ciertas cosas y ver cuáles eran los elementos clave.

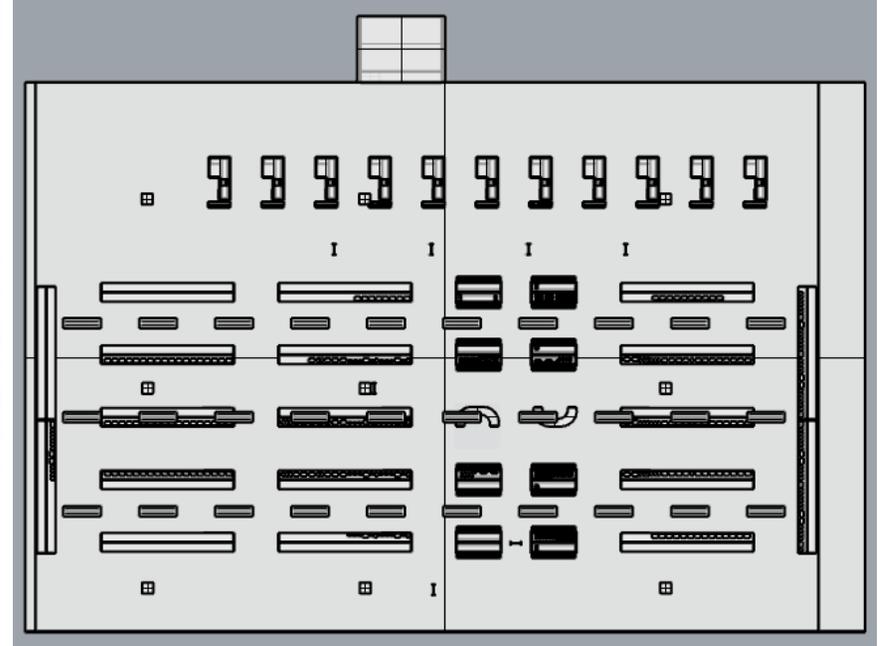
Se buscó la sensación de estar en un supermercado sin necesariamente tener todos los elementos que lo componen, pero que si se sienta como un contexto completo y amplio. También, se tomó en cuenta generar un balance entre la góndola rediseñada y el entorno diseñado, para que ésta no se sintiese fuera de lugar y todo pareciera parte de un mismo contexto.

Se utilizaron los productos diseñados más otros creados con menor detalle para poblar las góndolas de este supermercado virtual.



Los productos se organizaron en el entorno, con los más detallados más cerca y los menos detallados más lejos para optimizar rendimiento.

## DISEÑO ENTORNO Y PRODUCTOS



Si los productos no se veían desde el lugar de la actividad, se omitían para optimizar el software.

# PROTOTIPO

## OBJETIVOS

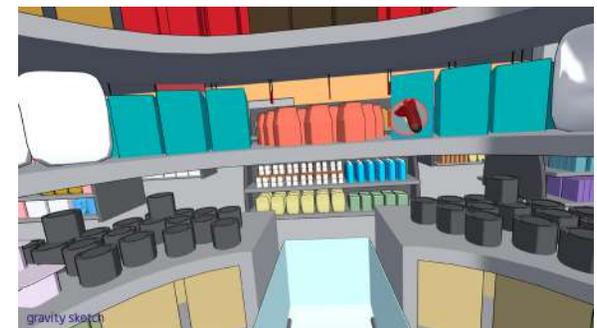
Este prototipo buscó unificar los diferentes componentes que forman parte de la actividad en si (excluyendo la preparación/selección de nivel) y acercar lo más posible al producto final. El entorno debe verse completo desde el punto de vista del usuario y que no haya errores visibles que quiebren la inmersión. También, se presentó la góndola con las medidas precisas para ejecutar los movimientos definidos en sus diferentes grados de dificultad, donde cada repisa es más difícil que la anterior de abajo hacia arriba. Cada ítem en la góndola es interactuable, permitiendo simular la interacción. Además, se incluyó un rediseño a los controles para permitir mejor agarre a personas con discapacidad.



## PROTOTIPO

### TESTEO

Este testeo busca exponer al los pacientes a la experiencia en realidad virtual diseñada. Para ver su capacidad de seguir instrucciones y probar los alcances viendo si efectivamente los movimientos y la actividad en sí se pueden lograr. Además, se evaluaron las emociones que les evocaba este tipo de rehabilitación y se les preguntó respecto a la rehabilitación regular. Se dio énfasis en los niveles de motivación del paciente. También se preguntó respecto al reconocimiento del entorno virtual presentado. Finalmente, se les evaluó su nivel de inmersión, utilizando el MEC y si la actividad generaba algún malestar usando el SSQ. Se rellenó un documento personalizado que está adjunto en los anexos de este informe.

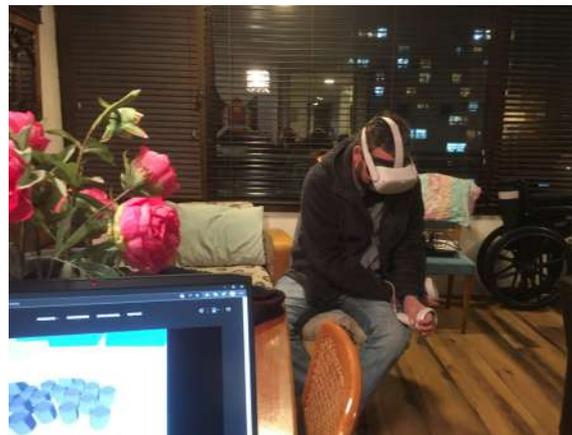
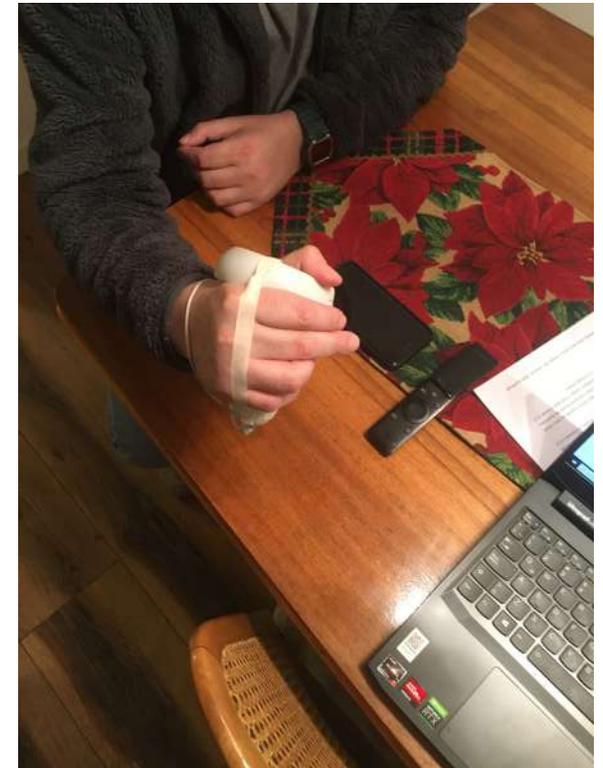


## TESTEOS CON PACIENTES

### EDUARDO HOLVOET

Eduardo tiene 39 años y reside en Ancud, Chiloé. Se autodenomina como una persona con baja adaptabilidad tecnológica, utilizando dispositivos comunes como el celular y el computador, pero con poca frecuencia.

Se está rehabilitando a domicilio con la Red de Salud UC a causa de una Neuropatía que afectó la movilidad de sus extremidades, sobre todo en su brazo izquierdo. Explicó que esta patología se produjo a causa de una Pancreatitis que lo dejó en un coma inducido prolongado en la unidad de cuidados intensivos (UCI).



## TESTEOS CON PACIENTES

### LUIS CONTRERAS

Luis tiene 56 años y reside en Pichilemu. Se autodenomina como una persona con una adaptabilidad tecnológica media, jugando de vez en cuando videojuegos en su tiempo libre y utilizando computador o celular para dibujar y trabajar.

Se está rehabilitando a domicilio con la Red de Salud UC a causa de un síndrome de Guillain-Barré que los médicos sospechan que fue gatillado a causa de una mala reacción a la vacuna contra la influenza. Esto le generó una parálisis completa que hasta la fecha ha mejorado considerablemente con la rehabilitación.



## TESTEOS CON PACIENTES

### INFORMACIÓN OBTENIDA

- La actividad funcionó dentro de las limitantes del prototipo. El seguimiento de instrucciones fue el correcto, los movimientos eran los esperables y era posible auto asistirse para ganar mayor alcance.

- Ambos coincidieron en que la motivación principal de su rehabilitación era volver a ser autovalente y que un des motivante es no ver progreso.

- El agarre del control con la correa de nudillos solucionó problemas de agarre y cabe señalar que la muñequera debe usarse debido a que en caso de dejarla colgada se puede enredar en algo (sucedió con la silla de rueda).

- Al preguntar qué actividades les gustaría volver a hacer la respuesta fueron actividades cotidianas como desmalezar, caminar, manejar o maestrear.

- Los pacientes lograron reconocer el fin del ejercicio y entendieron cómo se progresaba en él.

- Los pacientes entendieron por si solos que estaban dentro de un supermercado recolectando productos. Pese a no estar escrito en ningún lado.

- A uno de los pacientes le afectaba estar en espacios reducidos, pero en la actividad no se vio afectado, re justificando el diseño abierto de la góndola. Ambos describieron al supermercado como cómodo, agradable y cercano a lo que ellos definen como ese entorno.

- Ambos pacientes dieron una calificación casi

perfecta en el SSQ, debido a que la actividad no les generó ninguna molestia. Esto sin ningún tipo de locomoción en la actividad.

- Ambos pacientes dieron una calificación casi perfecta en el MEC, recalcando lo inmersiva que fue la experiencia y el entorno presentado.

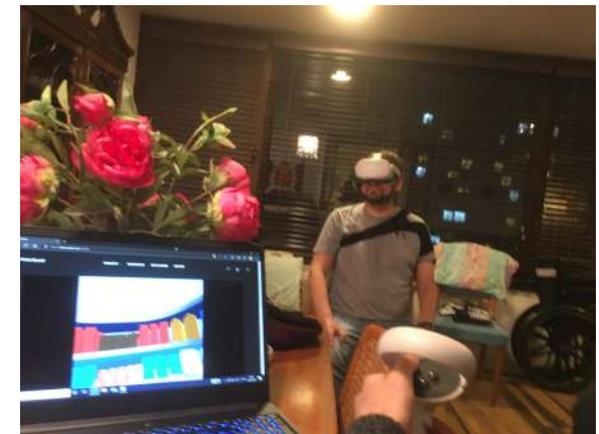


*“sentí que podía volver a ser autovalente”*

*“me dieron ganas de seguir explorando”*

*“sentí tranquilidad y comodidad”*

*“soy claustrofóbico y no me afectó en nada la experiencia, de hecho, me sentía con harto espacio”*



## TESTEO DE LOCOMOCIÓN

### OBJETIVOS

En base a los resultados obtenidos en testeos previos se quiso hacer un testeo para probar otro tipo de locomoción en realidad virtual, ya que la experiencia se enriquece si el paciente explora el entorno (a puntos predeterminados, no libre). Por lo que se ajustó el prototipo existente con dos recorridos dentro de él. Se buscó evaluar si existía una forma de cambiar el punto de vista / ubicación dentro del entorno sin generar discomfort.

### TESTEO

EL testeo consistió en exponer a cinco personas a dos recorridos diferentes en el prototipo. Uno consistía en un recorrido largo a un lugar lejano y el otro consistía en un recorrido corto más lento dentro de un área cercana. Además, a algunos se les pidió que cerraran los ojos en las transiciones para evaluar este tipo de reubicación y sentido de orientación. Para evaluar esto se utilizó nuevamente el SSQ para poder comparar resultados con lo testado previamente sin locomoción y estos documentos están adjuntos en los anexos de este informe.





**EVOLUCIÓN DE CADA ELEMENTO**

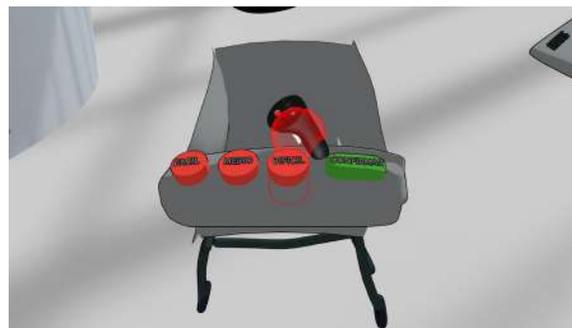
---

# EVOLUCIÓN DE INTERFAZ

## SELECCIÓN DE NIVEL:



Mockup 1



Mockup 2

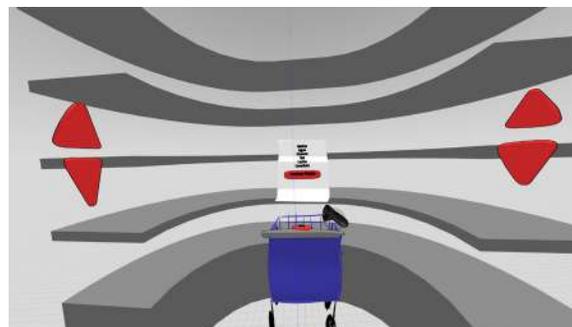


Mockup 2

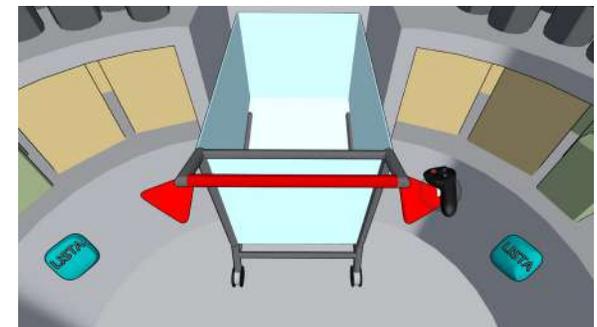
## CAMBIO DE PASILLO Y LISTA:



Mockup 2



Segunda Iteración



Tercera Iteración

# EVOLUCIÓN DE GÓNDOLA

1.



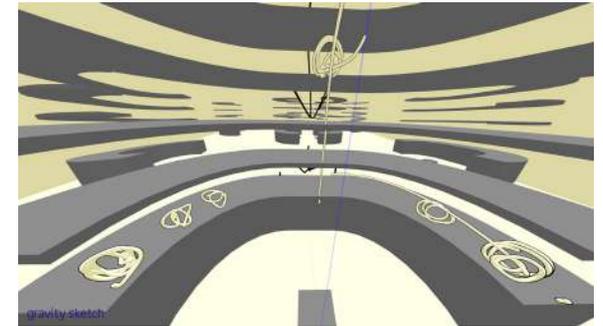
Mockup 2

2.



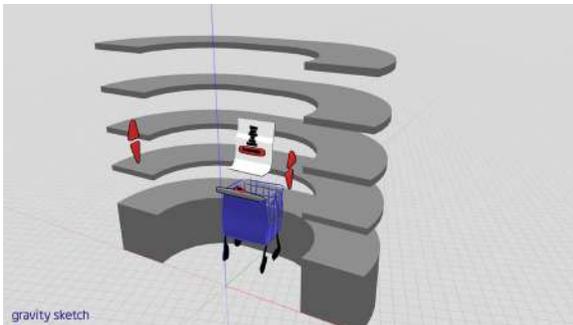
Mockup 2

3.



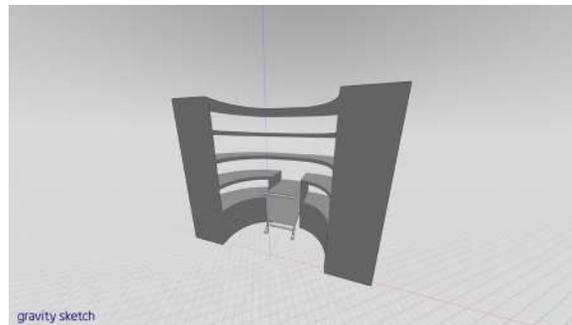
Segunda Iteración

4.



Tercera Iteración

5.



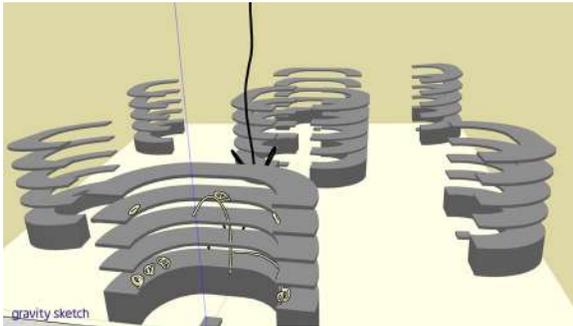
Iteración Final Funcional

6.



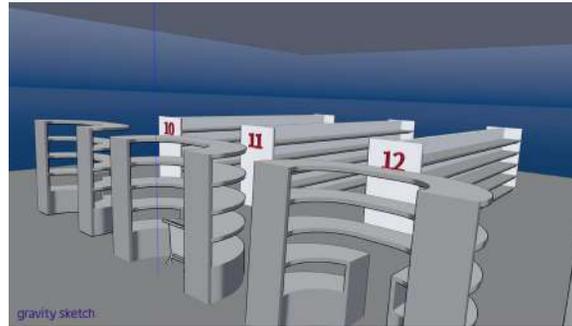
Prototipo

1.



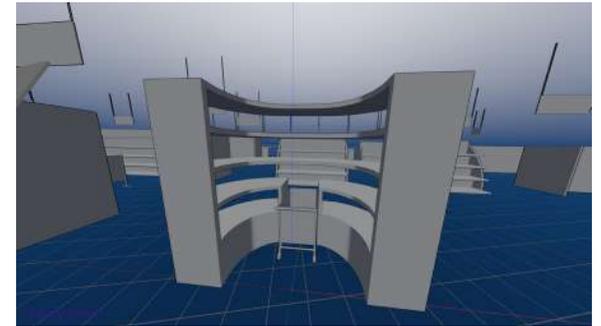
Primera Iteración

2.



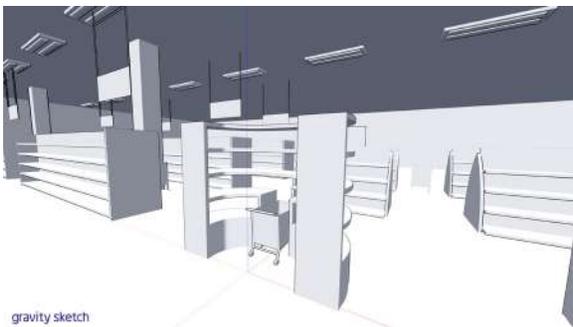
Segunda Iteración

3.



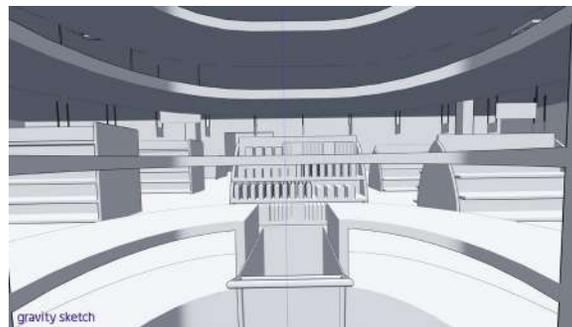
Tercera Iteración

4.



Cuarta Iteración

5.

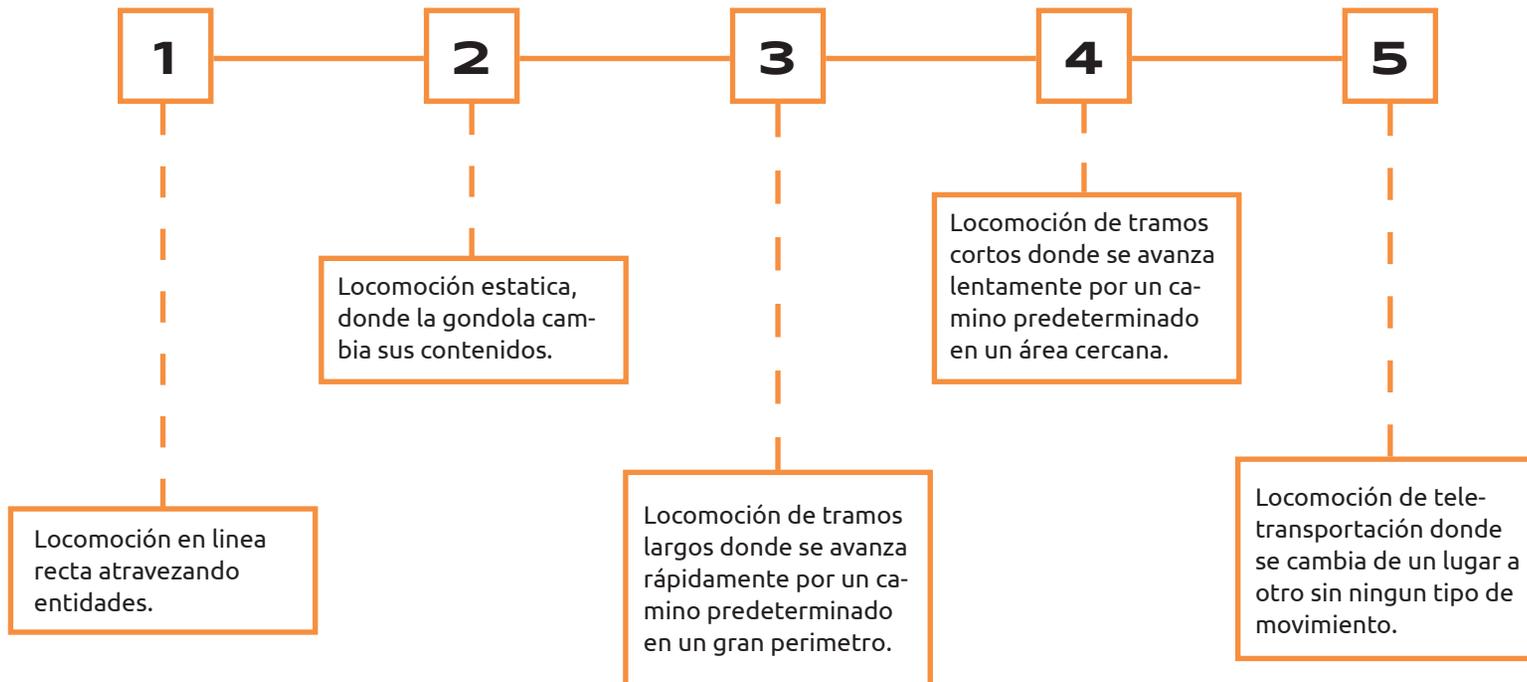


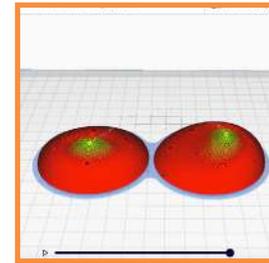
Quinta Iteración

6.



Prototipo





Agarre sin intervención



Testeo de nudillera y bloqueo análogo de botones con pacientes



Incorporación de funda y nudilleras

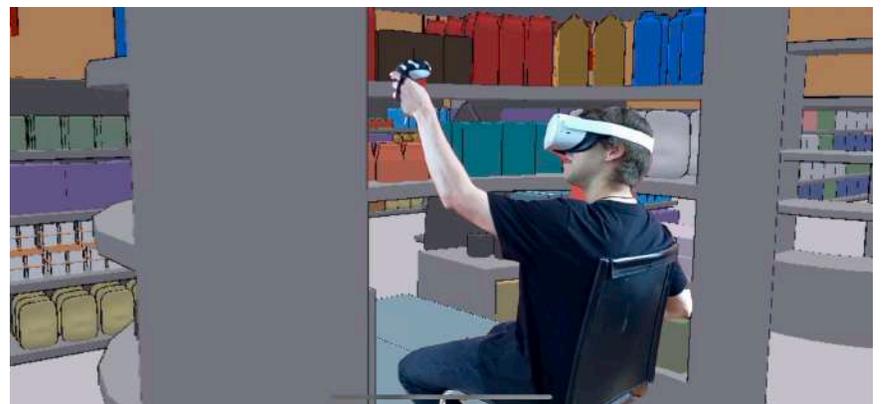
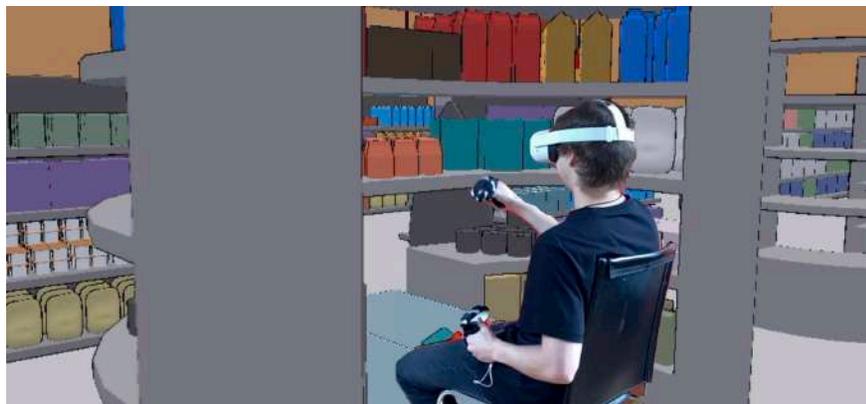


Rediseño de funda incorporando tapa para botones de acceso

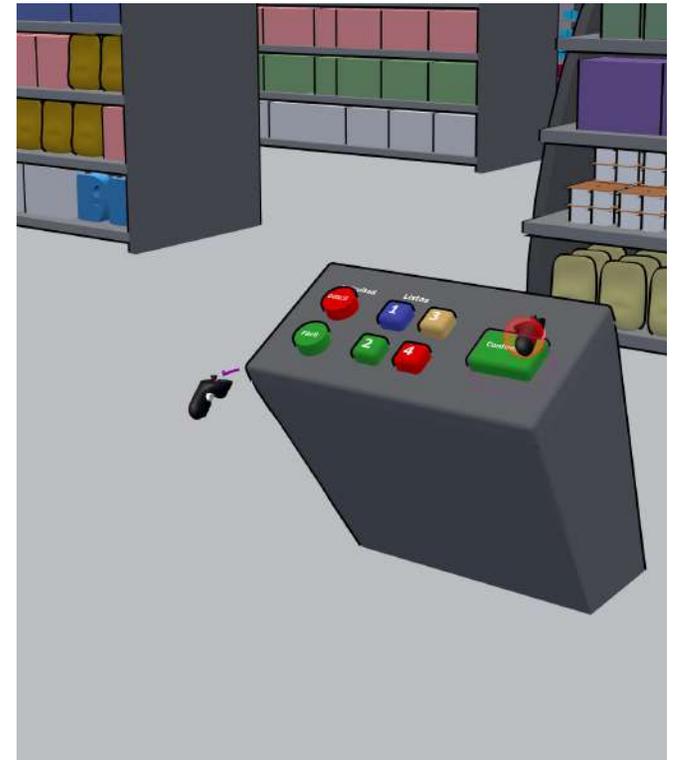
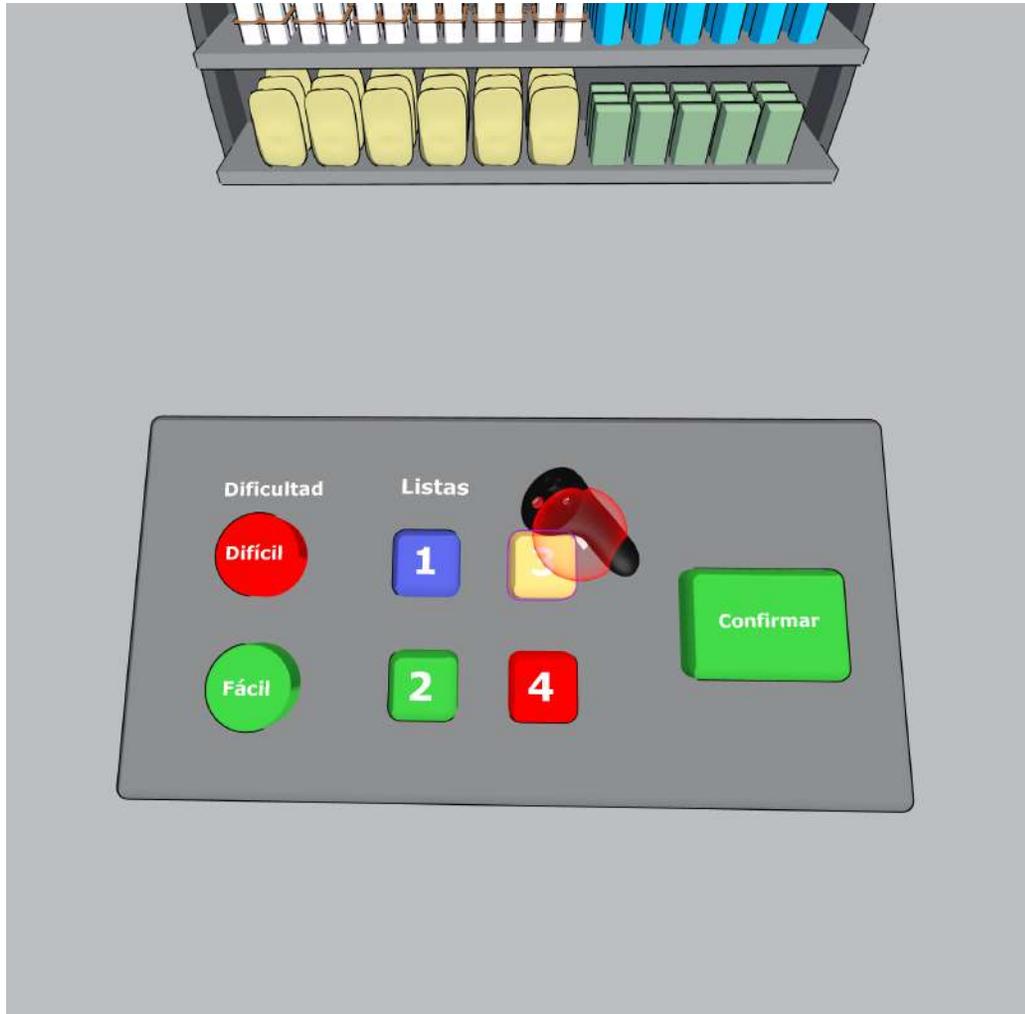
**PRODUCTO FINAL / VERSIÓN ALPHA**

---











# PASILLO 1

2

## Lista de Desayuno

- Leche X4
- Pañ X6
- Mermelada X3
- Yogurt X4
- Huevos X6
- Harina X2
- Cereal X2

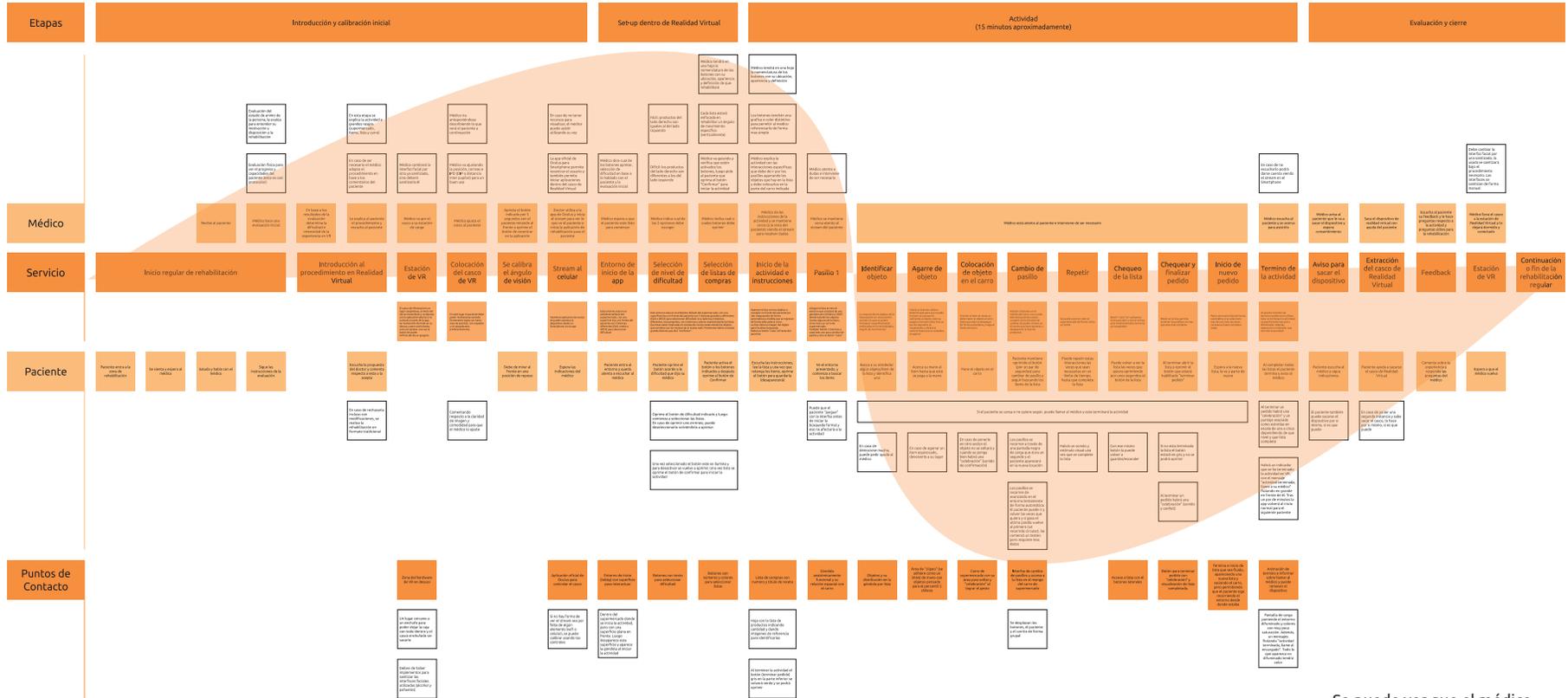
Terminar Pedido

LISTA



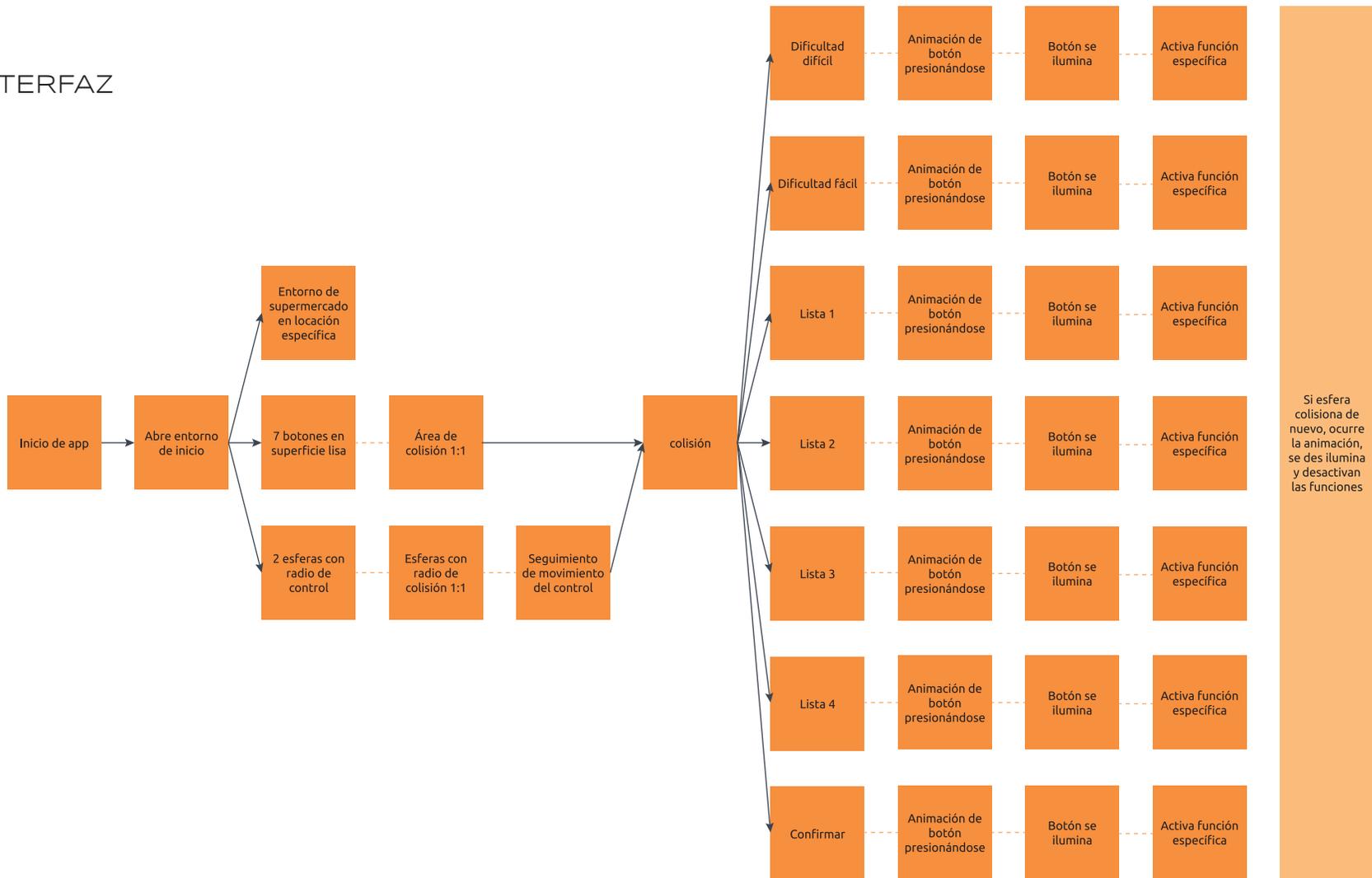




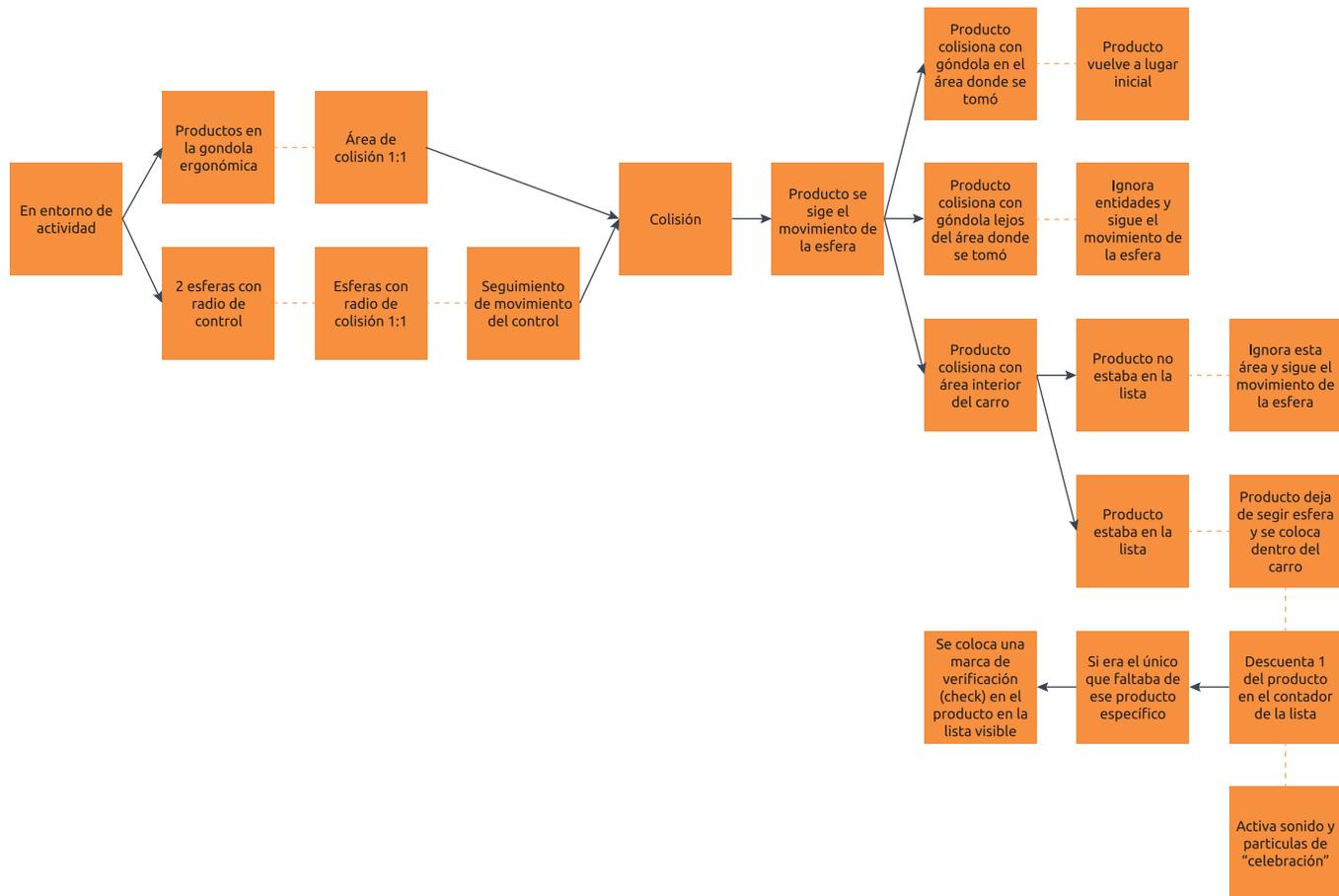


Se puede ver que el médico tiene un gran nivel de involucramiento al inicio (tal como una sesión normal) pero cuando comienza la actividad, se puede ver como el médico se libera y el paciente aumenta drásticamente su involucramiento en la rehabilitación.

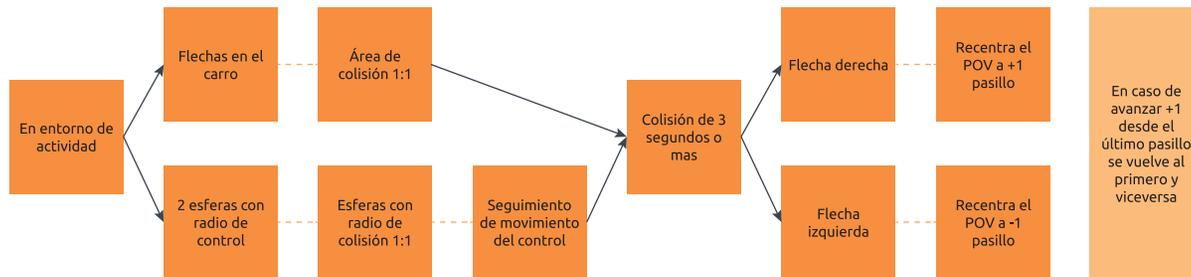
## INTERFAZ



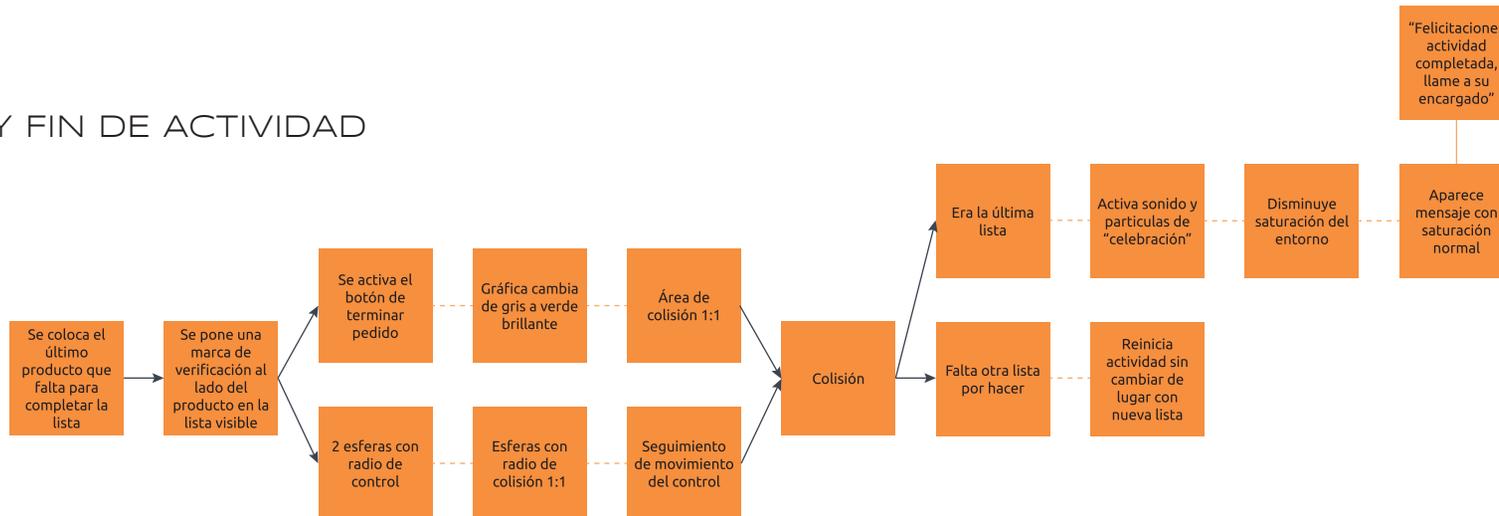
## AGARRE DE PRODUCTOS



## LOCOMOCIÓN

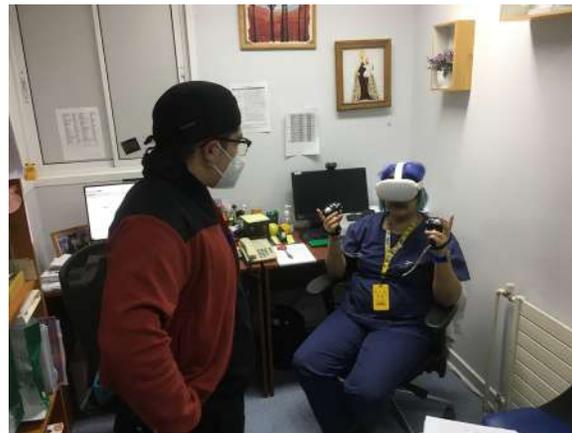


## LISTA Y FIN DE ACTIVIDAD



## VALIDACIÓN CON EXPERTOS

Se generaron unas últimas instancias individuales con los 3 profesionales del área médica, con fin de presentarles la última iteración del proyecto y el Blueprint del servicio. Primero que todo, se verificaron los movimientos y alcances, aquí la Dra. María José Arredondo dio el visto bueno, probando ella misma cada una de las distancias, también el resto de los profesionales al ver cómo se planteaba el movimiento lo aprobaron. Luego se evaluó el Blueprint donde se explicó de forma minuciosa cada una de las etapas, dando énfasis en las de mayor involucramiento por parte del personal médico. Aquí confirmaron cada uno de los puntos y fue interesante ver cómo comenzaron a tratar de modificarlo para acomodarlo a diversos tipos de paciente (pensando en agregar peso en las muñecas o utilizarlos con personas amputadas). Además, el sistema de niveles quedó claro y expresaron su aprobación en cómo se dividieron. Finalmente, expresaron que el formato de instructivo que más preferían era el de un tríptico, luego esto se tomó en consideración en su elaboración, pensando que ellos son a quienes está dirigido. Asimismo, felicitaron el trabajo y demostraron su entusiasmo por verlo implementado a futuro.



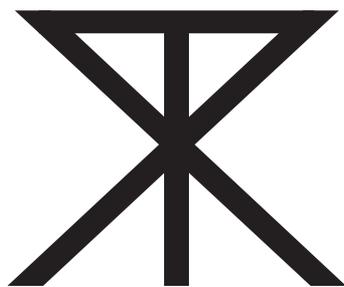
## IMAGOTIPO Y PALETA DE COLORES

Para la creación del logotipo se tomó en cuenta el vasto uso de acrónimos y siglas en el mundo médico. Por lo que se eligió la abreviación médica de la palabra "tratamiento" (TX) y se unió con la abreviación común de "Virtual Reality" (VR), así formando TXVR. Se buscó evocar lo tridimensional, lo tecnológico, profesional e innovador.

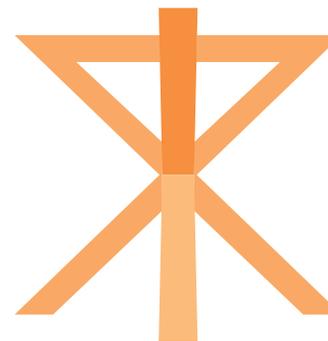
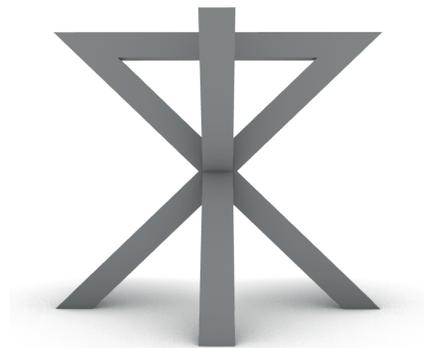
Se utilizó la tipografía Syncopate en Bold, mayúsculas y san serif, buscando una tipografía minimalista, pero a su vez notoria. Dando al logo este tono profesional y serio, pensando en el contexto de implementación.

Luego se modificó a un imagotipo donde el elemento gráfico se creó a partir de la unión de las 4 letras del logo, que luego se le dio volumen en un programa de modelado 3D. Se duplicó y rotó 90° sobre su "eje Y", para luego utilizar una vista en perspectiva (alineada a un lado) con el fin de rehacerla en el plano bidimensional utilizando 3 tonos de un mismo color naranja para darle los efectos de sombreado y establecer una paleta de no más de 4 colores. Así finalmente, dando el efecto tridimensional, minimalista y moderno que se buscaba.

Respecto a la paleta de colores, se utilizaron los naranjos que rodean las murallas internas del supermercado virtual. Se eligió este color debido a ser un color neutro que no alude a ninguna marca específica de supermercado en el contexto chileno. Además, el naranja se asocia comúnmente con lo alegre, divertido y próximo (si tomamos como referente a Eva Heller en su libro "Psicología del Color"), siendo emociones que se buscaban evocar al estar dentro de la actividad virtual y reutilizadas para este imagotipo.



**TXVR**



**TXVR**



## KIT Y CONTENIDO

Este kit contiene: el bolso para transportar, el instructivo para doctores, dos fundas de interfaz facial de silicona, los dos mandos con sus respectivas fundas, el casco de realidad virtual y el cargador.





## KIT Y CONTENIDO



## Introducción al Procedimiento

Esta actividad consta de una experiencia inmersiva de ir a comprar en un supermercado. El objetivo es buscar los objetos que aparecen en una lista y colocarlos en el carro. La actividad finaliza cuando se completan todas las listas seleccionadas al inicio de la actividad.

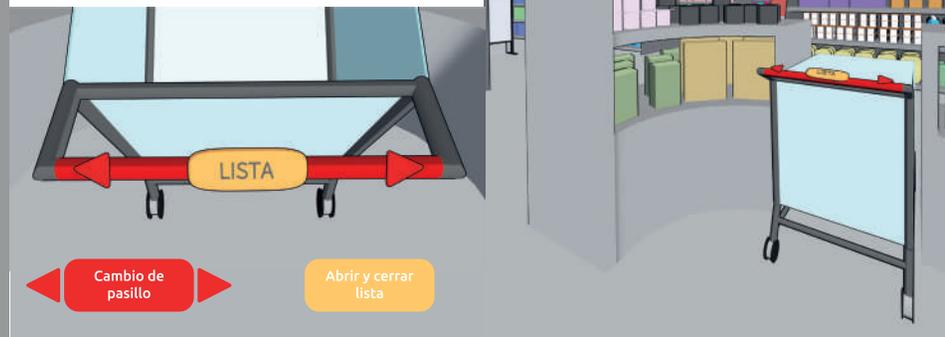
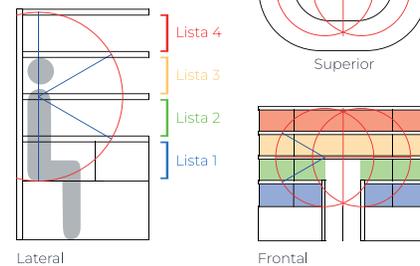
El encargado debe de dar instrucciones al usuario para que seleccione el nivel adecuado y qué listas debe hacer. Para esto se usarán botones virtuales que se seleccionan y una vez activados el usuario deberá apretar el botón de confirmar. La dificultad y qué listas se harán, dependerá del encargado y lo que crea pertinente al caso del usuario.



## INSTRUCTIVO DE USO

Paso a paso de cómo ejecutar de buena forma la actividad.

### Rangos de Movimiento



## Recomendaciones

Se recomienda encender el dispositivo y calibrarlo a la zona de trabajo, previo a que lo use el usuario para poder ser más eficiente en la instancia. También, es pertinente mantenerlo conectado a su fuente de poder en su desuso para poder utilizarlo con varios usuarios sin interrupciones por falta de batería.

## Aplicación para Smartphone

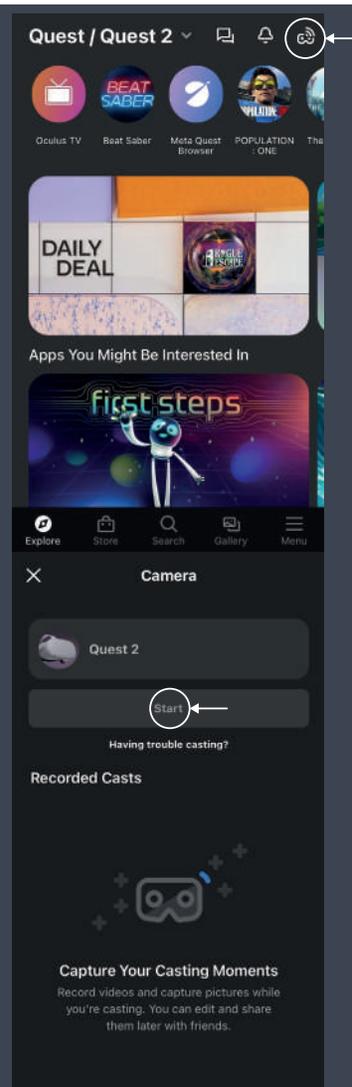
Se debe descargar la aplicación oficial de Oculus y conectar el dispositivo de VR. Esta permite ver un "stream" desde el punto de vista del usuario en VR. También, permite abrir aplicaciones de forma remota y calibrar / recentrar al usuario en el entorno virtual.



Apple



Android



## Información sobre la preparación y nomenclatura

En base a la evaluación inicial, el encargado le dirá al usuario qué nivel y cuáles listas debe seleccionar.

Dificultad Fácil: en este nivel los productos de ambos lados de la góndola son iguales. Se representa con un botón grande, rojo que tiene escrito "Fácil".

Dificultad Difícil: en este nivel los productos del lado derecho son diferentes a los del lado izquierdo. Se representa con un botón grande, rojo que tiene escrito "Difícil".

Lista 1: botón cuadrado azul, en esta lista se ejercita de 0° a 60° de verticalidad.

Lista 2: botón cuadrado verde, en esta lista se ejercita de 60° a 90° de verticalidad.

Lista 3: botón cuadrado amarillo, en esta lista se ejercita de 90° a 120° de verticalidad.

Lista 4: botón cuadrado rojo, en esta lista se ejercita de 120° a 180° de verticalidad.

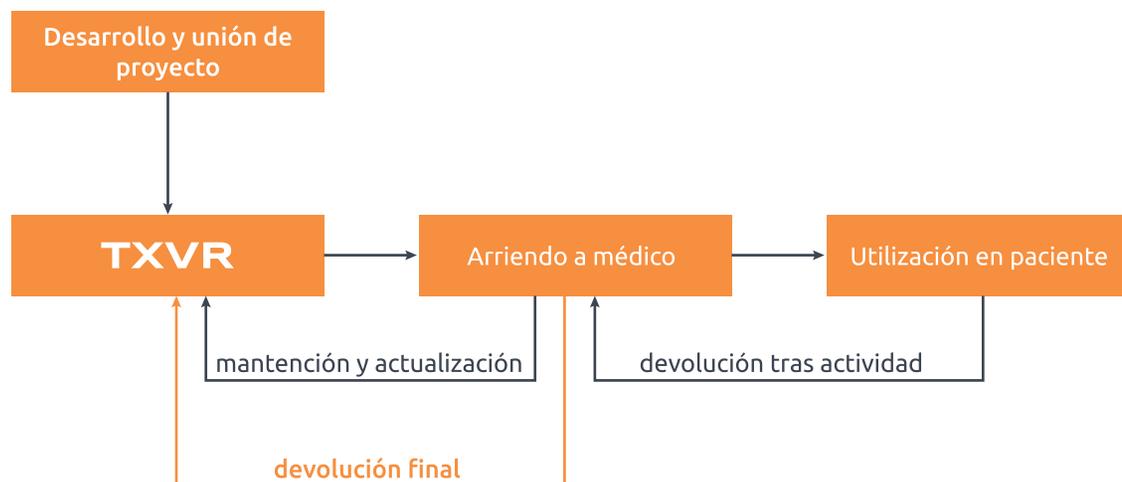
# PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

---

## ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

La estrategia de implementación usa como referente el sistema de telemedicina que utiliza la Clínica Alemana donde se arrienda el hardware con el software instalado. La diferencia sería que en el caso de este proyecto, los médicos lo arriendan y en el mejor de los casos el centro arrendarán varios a la vez. Este arriendo les brinda el paquete completo incluidos los periféricos, las fundas y el instructivo. El producto es auto explicativo y funciona a disposición del médico. Además, en caso de arrendarlo por un extenso periodo de tiempo se les brindará mantención a los dispositivos. Estas mantenciones comunmente se hacen al devolverlos. Esto funciona en forma similar una suscripción mensual.

A su vez para iniciar todo esto la estrategia de implementación inicial busca asociarse con alguno de estos centros o instituciones especializadas como lo es Teletón para desarrollar y seguir testeando el proyecto. Una vez desarrollada esta versión Alpha se implementará TXVR dentro de la institución. Tras esto se postulará a diversos fondos (como Jump Chile) o se buscará una afiliación concreta con la institución asociada para poder patentar y obtener los recursos necesarios para lanzar el proyecto en una baja escala. Presentándolo a otros centros específicos de rehabilitación para así poder aplicar el plan de implementación final y comenzar a expandir el proyecto. Además, se buscará poder inscribir el proyecto al próximo Unity For Humanity y presentarlo para poder obtener tracción internacional, atrayendo interesados y profesionales para escalar.



### Subvención de Unity for Humanity

Respaldamos a los creadores de impacto social; para ello, les ofrecemos financiamiento, tutoría y soporte técnico para sus proyectos RT3D. En 2022, otorgaremos hasta USD 500.000 en subvenciones, incluido un premio especial Imagine, en asociación con [Common](#), al proyecto que mejor inspire al público a "imaginar un mundo mejor", que se basa en la última canción de Common llamada [Imagine](#).

*Captura extraída de la página oficial de Unity For Humanity*

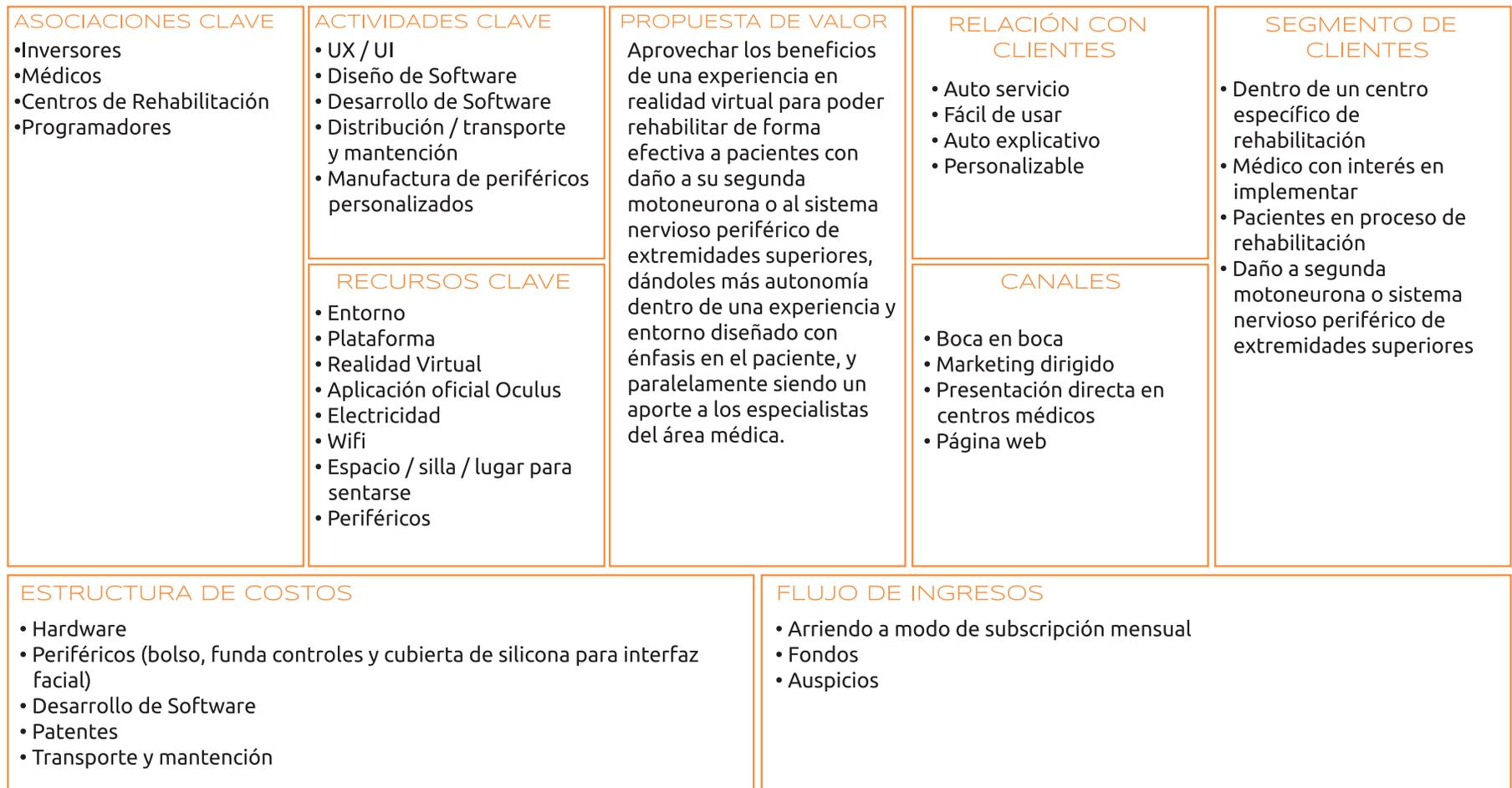
## TABLA DE COSTOS

Item	Precio / Cotización	
Oculus	299 USD	Por kit 337.012 CLP
Bolso	33990 CLP	
Funda controles	15990 CLP	
Cubierta de silicona para interfaz facial	6990 CLP	
Instructivo	1200 CLP	
Software	Un estimado entre 3 MM a 15 MM CLP debido a que todo precio puede variar en el desarrollo.	Inversión inicial

Pensando que se comenzará arrendando 6 unidades, el arriendo mensual del TXVR será de 118.208 CLP por kit, esto generará utilidades a partir de 2 años, por lo que al tercer año se estima haber obtenido 1.418.496 CLP en utilidades por kit (8.510.976 CLP total 6 kits). Sin considerar ningún tipo de fondo. Se debe tomar en consideración la inversión inicial para desarrollar el software que posee una gran variación a causa de que el proyecto se irá ajustando a medida que se va programando, además a esto se le incluye la variable de tiempo del desarrollo que se estipula entre 1 a 3 meses, con profesionales expertos. Estas proyecciones se estiman en base al rango máximo que puede llegar a costar el software (15 MM CLP).



# MODELO DE NEGOCIO CANVAS



## **CONCLUSIONES Y PROYECCIONES**

---

## CONCLUSIONES

Tras el levantamiento de información comprendí el nivel de interés por parte del área médica en la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso de rehabilitación y que el diseño puede cumplir un rol clave en la conexión entre estos dos mundos.

En lo que respecta al proyecto se puede concluir que los beneficios que otorga la realidad virtual a la mesa no son algo de ignorar. En este proceso se pudo ver cómo se pudo ofrecer beneficios al campo médico desde una experiencia diseñada para el paciente. También se observó cómo al mezclar diversas disciplinas entregó mayor valor y resultados al proyecto, como lo fue ver la anatomía funcional con una perspectiva de ergonomía o los movimientos de rehabilitación como una interacción crítica de diseño. Además, se pudo motivar al paciente, utilizando las actividades de la vida diaria y la escala FIM como el objetivo principal, acercando su meta de lograr ser autoválidos. Esto permitiéndole estar más involucrado en su proceso y comprendiendo su progreso al verlo de forma explícita en una situación cotidiana (como lo es ir al supermercado), además al ser una actividad ya conocida no requiere de mucho aprendizaje para ejecutarla. Por otro lado, la última validación con profesionales del área médica remarcó que la actividad cumple a nivel funcional y que el servicio brinda valor, permitiendo maximizar recursos sin tener que modificar en gran medida la estructura de rehabilitación regular.

También, los profesionales no se vieron restringidos a intervenir la actividad con fines de adaptarla a diversos casos, debido a que comprendieron como era la progresión de dificultad. Tras esto se puede concluir que los objetivos planteados se lograron dentro de las condicionantes médicas y márgenes del proyecto.

No está de más reflexionar respecto al rol del diseñador dentro de la creación de este proyecto, debido a que el ejecutar y ingeniar el proyecto viéndolo como un servicio tanto fuera como dentro de realidad virtual permitió generar este diálogo entre todas las aristas que presentaba. Sobre todo, al ver la realidad virtual como una experiencia en escala 1 a 1 donde te enfrentas a este entorno virtual desde tu perspectiva real es pertinente ver el desafío de diseño como si éste fuera en un entorno real.

En términos personales y tras este proyecto, creo firmemente en el potencial que brinda esta tecnología a la mesa, pensándola desde sus características enfocadas en tratamientos que coinciden en sus requerimientos. Además quedo satisfecho al ver que implementé una gran mayoría de habilidades y aspectos aprendidos durante mi carrera universitaria como el diseño de espacios, creando el entorno virtual; servicio, que se generó al ver todo el proceso de rehabilitación sistémicamente; industrial, en el rediseño de componentes clave y modelado de elementos virtuales; gráfico, en ámbitos de marca y creación de este documento; innova-

ción, al ver de forma crítica el proyecto indagando e investigando durante todo el proceso.

Quedo feliz de haber desafiado mis habilidades con este proyecto que no estaba dentro de mi zona de confort, aprendiendo a utilizar nuevas herramientas para poder implementar esta nueva tecnología. Fue interesante ver cómo el proyecto podía evolucionar y modificarse cada semana en base a nuevos lanzamientos o desarrollos de la industria en sí. Por lo que se designó tiempo a estar informado y esto hizo crecer mayor interés por el proyecto. También, existieron desafíos al incorporar el mundo médico, donde me vi enfrentado a un gran espacio de conocimiento que debía aprender, que además valoraba mucho el lenguaje y daba suma importancia a los conceptos técnicos. Aquí me dio gusto ver cómo el rol investigador de un diseñador, junto a la ayuda de profesionales del área médica pudieron llenar este espacio. Esto, apoyado y guiado por los profesionales que me dieron a entender (en la última instancia de validación) que el proyecto los dejaba satisfechos y motivados por verlo implementado a futuro.

Finalmente, quedo contento de haber podido exponerme a este desafío donde pude vivir en cierta medida lo que es un proyecto multidisciplinario, siendo esto uno de los escenarios en los que me proyecto en el futuro. A su vez terminé este proceso con orgullo, tras haber visto a los pacientes alegrándose, entusiasmándose y sintiéndose capaces de poder superar su discapacidad.

## PROYECCIONES

Dentro de las proyecciones a futuro del proyecto, se busca poder seguir desarrollándolo en los aspectos que quedaron pendientes como el testeo e implementación de locomoción. Con esto se buscará programar/desarrollar y lanzar la versión Alpha para luego poder someterlo a estudios certificados y a testeos extensivos que confirmen sus atributos dentro del área médica y durante estos poder pulir más el proyecto en cada una de sus aristas, desde la interfaz al guardado del hardware. Para así poder implementarlo y usarlo, beneficiando tanto a pacientes como a personal médico.

Se considera que esta tecnología sigue avanzando rápidamente por lo que se proyecta poder estar en constante actualización para no quedar atrás con los posibles beneficios que pueden aparecer (como seguimiento de manos de alta fidelidad). También se proyecta a futuro poder desarrollar rehabilitación en otras áreas o características del cuerpo, ampliando la capacidad de rehabilitación de TXVR. Abriendo las puertas para poder introducir el proyecto al área de Telerehabilitación donde se ajustará para poder cumplir con los requerimientos de esta implementación, teniendo en cuenta la aplicación en formato remoto.

Finalmente, no está de más considerar el desarrollo actual que hay alrededor del concepto del Metaverso donde el Khronos Group (un consorcio de los agentes claves en el mundo del XR) quienes crearon el standard en el desarrollo de software

para XR llamado OpenXR ya está generando el Metaverse Standards Forum que permite y busca crear un Metaverso abierto e inclusivo, permitiendo que cualquiera pueda unirse a estos foros y conversaciones. Por lo que el proyecto en un futuro buscaría poder reevaluarse dentro de los márgenes que propone OpenVR y unirse a estos

foros con el fin de ser parte e incorporarse dentro del Metaverso que hoy se está creando en conjunto con la comunidad.



Captura extraída de la página khronos.org

## **BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS**

---

- Almeida, M. S. O., & Silva, F. S. C. D. (2013, October). A systematic review of game design methods and tools. In *International Conference on Entertainment Computing* (pp. 17-29). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Alsop, T. (2021, 4 noviembre). *Virtual reality (VR) - statistics & facts*. Statista. <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr/#dossierKeyfigures>
- Ávila-Pesántez, D., Rivera, L. A., & Alban, M. S. (2017). Approaches for serious game design: A systematic literature review. *The ASEE Computers in Education (CoED) Journal*, 8(3).
- Ball, C., Huang, K., & Francis, J. (2021, diciembre). *Virtual reality adoption during the COVID-19 pandemic: A uses and gratifications perspective*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585321001672>
- Becker, K., & Parker, J. (2014). Methods of design: An overview of game design techniques. *Learning, education and games: Volume one: Curricular and design considerations*, 179-198.
- Burdea, G. C. (2003). Virtual rehabilitation—benefits and challenges. *Methods of information in medicine*, 42(5), 519–523.
- Cabañes-Martínez, L., Villadóniga, M., González-Rodríguez, L., Araque, L., Díaz-Cid, A., Ruz-Caracuel, I., Pian, H., Sánchez-Alonso, S., Fanjul, S., Del Álamo, M., & Regidor, I. (2020). Neuromuscular involvement in COVID-19 critically ill patients. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 131(12), 2809–2816. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.09.017>
- Cailliet, R. (2004). Anatomía Funcional, Biomecánica [Ilustraciones]. En *Marbán* (pp. 113–162).
- Cassani, R., Novak, G. S., & Falk, T. H. (2020, 31 septiembre). *Virtual reality and non-invasive brain stimulation for rehabilitation applications: a systematic review*. Springer Link. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12984-020-00780-5#citeas>
- Castellucci, I., Viviani, C., & Martínez, M. (2018). *Tablas de Antropometría de la población trabajadora chilena* [Fotografías]. DOCPLAYER. <http://docplayer.es/87674049-Tablas-de-antropometria-de-la-poblacion-trabajadora-chilena.html>
- Clínica Alemana. (2020, 28 octubre). *Telerehabilitación: Estándares de buenas prácticas y presentación de casos* [Captura de pantalla]. Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo. <https://medicina.udd.cl/noticias/2020/10/telerehabilitacion-estandares-de-buenas-practicas-y-presentacion-de-casos/>
- Cobeña, C. O. (2013). Neuropatía periférica de origen no diabético: síndrome de Guillain-Barré. *REDUCA (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*, 5(1).
- CSS Insight. (2020, diciembre). *Extended Reality Device Shipments, Worldwide* [Gráfico]. CSS Insight. <https://www.ccssinsight.com/blog/extended-reality-gets-into-gear/>
- Elsevier Connect. (2020, 1 junio). *Síndrome de Guillain-Barré: síntomas y causas* [Infografía]. ELSEVIER. <https://www.elsevier.com/es/connect/enfermeria/edu-sindrome-de-guillain-barre>
- Embodied Labs. (s. f.). *Vision & Hearing Loss* [Fotografía]. embodiedlabs. <https://www.embodiedlabs.com/immersive-experience-library/vision-hearing-loss>
- Facebook. (2021, 28 septiembre). *About The Event | Connect 2021 | Meta Conference*. Facebook Connect 2021. <https://www.facebookconnect.com/en-us/>
- Fandom Animation Wiki. (s. f.). *Cel shading* [Fotografía]. Fandom. [https://animacionenlau.fandom.com/es/wiki/Cel\\_shading](https://animacionenlau.fandom.com/es/wiki/Cel_shading)
- Gilberto Leonardo, O. (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. *Revista de estudios sociales*, (18), 89-96.
- Greengard, S. (2019). *Virtual Reality*. The MIT Press.
- Hanewinkel, R., van Oijen, M., Ikram, M. A., & van Doorn, P. A. (2016). The epidemiology and risk factors of chronic polyneuropathy. *European journal of epidemiology*, 31(1), 5–20. <https://doi.org/10.1007/s10654-015-0094-6>
- Hayden, S. (2021, 21 mayo). *How to Record Mixed Reality Video on Oculus Quest* [Fotografía]. ROADTOVR. <https://www.roadtovr.com/how-to-record-mixed-reality-video-on-oculus-quest/>
- Hernández, L., Taibo, J., Seoane, A., & Jaspe, A. (2011). La percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva. *EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 16(18), 252-261.
- Ioannou, A., Papastavrou, E., Avraamides, M. N., & Charalambous, A. (2020). Virtual Reality and Symptoms Management of Anxiety, Depression, Fatigue, and Pain: A Systematic Review. *SAGE open nursing*, 6, 2377960820936163. <https://doi.org/10.1177/2377960820936163>
- Janssen, J., Verschuren, O., Renger, W. J., Ermers, J., Ketelaar, M., & van Ee, R. (2017). Gamification in Physical Therapy: More Than Using Games. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 29(1), 95–99. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000326>
- Johns Hopkins Medicine. (s. f.). *Physical Rehabilitation at the Hospital*. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/physical-rehabilitation-at-the-hospital>
- Konglomerate Games. (s. f.). *Cape Breeze* [Fotografía]. Konglomerate Games. <https://konglomerate.games/portfolio/cape-breeze/>
- Lassam, C. (2016, 28 julio). *Introducing "Holoport" Locomotion* [Cómico]. Medium. <https://medium.com/@vrchat/introducing-holoport-locomotion-9ada3abec63>
- Lei, C., Sunzi, K., Dai, F., Liu, X., Wang, Y., Zhang, B., He, L., & Ju, M. (2019). Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PloS one*, 14(11), e0224819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224819>
- Lowood, H. (s. f.). *virtual reality | computer science*. Encyclopedia Britannica. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality>
- Matos, J. P., Oliviero, A., & Martín, M. M. (2019). Enfermedades de las motoneuronas. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 12(75), 4412-4422.
- Melo, J. L. (2010). *ERGONOMÍA APLICADA A LAS HERRAMIENTAS* [Ilustraciones]. En CPL ediciones (1a ed., pp. 26–27).
- Meta. (s. f.). *Oculus Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset | Oculus*. Meta Quest. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.oculus.com/quest-2/>
- Merino, L., Schwarzl, M., Kraus, M., Sedlmair, M., Schmalstieg, D., & Weiskopf, D. (2020, November). Evaluating mixed and augmented reality: A systematic literature review (2009-2019). In *2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)* (pp. 438-451). IEEE.
- Mora, A., Riera, D., González, C., & Arnedo-Moreno, J. (2015, 12 septiembre). *A literature review of gamification design frameworks*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/profile/Joan-Arnedo-Moreno/publication/279059823\\_A\\_Literature\\_Review\\_of\\_Gamification\\_Design\\_Frameworks/](https://www.researchgate.net/profile/Joan-Arnedo-Moreno/publication/279059823_A_Literature_Review_of_Gamification_Design_Frameworks/)

- links/559d4cda08aeb45d1715bf62/A-Literature-Review-of-Gamification-Design-Frameworks.pdf
- Muñoz, L., Miró, L., & Domínguez, M. (2020, 1 enero). *Augmented and Virtual Reality Evolution and Future Tendency*. MDPI. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/1/322>
- Negrete S. & Wuth, P. (2020). *Design for Innovation Method for the development of disruptive solutions*. Case Study: Connected services for the automotive business in Latin America. En prensa.
- Norman, K. (2018). *Evaluation of Virtual Reality Games: Simulator Sickness and Human Factors* [Figura]. Semantic Scholar. <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-of-Virtual-Reality-Games%3A-Simulator-and-Norman/45554ee1127d29d0ce5078101d64ceb79b5bf0f9>
- Oculus. (s. f.). *Primeros pasos* [Captura de pantalla]. Oculus. [https://www.oculus.com/experiences/quest/1863547050392688/?locale=es\\_ES](https://www.oculus.com/experiences/quest/1863547050392688/?locale=es_ES)
- Owlchemy Labs. (s. f.). *Job Simulator* [Fotografía]. Steam. [https://store.steampowered.com/app/448280/Job\\_Simulator/](https://store.steampowered.com/app/448280/Job_Simulator/)
- Paolinelli, C., González, P., Doniez, M. E., Donoso, T., & Salinas, V. (2000, 3 noviembre). *Instrumento de evaluación funcional de la discapacidad en rehabilitación. Estudio de confiabilidad y experiencia clínica a con el uso del Functional Independence Measure* [Tablas]. Revista Médica de Chile. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872001000100004](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872001000100004)
- PubMed. (2021). *RESULTS BY YEAR* [Gráfico]. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=virtual+reality>
- PubMed MeSH. (s. f.-a). *Polyneuropathies*. PubMed. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68011115>
- PubMed MeSH. (s. f.-b). *Rehabilitation*. PubMed. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012046>
- Red de Salud UC. (s. f.). *Medicina Física y Rehabilitación | Especialidades y Servicios | Red de Salud UC CHRISTUS*. reduc. Recuperado 4 de diciembre de 2012, de <https://www.ucchristus.cl/especialidades-y-servicios/servicios/medicina-fisica-y-rehabilitacion>
- Rehameetrics. (s. f.). *Rehameetrics en el proyecto de investigación FICHe* [Fotografía]. Rehameetrics. <https://rehameetrics.com/rehameetrics-proyecto-investigacion-europeo-fiche/>
- Rewellio. (2021, 15 mayo). *Do you know how and why we use VR in rehabilitation?* [Fotografía]. Facebook. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2548454055461862&set=pb.100063508184803.-2207520000..>
- Rigo, D. D. F. H., Ross, C., Hofstätter, L. M., & Ferreira, M. F. A. P. L. (2020). Síndrome de Guillain Barré: perfil clínico epidemiológico y asistencia de enfermería. *Enfermería Global*, 19(57), 346-389.
- Robinson, D., & Bellotti, V. (2013, 2 mayo). *A Preliminary Taxonomy of Gamification Elements for Varying Anticipated Commitment*. Gamification Research Network. [http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2013/03/Robinson\\_Bellotti.pdf](http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2013/03/Robinson_Bellotti.pdf)
- Roose, K. (2021, 29 septiembre). This Should Be V.R.'s Moment. Why Is It Still So Niche? *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2020/04/30/technology/virtual-reality.html>
- Rutkove, S. (2020, 14 diciembre). *Overview of polyneuropathy*. UpToDate. [https://www.uptodate-com.uandes.idm.oclc.org/contents/overview-of-polyneuropathy?search=polyneuropathy&source=search\\_result&selectedTitle=1~150&usage\\_type=default&display\\_rank=1#H3428522085](https://www.uptodate-com.uandes.idm.oclc.org/contents/overview-of-polyneuropathy?search=polyneuropathy&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H3428522085)
- Sardi, L., Idri, A., & Fernández-Alemán, J. L. (2017). A systematic review of gamification in e-Health. *Journal of biomedical informatics*, 71, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.05.011>
- Shiftbias. (s. f.). *Practical Skills: VR Healthcare Training* [Fotografía]. shiftbias. <https://www.shiftbias.com/>
- Singh, R. P., Javaid, M., Kataria, R., Tyagi, M., Haleem, A., & Suman, R. (2020). Significant applications of virtual reality for COVID-19 pandemic. *Diabetes & metabolic syndrome*, 14(4), 661–664. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.05.011>
- Smith, S. A. (2019, 29 abril). *Virtual reality in episodic memory research: A review*. Springer Link. <https://link.springer.com/article/10.3758/s13423-019-01605-w>
- Sommer, C., Geber, C., Young, P., Forst, R., Birklein, F., & Schoser, B. (2018). Polyneuropathies. *Deutsches Arzteblatt international*, 115(6), 83–90. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.083>
- Studio Syro. (s. f.). *TALES FROM SODA ISLAND* [Fotografía]. Nick Ladd. <https://www.nickladd.tv/talesfromsodaisland>
- Suárez Chico, B. N. (2020). *Aplicación de un programa de ejercicios de fuerza resistencia para mejorar la fuerza muscular y la calidad de vida en pacientes con tratamiento de hemodiálisis de 35 a 60 años de la clínica Nefromedic en el periodo octubre 2019-febrero 2020* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Teletón. (s. f.). *Rehabilitación Integral*. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.teleton.cl/teleton/que-hacemos/rehabilitacion-integral/>
- Torres Fernández, D., Blanca Moya, E., & Pérez Sánchez, R. (2021). Inmersión y activación de estados emocionales con videojuegos de realidad virtual. *Revista de Psicología (PUCP)*, 39(2), 531-551.
- Unity. (s. f.). *Unity Real-Time Development Platform 3D, 2D VR & AR Engine*. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://unity.com>
- Universidad Nacional de Córdoba. (s. f.). *Síndromes Neurológicas* [Ilustración]. Cátedra de Semiología Unidad Hospitalaria de Medicina Interna N° 1 – Hospital Nacional de Clínicas. [http://semiologiahnc.webs.fcm.unc.edu.ar/files/2016/10/Sindromes\\_Neurológicas.pdf](http://semiologiahnc.webs.fcm.unc.edu.ar/files/2016/10/Sindromes_Neurológicas.pdf)
- USC Institute For Creative Technologies. (2005). *Bravemind: Virtual Reality Exposure Therapy* [Fotografía]. USC Institute For Creative Technologies. <https://ict.usc.edu/research/projects/bravemind-virtual-reality-exposure-therapy/>
- Velarde, P. U. (2010). Lesiones de nervios periféricos en miembro superior. *Horizonte Médico (Lima)*, 10(1), 68-72.
- Vorderer, P., Wirth, W., Gouveia, F. R., Biocca, F., Saari, T., Jäncke, F., Böcking, S., Schramm, H., Gysbers, A., Hartmann, T., Klimmt, C., Laarni, J., Ravaja, N., Sacau, A., Baumgartner, T. & Jäncke, P. (2004). *MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): Short Documentation and Instructions for Application*. Report to the European Community, Project Presence: MEC (IST-2001-37661). Online. Available from <http://www.ijk.hmt-hannover.de/presence>.
- VRChat Kmart. (2021, 11 enero). *Express has reopened! Stop in and shop the cross-platform Saving Place!* [Fotografía]. Twitter. <https://twitter.com/vrchatkmart/status/1348558215450132480>

## DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO GENÉRICO AMPLIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS CLÍNICOS Y TESTEO DE PROYECTO

Estimado Sr. /Sra.,

El propósito de esta información es ayudarlo a tomar la decisión de participar en la creación de una base de datos o registro clínico con fines de investigación. Tome el tiempo que necesite para decidir, lea cuidadosamente este documento y hágale las preguntas que desee al médico o al personal de salud.

### OBJETIVOS

Como personal de salud, solicitamos su colaboración para poder generar una base de datos en base a opiniones y resultados cualitativos del proyecto, para que nos permita caracterizar mejor y estudiar a nuestra población de pacientes atendidos en red UC domicilio que padecen neuropatía. Los datos que deseamos recolectar son, principalmente: información demográfica (edad, sexo, nivel educacional, estado civil, etc.), información de su condición de salud (tipo de enfermedad, tratamiento, etc.), resultados terapéuticos, encuestas y el seguimiento a largo plazo de su enfermedad.

Esta información será almacenada en diferentes bases de datos del Proyecto de Título del estudiante a cargo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para ser utilizada en esta investigación médica relacionada con su patología y sus derivaciones, en el presente y en el futuro.

Por favor lea cuidadosamente este documento y haga todas las preguntas que desee, tómese todo el tiempo que requiera para tomar su decisión. Usted puede llevarse este documento a su domicilio para conversarlo con sus familiares o amigos. Usted puede consentir en el momento que lo desee, ya sea ahora o en un tiempo posterior.

Consentimiento Informado Genérico Amplio CEC-Salud UC-2020 *modificado*

### PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar de esta base de datos, le solicitamos participar en el testeo del proyecto, el cual contará de una actividad lúdica guiada en Realidad Virtual. Además, solicitamos que nos permita acceder a sus datos clínicos y usar los datos obtenidos en el testeo del proyecto.

Si desea participar, se le pedirá que nos indique cuál de las siguientes opciones prefiere:

- 1.- Autorizar el uso de este material **en forma anónima**. En este caso, no se le pedirá su autorización para el uso de sus datos y muestras en el futuro.
- 2.- Autorizar el uso de este material **manteniendo su identificación (abierta o codificada)**. En este caso es posible que en el futuro necesitemos contactarlo/contactarla para solicitar algún dato clínico relevante adicional que no se encuentre en la ficha clínica o conocer acerca de su estado de salud.

### BENEFICIOS

La creación de esta base o registro clínico con fines de investigación no representa un beneficio directo para usted.

No se espera que los datos recogidos afecten su actual o futuro tratamiento médico, ni el manejo o pronóstico de su enfermedad. Sin embargo, si de estos estudios surge alguna información relevante para el tratamiento de su enfermedad, esto le será comunicado a usted o a su médico tratante (para el caso del segundo tipo de autorización).

Su colaboración es importante para conocer más acerca de su enfermedad y eventualmente podría beneficiar a otras personas en su misma condición.

### RIESGOS

Su participación en esta base o registro clínico con fines de investigación presenta riesgos como mareos, náuseas, sudoración, cinetosis (mareo por movimiento), cansancio, convulsiones o gatillar un ataque epiléptico.

### COSTOS

La participación de esta base o registro clínico con fines de investigación no significa cobro adicional de ningún tipo para usted o su familia, ni ahora ni en el futuro. Los costos de su tratamiento tampoco se verán alterados por la firma/no-firma de este consentimiento.

### CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

El estudiante de la Pontificia Universidad Católica de Chile tomará las medidas necesarias para proteger el acceso a su información médica y datos sensibles, por parte de personas no autorizadas.

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial. Es posible que los resultados obtenidos del análisis de estas bases de datos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su nombre no será revelado.

### VOLUNTARIEDAD

Su participación es completamente voluntaria y usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento en cualquier momento que lo desee.

Asimismo, su decisión de consentir o no su participación en esta base o registro clínico con fines de investigación, en nada afectarán el cuidado que el equipo médico le otorgue por su enfermedad, los procedimientos previamente planificados o ya realizados, ni los tratamientos que deba recibir como parte del cuidado habitual de su enfermedad.

Si usted retira su consentimiento, y aceptó su participación manteniendo su identificación, los datos personales y médicos que lo identifiquen no serán utilizados.

Si usted acepta que sus datos sean almacenados de forma anónima, y luego retira su consentimiento, no será posible eliminar la información obtenida y esta podría ser utilizada.

### PREGUNTAS

Consentimiento Informado Genérico Amplio CEC-Salud UC-2020 *modificado*

Si tiene preguntas acerca de esta base de datos puede contactar a los responsables de su creación y custodia al estudiante: Eduardo Romo al teléfono: +56953725669 y/o al correo electrónico: [eromol@uc.cl](mailto:eromol@uc.cl).

Si considera que sus derechos como participante en la investigación, no han sido respetados, puede contactar al Comité de Ética en Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile ([eticadeinvestigacion@uc.cl](mailto:eticadeinvestigacion@uc.cl)).

### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

- Se me ha explicado el propósito de la creación de esta base o registro clínico con fines de investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten, incluido el derecho a retirar mi autorización en el momento que estime conveniente.
- Firmo este documento en forma voluntaria, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista.
- Yo autorizo al equipo de investigación a acceder y usar los datos contenidos en mi ficha clínica, imágenes, encuestas y resultados del testeo para los propósitos de esta base de datos.
- Deseo que mis datos se almacenen:
 

<b>En forma anónima</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Con mi identificación personal</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Autorizo ser contactado/a en el futuro  **Si**  **No**
- Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

He explicado el procedimiento al paciente (o su representante) y he discutido con él/ella la información arriba señalada. El/la paciente (o su representante) ha consentido en participar en la formación de estas bases de datos y a proceder con el testeo del proyecto.

**FIRMA****PARTICIPANTE**

Nombre: Eduardo Ybloet

Firma: [Firma] Fecha: 01 / 06 / 22

**INVESTIGADOR RESPONSABLE**

Nombre: Eduardo Romo

Firma: [Firma] Fecha: 01 / 06 / 22

**DIRECTOR DE LA INSTITUCIÓN / DELEGADO**

Nombre: IVAN ARDO

Firma: [Firma] Fecha: 03 / 06 / 22

Consentimiento Informado Genérico Amplio CEC-Salud UC-2020 *modificado*

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO GENÉRICO AMPLIO PARA  
RECOLECCIÓN DE DATOS CLÍNICOS Y TESTEO DE PROYECTO**

Estimado Sr. /Sra.,

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar en la creación de una base de datos o registro clínico con fines de investigación. Tome el tiempo que necesite para decidir, lea cuidadosamente este documento y hágale las preguntas que desee al médico o al personal de salud.

**OBJETIVOS**

Como personal de salud, solicitamos su colaboración para poder generar una base de datos en base a opiniones y resultados cualitativos del proyecto, para que nos permita caracterizar mejor y estudiar a nuestra población de pacientes atendidos en Red de Salud UC / domicilio que padecen Culicoides. Los datos que deseamos recolectar son, principalmente: información demográfica (edad, sexo, nivel educacional, estado civil, etc.), información de su condición de salud (tipo de enfermedad, tratamiento, etc.), resultados terapéuticos, encuestas y el seguimiento a largo plazo de su enfermedad.

Esta información será almacenada en diferentes bases de datos del Proyecto de Título del estudiante a cargo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para ser utilizada en esta investigación médica relacionada con su patología y sus derivaciones, en el presente y en el futuro.

Por favor lea cuidadosamente este documento y haga todas las preguntas que desee, tómese todo el tiempo que requiera para tomar su decisión. Usted puede llevarse este documento a su domicilio para conversarlo con sus familiares o amigos. Usted puede consentir en el momento que lo desee, ya sea ahora o en un tiempo posterior.

Consentimiento Informado Genérico Amplio CEC-Salud UC-2020 *modificado*

### PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar de esta base de datos, le solicitamos participar en el testeo del proyecto, el cual contará de una actividad lúdica guiada en Realidad Virtual. Además, solicitamos que nos permita acceder a sus datos clínicos y usar los datos obtenidos en el testeo del proyecto.

Si desea participar, se le pedirá que nos indique cuál de las siguientes opciones prefiere:

- 1.- Autorizar el uso de este material **en forma anónima**. En este caso, no se le pedirá su autorización para el uso de sus datos y muestras en el futuro.
- 2.- Autorizar el uso de este material **manteniendo su identificación (abierta o codificada)**. En este caso es posible que en el futuro necesitemos contactarlo/contactarla para solicitar algún dato clínico relevante adicional que no se encuentre en la ficha clínica o conocer acerca de su estado de salud.

### BENEFICIOS

La creación de esta base o registro clínico con fines de investigación no representa un beneficio directo para usted.

No se espera que los datos recogidos afecten su actual o futuro tratamiento médico, ni el manejo o pronóstico de su enfermedad. Sin embargo, si de estos estudios surge alguna información relevante para el tratamiento de su enfermedad, esto le será comunicado a usted o a su médico tratante (para el caso del segundo tipo de autorización).

Su colaboración es importante para conocer más acerca de su enfermedad y eventualmente podría beneficiar a otras personas en su misma condición.

### RIESGOS

Su participación en esta base o registro clínico con fines de investigación presenta riesgos como mareos, náuseas, sudoración, cinetosis (mareo por movimiento), cansancio, convulsiones o gatillar un ataque epiléptico.

### COSTOS

La participación de esta base o registro clínico con fines de investigación no significa cobro adicional de ningún tipo para usted o su familia, ni ahora ni en el futuro. Los costos de su tratamiento tampoco se verán alterados por la firma/no-firma de este consentimiento.

### CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

El estudiante de la Pontificia Universidad Católica de Chile tomará las medidas necesarias para proteger el acceso a su información médica y datos sensibles, por parte de personas no autorizadas.

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial. Es posible que los resultados obtenidos del análisis de estas bases de datos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su nombre no será revelado.

### VOLUNTARIEDAD

Su participación es completamente voluntaria y usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento en cualquier momento que lo desee.

Asimismo, su decisión de consentir o no su participación en esta base o registro clínico con fines de investigación, en nada afectarán el cuidado que el equipo médico le otorgue por su enfermedad, los procedimientos previamente planificados o ya realizados, ni los tratamientos que deba recibir como parte del cuidado habitual de su enfermedad.

Si usted retira su consentimiento, y aceptó su participación manteniendo su identificación, los datos personales y médicos que lo identifiquen no serán utilizados.

Si usted acepta que sus datos sean almacenados de forma anónima, y luego retira su consentimiento, no será posible eliminar la información obtenida y esta podría ser utilizada.

### PREGUNTAS

Consentimiento Informado Genérico Amplio CEC-Salud UC-2020 *modificado*

Si tiene preguntas acerca de esta base de datos puede contactar a los responsables de su creación y custodia al estudiante: Eduardo Romo al teléfono: +56953725669 y/o al correo electrónico: [eromol@uc.cl](mailto:eromol@uc.cl).

Si considera que sus derechos como participante en la investigación, no han sido respetados, puede contactar al Comité de Ética en Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile ([eticadeinvestigacion@uc.cl](mailto:eticadeinvestigacion@uc.cl)).

#### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

- Se me ha explicado el propósito de la creación de esta base o registro clínico con fines de investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten, incluido el derecho a retirar mi autorización en el momento que estime conveniente.
- Firmo este documento en forma voluntaria, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista.
- Yo autorizo al equipo de investigación a acceder y usar los datos contenidos en mi ficha clínica, imágenes, encuestas y resultados del testeo para los propósitos de esta base de datos.

Deseo que mis datos se almacenen:

En forma anónima

Con mi identificación personal

Autorizo ser contactado/a en el futuro

 Si

 No

- Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

He explicado el procedimiento al paciente (o su representante) y he discutido con él/ella la información arriba señalada. El/la paciente (o su representante) ha consentido en participar en la formación de estas bases de datos y a proceder con el testeo del proyecto.

#### FIRMA

##### PARTICIPANTE

Nombre: Luis Contreras

Firma: [Firma] Fecha: 02/06/22

##### INVESTIGADOR RESPONSABLE

Nombre: Eduardo Romo S.

Firma: [Firma] Fecha: 02/06/22

##### DIRECTOR DE LA INSTITUCIÓN / DELEGADO

Nombre: MAN CARO

Firma: [Firma] Fecha: 03/06/22

**Información del Paciente**

Nombre: Eduardo Helvaat

Edad: 39 años

Comuna: Ancud, Chile

Razón de rehabilitación: Neuropatía

Centro de rehabilitación: Red de Salud UC / Domicilio

Experiencia tecnológica:

- Básico
- ya no tecnológico
- misma adaptación

Condición actual:

Parosintetis → UCI ↔  
↳ Abril → dormido

• Neuropatía

**Actividad**

La actividad consiste en simular el servicio que plantea el diseñador y recorrerlo en todos sus puntos ejecutables en la instancia, considerando casos hipotéticos y el viaje natural que tomará el usuario. Se le explicará al paciente la actividad de la misma forma que lo haría el profesional de la salud, sumando explicaciones de los elementos o interacciones no presentes en el prototipo (sólo los relevantes a este testeo).

Orden: 1) información del paciente 2) explicar la actividad 3) ajustar hardware y comodidad 4) actividad 5) rellenar documento.

Productos interactivos / Góndola Ergonómica:

agua	jugo	tallarines	porotos ✓	tallarines ✓	jugo ✓	agua
harina	-	leche	- salsa ✓	leche ✓	harina ✓	harina ✓
yogurt	✓	tarro atún	carro ✓	tarro atún ✓	yogurt ✓	yogurt ✓
mate	✓	cereal		cereal ✓	mate ✓	mate ✓

Alcance de todos los productos marcando la tabla y forzando la mayor cantidad de escenarios posibles (mano derecha marcado con azul / mano izquierda marcado con rojo):

- ✓ ⇒ se logra sin asistencia
- ⇒ se logra con asistencia
- ⇒ no se pudo con alcance → bueno al ser y con forma *dificultades*

Entendimiento de la tarea (explicar la actividad, que productos están en la lista y que ejecute la tarea con la menor cantidad de dudas posible):

*Unas dificultades se presentaban por arrugar en prototipo*

Información mínima para identificar y entender productos (ir sumando de ser necesario hasta que se entienda):

- Se dan a entender bien
- pero se recalca la falta de graficas

Medición de tiempo:

1:58 on todo obj.

Intervención de hardware (controles):

con straps de nudillos 10/10

**Motivación**  
¿Cuál es tu opinión respecto a la rehabilitación regular?  
*Coordinación*  
*Overall muy buena*

¿Qué te motiva y que NO te motiva a seguir con la rehabilitación?  
*• Volver a tener vida normal*  
*• para motivación*

¿Qué emociones asocias a la rehabilitación regular?  
*- Alegría → superación*  
*↳ causa emoción*

¿Sientes el progreso en la rehabilitación regular? ¿Entiendes cual es el fin de cada ejercicio?  
*- Si el fin de cada ejercicio*  
*- en el día a día se ve*

¿Qué emociones asocias a la rehabilitación que acabas de experimentar en Realidad Virtual?  
*comodidad*  
*tranquilidad*

¿Qué opinas respecto a esta rehabilitación en realidad virtual?  
*positivo 100%*  
*participación*

¿Qué actividad de la vida diaria te gustaría volver a realizar (que necesites mayormente tus extremidades superiores)?  
*- caminar*  
*- manejar*  
*- cocinar*

¿Crees poder entender de mejor forma tu progreso con esta rehabilitación en VR y por qué?  
¿Entenderías de mejor forma el fin de este ejercicio?  
*progreso emocional*

¿Te gustaría que esta experiencia fuera parte de tu rehabilitación común? ¿Por qué?  
*Si.*  
*telemedicina*

¿Opiniones / comentarios / sugerencias?  
*- moverse → curso eléctrico*  
*- letras*  
*- grafías*  
*- Explorar + el contexto*

**Inmersión** (si cuestan responder usar escala del 1 al 10)  
 ¿Dónde crees que estas (entorno que se simula en VR)? ¿Es una buena representación?  
*Supermercado* *si*

¿Sientes que es un contexto conocido y/o cercano a ti?  
*si* *motivación al usar?* *si!*

Material del entorno ¿Cuál materialidad le es preferible? ¿Por qué (utilidad/preferencia)?  
*potencialista 23:46n* *+ fijación en errores*

**MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ):**

- The placeholder [medium] has to be replaced by the appropriate type of medium: [virtual environment]. *VR*
- For all items, a 5-point Likert scale ranging from 1 ('I do not agree at all') to 5 ('I fully agree') was used.
- Items for "suspension of disbelief" marked with (R) have been reverse scored.

Strongly Disagree	Disagree	Neutral	Agree	Strongly Agree
1	2	3	4	5

1. Attention Allocation (Asignación de atención):

I devoted my whole attention to the [medium].	
I concentrated on the [medium].	
My attention was claimed by the [medium].	
I directed my attention to the [medium].	
The [medium] captured my senses.	
I dedicated myself completely to the [medium].	
My attention was caught by the [medium].	
My perception focused on the [medium] almost automatically.	

*traducción propia*

**MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): traducido**

1. Attention Allocation (Asignación de atención):

Dediqué toda mi atención al [medio].	5
Me concentré en el [medio].	5
Mi atención fue reclamada por el [medio].	5
Dirigi mi atención al [medio].	5
El [medio] capturó mis sentidos.	5
Me dediqué por completo al [medio].	5
Mi atención fue captada por el [medio].	5
Mi percepción se centró en el [medio] casi automáticamente.	4

2. Spatial Situation model (SSM) (Modelo de Situación Espacial):

Pude imaginar muy bien la disposición de los espacios presentados en el [medio].	5
Tenía una idea precisa del entorno espacial presentado en el [medio].	5
En el ojo de mi mente, pude ver claramente la disposición de los objetos presentados/descritos.	5
Pude hacer una buena estimación del tamaño del espacio presentado.	5
Pude hacer una buena estimación de la distancia entre las cosas.	5
Incluso ahora, todavía tengo una imagen mental concreta del entorno espacial.	5
Incluso ahora, todavía podía dibujar un plano del entorno espacial presentado.	5
Incluso ahora, todavía podía orientarme en el entorno espacial presentado.	5

3. Spatial Presence (Presencia Espacial):

a. Self Location (SPSL) (Autoubicación):

Tuve la sensación de que estaba en medio de la acción en lugar de simplemente observar.	5
Sentí que era parte del ambiente en la presentación.	5
Me sentí como si estuviera realmente allí en el entorno de la presentación.	5

Sentí que los objetos de la presentación me rodeaban.	5
Era como si mi verdadera ubicación se hubiera trasladado al entorno de la presentación.	5
Parecía como si mi yo estuviera presente en el entorno de la presentación.	5
Me sentí como si estuviera físicamente presente en el entorno de la presentación.	5
Parecía como si realmente tomara parte en la acción de la presentación.	5

b. Possible Actions (SPPA) (Posibles Acciones):

Sentí que podía saltar a la acción.	4
Tuve la impresión de que podía actuar en el ambiente de la presentación.	5
Tuve la impresión de que podía estar activo en el ambiente de la presentación.	5
Sentí que podía moverme entre los objetos de la presentación.	5
Los objetos de la presentación me dieron la sensación de que podía hacer cosas con ellos.	5
Tuve la impresión de que podía alcanzar los objetos de la presentación.	5
Me pareció que podía tener algún efecto sobre las cosas en la presentación, como lo hago en la vida real.	5
Me parecía que podía hacer lo que quisiera en el ambiente de la presentación.	3

4. Higher Cognitive Involvement (Mayor participación cognitiva):

Pensé más en las cosas que tenían que ver con el [medio].	5
Imaginé con precisión cómo debe ser explorar más a fondo el mundo (presentado en el entorno virtual).	5
Seguía preguntándome si la presentación (experiencia) en [el medio] podría tener un significado personal para mí.	5
Pensé intensamente en el significado de la presentación del [medio].	4
Consideré detenidamente qué tenían que ver las cosas en la presentación entre sí.	5
La presentación del [medio] activó mi pensamiento.	5

Pensé si el [medio] presentado podría serme útil.	5
Pensé en lo mucho que sé sobre las cosas en la presentación.	4

5. Suspension of Disbelief (SoD) (Suspensión de incredulidad):

(R) Me concentré en si había alguna inconsistencia en el [medio].	3
Realmente no presté atención a la existencia de errores o inconsistencias en el [medio].	4
(R) Dirigi mi atención a posibles errores o contradicciones en el [medio].	5
(R) Pensé si la acción o la presentación del [medio] era plausible.	5
(R) Me preguntaba si la presentación del [medio] realmente podría existir así.	5
(R) Tomé un punto de vista crítico de la presentación en el [medio].	4
(R) Era importante para mí verificar si había inconsistencias en el [medio].	5
No era importante para mí si el [medio] contenía errores o contradicciones.	1

6. Domain Specific Interest (DSI) (Interés específico de dominio):

Generalmente estoy interesado en el tema del [medio].	1
El [medio] se correspondía muy bien con lo que normalmente prefiero.	3
He sentido una fuerte afinidad con el tema del [medio] durante mucho tiempo.	1
Ya había una afición en mí por el tema del [medio] antes de que me expusiera a él.	1
<del>Cada vez que tenía una opción, decidí tratar el tema del [medio].</del>	
Cosas como las del [medio] a menudo me han llamado la atención en el pasado.	1
Me encanta pensar en el tema del [medio].	4
En el pasado, pasé mucho tiempo tratando el tema del [medio].	1

7. Visual Spatial Imagery (VSI) (Imágenes visoespaciales):

Cuando alguien me muestra un plano, soy capaz de imaginar el espacio fácilmente.	1
--	---

Es fácil para mí negociar un espacio en mi mente sin estar realmente allí.	5
Cuando leo, a menudo tengo en mi mente una imagen detallada y precisa del entorno descrito.	5
Cuando leo un texto, normalmente puedo imaginar fácilmente la disposición de los objetos descritos.	4
Cuando alguien me da indicaciones para llegar a un lugar, puedo imaginarme la ruta como si estuviera viendo una película.	5
Cuando alguien me describe un espacio, normalmente me resulta muy fácil imaginarlo con claridad.	3
Puedo imaginar vívidamente lo pequeño que me vería al pie de una alta montaña.	5
Cuando una imagen muestra solo una parte de un espacio, puedo imaginar claramente el resto del espacio.	4

~~When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly.~~

~~I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.~~

~~When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.~~

*Claustrofobia → nada en este caso*

**Simulator Sickness Questionnaire**  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Fatigue	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Headache	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Eye strain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Difficulty focusing	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Salivation increasing	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sweating	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Nausea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Difficulty concentrating	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. "Fullness of head"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Blurred vision	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Dizziness with eyes open	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. *Vertigo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. **Stomach awareness	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Burping	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
\*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

**Información del Paciente**

Nombre: Juan Cortez

Edad: 56

Comuna: Pichilemu

Razón de rehabilitación: Guillain Barre

Centro de rehabilitación: Red de Salud U

Experiencia tecnológica:

- una vez en el mall
- indolegras
- pigo
- dibujo

Condición actual:

Vacuna influenza

La ~~la~~ vacuna paralís completa

Guillain  $\leftarrow$   
Barre

= fatiga extremidad superior

- 1 semana tirando de alta

(Ojo silla cable agarre)

**Actividad**

La actividad consiste en simular el servicio que plantea el diseñador y recorrerlo en todos sus puntos ejecutables en la instancia, considerando casos hipotéticos y el viaje natural que tomará el usuario. Se le explicará al paciente la actividad de la misma forma que lo haría el profesional de la salud, sumando explicaciones de los elementos o interacciones no presentes en el prototipo (sólo los relevantes a este testeo).

Orden: 1) información del paciente 2) explicar la actividad 3) ajustar hardware y comodidad 4) actividad 5) rellenar documento.

**Productos interactivos / Góndola Ergonómica:**

<input checked="" type="checkbox"/> agua <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> jugo <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> tallarines <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> porotos <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> tallarines <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> jugo <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> agua <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> harina <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> leche <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> salsa <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> leche <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> leche <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> harina <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> harina <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> yogurt <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> tarro atún <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> salsa <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> tarro atún <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> tarro atún <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> yogurt <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> yogurt <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> mate <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> cereal <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> carro <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> cereal <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> cereal <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> mate <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> mate <input checked="" type="checkbox"/>

Alcance de todos los productos marcando la tabla y forzando la mayor cantidad de escenarios posibles (mano derecha marcado con azul / mano izquierda marcado con rojo):

alcance a todos y cruzados sin asistencia

Entendimiento de la tarea (explicar la actividad, que productos están en la lista y que ejecute la tarea con la menor cantidad de dudas posible):

- buen entendimiento y ejecución

- problema al no tener botones bloqueados que solucionado rápidamente

Información mínima para identificar y entender productos (ir sumando de ser necesario hasta que se entienda):

comprender a que aludían y en caso de no entender una descripción básica era suficiente (claro/preciso).

Medición de tiempo:

+ de 1 min aprox. en todos los obj 1 vez.  
act in VR 10 min aprox.

Intervención de hardware (controles):

al paciente no le era cómodo problemas sin estar ergonómicamente ajustando la mano en posición incómoda al usar anillo



*Traducción propia*  
**MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): traducido**

1. Attention Allocation (Asignación de atención):

Dediqué toda mi atención al [medio].	5
Me concentré en el [medio].	5
Mi atención fue reclamada por el [medio].	4
Dirigí mi atención al [medio].	5
El [medio] capturó mis sentidos.	5
Me dediqué por completo al [medio].	5
Mi atención fue captada por el [medio].	5
Mi percepción se centró en el [medio] casi automáticamente.	4

*con un calibrador*

2. Spatial Situation model (SSM) (Modelo de Situación Espacial):

Pude imaginar muy bien la disposición de los espacios presentados en el [medio].	5
Tenia una idea precisa del entorno espacial presentado en el [medio].	5
En el ojo de mi mente, pude ver claramente la disposición de los objetos presentados/descritos.	5
Pude hacer una buena estimación del tamaño del espacio presentado.	5
Pude hacer una buena estimación de la distancia entre las cosas.	5
Incluso ahora, todavía tengo una imagen mental concreta del entorno espacial.	5
Incluso ahora, todavía podía dibujar un plano del entorno espacial presentado.	5
Incluso ahora, todavía podía orientarme en el entorno espacial presentado.	5

3. Spatial Presence (Presencia Espacial):

a. Self Location (SPSL) (Autoubicación):

Tuve la sensación de que estaba en medio de la acción en lugar de simplemente observar.	5
Sentí que era parte del ambiente en la presentación.	5
Me sentí como si estuviera realmente allí en el entorno de la presentación.	5

Sentí que los objetos de la presentación me rodeaban.	5
Era como si mi verdadera ubicación se hubiera trasladado al entorno de la presentación.	5
Parecía como si mi yo estuviera presente en el entorno de la presentación.	5
Me sentí como si estuviera físicamente presente en el entorno de la presentación.	5
Parecía como si realmente tomara parte en la acción de la presentación.	5

b. Possible Actions (SPPA) (Posibles Acciones):

Sentí que podía saltar a la acción.	5
Tuve la impresión de que podía actuar en el ambiente de la presentación.	5
Tuve la impresión de que podía estar activo en el ambiente de la presentación.	5
Sentí que podía moverme entre los objetos de la presentación.	4 → <i>mayor</i>
Los objetos de la presentación me dieron la sensación de que podía hacer cosas con ellos.	5
Tuve la impresión de que podía alcanzar los objetos de la presentación.	5
Me pareció que podía tener algún efecto sobre las cosas en la presentación, como lo hago en la vida real.	5
Me pareció que podía hacer lo que quisiera en el ambiente de la presentación.	5

4. Higher Cognitive Involvement (Mayor participación cognitiva):

Pensé más en las cosas que tenían que ver con el [medio].	5
Imaginé con precisión cómo debe ser explorar más a fondo el mundo (presentado en el entorno virtual).	5
Seguí preguntándome si la presentación (experiencia) en [el medio] podría tener un significado personal para mí.	5 <i>comparar</i>
Pensé intensamente en el significado de la presentación del [medio].	5
Consideré detenidamente qué tenían que ver las cosas en la presentación entre sí.	5
La presentación del [medio] activó mi pensamiento.	5

Pensé si el [medio] presentado podría serme útil.	5
Pensé en lo mucho que sé sobre las cosas en la presentación.	3

## 5. Suspension of Disbelief (SoD) (Suspensión de incredulidad):

(R) Me concentré en si había alguna inconsistencia en el [medio].	1
Realmente no presté atención a la existencia de errores o inconsistencias en el [medio].	5
(R) Dirigí mi atención a posibles errores o contradicciones en el [medio].	1
(R) Pensé si la acción o la presentación del [medio] era plausible.	5
(R) Me preguntaba si la presentación del [medio] realmente podría existir así.	5
(R) Tomé un punto de vista crítico de la presentación en el [medio].	4
(R) Era importante para mí verificar si había inconsistencias en el [medio].	1
No era importante para mí si el [medio] contenía errores o contradicciones.	5

## 6. Domain Specific Interest (DSI) (Interés específico de dominio):

Generalmente estoy interesado en el tema del [medio].	1
El [medio] se correspondía muy bien con lo que normalmente prefiero.	1
He sentido una fuerte afinidad con el tema del [medio] durante mucho tiempo.	1
Ya había una afición en mí por el tema del [medio] antes de que me expusiera a él.	1
<del>Cada vez que tenía una opción, decidí tratar el tema del [medio].</del>	
Cosas como las del [medio] a menudo me han llamado la atención en el pasado.	3
Me encanta pensar en el tema del [medio].	4
En el pasado, pasé mucho tiempo tratando el tema del [medio].	1

## 7. Visual Spatial Imagery (VSI) (Imágenes visoespaciales):

Cuando alguien me muestra un plano, soy capaz de imaginar el espacio fácilmente.	5
--	---

Es fácil para mí negociar un espacio en mi mente sin estar realmente allí.	5
Cuando leo, a menudo tengo en mi mente una imagen detallada y precisa del entorno descrito.	5
Cuando leo un texto, normalmente puedo imaginar fácilmente la disposición de los objetos descritos.	5
Cuando alguien me da indicaciones para llegar a un lugar, puedo imaginarme la ruta como si estuviera viendo una película.	3
Cuando alguien me describe un espacio, normalmente me resulta muy fácil imaginario con claridad.	5
Puedo imaginar vívidamente lo pequeño que me vería al pie de una alta montaña.	5
Cuando una imagen muestra solo una parte de un espacio, puedo imaginar claramente el resto del espacio.	5

When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly.	
I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.	
When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.	

**Simulator Sickness Questionnaire**  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
 \*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

*Teste Tocomoción (TL)*

When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly.	
I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.	
When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.	

[Redacted]

**Simulator Sickness Questionnaire**  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
\*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

*baja resolución mareo*

*TL*

When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly.	
I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.	
When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.	

[Redacted]

**Simulator Sickness Questionnaire**  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
\*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

*Rec 2*  
*↳ mareo en posición larga*

TL

<del>When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly.</del>	
<del>I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.</del>	
<del>When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.</del>	

}
problemas a la vista

**Simulator Sickness Questionnaire**  
 Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
 \*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

Rec 1

↳ + sintomate

TL

<del>When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly.</del>	
<del>I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.</del>	
<del>When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.</del>	

**Simulator Sickness Questionnaire**  
 Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
 \*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

Rec 2

↳ largo

. momentos rápidos → largos

When someone describes a space to me, it's usually very easy for me to imagine it clearly. TL

I can vividly imagine how small I would seem at the foot of a high mountain.

When a picture shows only part of a space, I can clearly imagine the rest of the space.

**Simulator Sickness Questionnaire**  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)

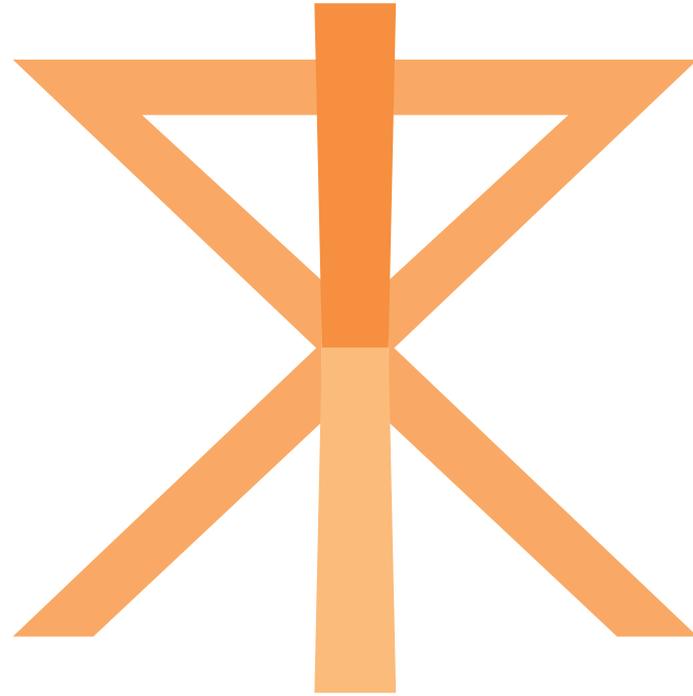
Instructions: Click how much each symptom below is affecting you right now.

	None	Slight	Moderate	Severe
1. General discomfort	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fatigue	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Headache	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Eye strain	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Difficulty focusing	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Salivation increasing	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sweating	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Nausea	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Difficulty concentrating	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. "Fullness of head"	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Blurred vision	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Dizziness with eyes open	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Dizziness with eyes closed	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. *Vertigo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. **Stomach awareness	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Burping	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

→ *mejor y mejor mareo*  
*mareo*

*Reso 2.*  
*↳ mejor ubicación en entorno*

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.  
\*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.



---

**TXVR**

DISEÑO|UC  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño