



Universidad del Desarrollo
Facultad de Diseño

**Diseño de experiencia
que involucra realidad
aumentada para
complementar la
reparación de aparatos
electrónicos y eléctricos**

Gianfranco Bozzo Del Barrio
2022

Taller de Titulación
Exploración Tecnológica

Diseño de experiencia que involucra realidad aumentada para complementar la reparación de aparatos electrónicos y eléctricos

Gianfranco Bozzo Del Barrio

Tesina presentada a la Facultad de Diseño de la
Universidad del Desarrollo para optar al título Profesional
de Diseñador de Interacción Digital

Profesores Guías:
Francisco Fuentes y Francisco Zamorano

Santiago, Diciembre de 2022

Agradecimientos

A mis padres por impulsarme a continuar a pesar de las dificultades. A los profesores que me guiaron durante este proceso, y también a mis conocidos y cercanos que a pesar de cuestionar y no entender la investigación me apoyaron con datos e información que me faltaba.

ÍNDICE

1.-	INTRODUCCIÓN	15
1.1.-	Formulación del problema	17
a.	Contexto	17
b.	Necesidad	18
c.	Oportunidad	19
1.2.-	Pregunta de la investigación	20
1.3.-	Objetivos de la investigación	21
1.4.-	Hipótesis de la investigación	22
1.5.-	Sumario	23
2.-	MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.1.-	La cultura del desecho	27
a.	El creciente mercado tecnológico	27
b.	Modelo actual que impulsa los desechos.	28
c.	Desechos electrónicos: un problema ambiental y de recursos a nivel mundial y regional	29
2.2.-	La cultura de la reparación	35
a.	La reparación	35
b.	Economía circular: reparadores en el modelo económico	36
c.	DIY y el movimiento FIXER	38
2.3.-	Los grandes desafíos	40
a.	Razones por la que ya no se reparan los aparatos	40
b.	¿Qué necesitan las personas para reparar un aparato electrónico?	42
3.-	DISEÑO DE SOLUCIÓN	45
3.1.-	Iniciativas existentes de referentes	47
a.	Servicios y Apps que complementan con información sobre un AEE	48
b.	¿Qué organizaciones que apoyan la reparación existen?	49
3.2.-	Recursos usados para reparar	51
a.	Manuales	51
b.	Videos	51
c.	Realidad aumentada	52
3.3.-	Enfoque de solución y experiencia en reparación	54
4.-	METODOLOGÍA	57
4.1.-	Enfoque de investigación	59
4.2.-	Objeto de estudio	60
4.3.-	Herramientas metodológicas	61
4.4.-	Prototipo y tipo de testeo	62

5.-	DESARROLLO DE PROPUESTA SOLUCIÓN	65
4.1.-	Entrevistas	67
	a. Posturas sobre reparar un aparato electrónico/eléctrico	67
	b. Factores involucrados para reparar	68
4.2.-	Experiencia para reparar	70
	a. Reparadores	70
	b. No reparadores	71
4.3.-	Encuestas	72
4.4.-	Perfil de usuario	74
4.5.-	Diagrama de interacción	77
4.6.-	Realidad aumentada para complementar la reparación	80
6.-	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
7.-	CONCLUSIONES Y PROYECCIONES	89
8.-	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

ÍNDICE DE IMÁGENES E ILUSTRACIONES

Imagen 1: vertedero en Ghana donde desglosan informalmente los RAEE que reciben.	28
Imagen 2: vertedero de RAEE	28
Imagen 3: Fanzines Punk.	38
Imagen 4: Fanzines Punk.	38
Imagen 5: Inventario de The Tool Library	38
Imagen 6: usuarios reparando en el Repair Cafe	38
Imagen 7: usuarios reparando en Dare to Repair	39
Imagen 8: Logo app Dell assistant	39
Imagen 9: experiencia de realidad aumentada de la app	48
Imagen 10: Logo de app Worklink	48
Imagen 11: Representación de la experiencia con realidad aumentada de la aplicación	48
Imagen 12: Representación de la experiencia de la aplicación con realidad aumentada, se siguen pasos para solucionar problema de la maquina	48
Imagen 13: Sitio web de iFixIt	48
Imagen 14: Sitio web de Repair Cafe	49
Imagen 15: Sitio web de Restart Project	49
Imagen 16: App para probarse zapatos de distintos modelos usando realidad aumentada	49
Imagen 17: App para probarse zapatos digitalmente usando realidad aumentada	49
Imagen 18: Icono app de Lego 3d Catalogue	49
Imagen 19: Representación de la app siendo usada sobre un catalogo de Lego	50
Imagen 20: Icono app Elements 4D	52
Imagen 21: Representación de experiencia con realidad aumentada de Elements 4D	52
Imagen 22: Experiencia de realidad aumentada de Elements 4D	53
Ilustración 1: Elementos presentes en los desechos electrónicos y junto con el nivel de contaminación de cada uno.	29
Ilustración 2: Elementos presentes en los desechos electrónicos y junto con las tasas de reciclaje de cada uno.	23
Ilustración 3: Elementos presentes en los desechos electrónicos y junto con el nivel de escasez de cada uno	31
Ilustración 4: Cadena de valor de aparatos electrónicos dentro de la economía circular.	37
Ilustración 5: Economía circular aplicada al modelo económico actual.	41
Ilustración 6: Viaje de un producto en la reparación	
Ilustración 7: Modelo en el que se plantea el servicio de apoyo como una oportunidad de valor para el usuario para complementarlo en el proceso de reparar un AEE	42
Ilustración 8: Oportunidad para complementar a los usuarios a través del apoyo de acciones durante el proceso de reparación.	43
Ilustración 9: Primer concepto de experiencia para reparar un AEE	54
Ilustración 10: Respuestas de usuarios respecto a reparar un objeto según sus posturas	54
Ilustración 11: Diagrama de razones que influyen en la reparación complementado con las entrevistas.	67
Ilustración 12: Razones para reparar personalmente un AEE	68
Ilustración 13: Razones para pagar a un servicio externo para reparar un AEE.	69
Ilustración 14: Razones para no querer reparar un AEE.	69
Ilustración 15 : Proceso para reparar un AEE según el conocimiento de usuarios reparadores	70

Ilustración 16: Proceso para reparar un AEE según el conocimiento de usuarios reparadores, y el tipo de experiencia de los usuarios comunes dentro de este a partir de la investigación del capítulo anterior	71
Ilustración 17: Mapa de empatía de los usuarios entrevistados y encuestados.	74
Ilustración 18: Mapa de valor y perfil de usuario.	75
Ilustración 19: Observaciones del mapa de valor.	76
Ilustración 20: Observaciones del perfil de usuario.	76
Ilustración 21: Observaciones del mapa de empatía.	76
Ilustración 22: Propuesta de experiencia para realizar una reparación con realidad aumentada.	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 1: Porcentajes que cada categoría de equipamiento compone en los desechos electrónicos junto con los porcentajes entre cuanto es reciclado formalmente e informalmente durante el año 2019	30
Gráfico 2: Cantidad de desechos electrónicos generados el 2018 y como se compara con las estimaciones para los años posteriores	32
Gráfico 3: Cantidad de desechos electrónicos generados a partir del 2014 hasta 2020 y como se compara con las estimaciones para los años posteriores.	32
Gráfico 4: Porcentaje que cada categoría de equipo electrónico ocupa en la cifra de desechos electrónicos generados en 2019.	33
Gráfico 5: Porcentaje que cada categoría de equipo electrónico ocupa en la cifra de desechos electrónicos generados en 2020.	33
Gráfico 6: Comparación entre el promedio de AEE kg/hab y RAEE kg/hab entre Chile y América Latina.	34
Gráfico 7: Porcentaje de cada categoría de RAEE en lo que produce Chile	34
Gráfico 8: Pregunta n1 de la encuesta.	72
Gráfico 9: Pregunta n2 de la encuesta	72
Gráfico 10: Pregunta n7 de la encuesta	73
Gráfico 11: Pregunta n8 de la encuesta.	73
Gráfico 12: Pregunta n11 de la encuesta.	73
Gráfico 13: Pregunta n12 de la encuesta.	73
Gráfico 14: Pregunta n3 de la primera encuesta.	73
Gráfico 15: Pregunta n4 de la primera encuesta	73
Gráfico 16: Pregunta n5 de la encuesta	73
Gráfico 17: Pregunta n6 de la encuesta.	73
Gráfico 18: Pregunta n5 de la segunda encuesta.	73
Gráfico 19: Pregunta n1 de la encuesta de testeo realidad aumentada.	85
Gráfico 20: Pregunta n2 de la encuesta de testeo realidad aumentada.	85
Gráfico 21: Pregunta n3 de la encuesta de testeo realidad aumentada	85
Gráfico 22: Pregunta n4 de la encuesta de testeo realidad aumentada	85
Gráfico 23: Pregunta n1 de la encuesta de testeo video	86
Gráfico 24: Pregunta n2 de la encuesta de testeo video	86

Resumen ejecutivo

La tecnología hoy en día es indispensable para nuestro modo de vida, cada vez más aparatos de última generación y tecnología son lanzados al mercado, cada vez más baratos y accesibles que inevitablemente somos atraídos a estos aparatos para actualizar nuestros viejos equipos, este modelo dentro del mercado tecnológico es insostenible debido a la insostenibilidad que genera al largo tiempo. Hoy los aparatos electrónicos y eléctricos giran en torno a un modelo lineal en donde estos son desechados en el momento en que ya no son necesarios, especialmente para los aparatos que son desechados por fallas o averías, hoy estos residuos son un problema para el medio ambiente debido a la rapidez en la que se está acumulando, atrayendo problemas de contaminación, disponibilidad de recursos naturales, inclusive se proyecta que este tipo de basura solo tendera a aumentar con el tiempo a medida que continuemos desechando lo viejo por lo nuevo. Frente a esto el reciclaje se ha quedado corto para solucionar esta situación, por lo que se ha planteado la reparación de estos aparatos con el fin de frenar estos desechos, junto a esto ha resurgido una cultura de reparación en la que distintas personas conocidos como Fixers colaboran para extender la vida de sus aparatos y cambiar la actual relación entre consumidor y producto a través del Open Source y la enseñanza. Sin embargo este movimiento actualmente es de nicho y muchas personas todavía no reparan debido a distintas razones. Con la intención de explorar la tecnología de realidad aumentada debido a la accesibilidad de esta tecnología en nuestros dispositivos más ubicuos como un celular, su capacidad de mostrar información que complementa los objetos físicos y guiar un consumidor a interactuar con mayor libertad y confianza con los objetos a su alrededor.

Esta investigación está orientada en proponer una experiencia que pueda complementar la reparación a través de la tecnología de la realidad aumentada, para así disminuir los desechos electrónicos.

Introducción

1

1.- Formulación de la Investigación

a. Contexto

En la actualidad la tecnología y los aparatos electrónicos y eléctricos (AEE) han superado todas las expectativas, nuestro modo de vida depende estrechamente de estos aparatos y cada vez más opciones de productos y precios dentro del mercado tecnológico están disponibles para los consumidores, haciendo parecer el mercado tecnológico una fuerza en crecimiento imparables frente a la economía cada vez más conectada, digitalizada y demandante de aparatos electrónicos. Esto ha llevado a que la fabricación y compra de productos nuevos sea una operación más barata y accesible gracias a la innovación en los procesos de producción, sin embargo el modelo de este crecimiento ha impulsado la tendencia de desechar los aparatos electrónicos en el momento en que estos dejan de funcionar. Conocido como modelo lineal, las operaciones industriales modernas se basan en este modelo donde extraen materia prima, se fabrica un producto y este es descartado una vez que cumple su vida útil. Este modelo industrial no es sostenible a largo plazo ya que se propicia a la industria a diseñar productos que no son duraderos y a los consumidores a desecharlos en el momento en que estos dejan de funcionar, ocasionando que los residuos de los aparatos se acumulen a lo largo del tiempo debido a que generalmente sus tasas de reciclaje de estos aparatos son bajas, causando problemas que ponen en riesgo el medio ambiente, la disponibilidad de recursos y la salud de las personas. Hoy existe una evidente tendencia mundial por moverse a un modelo económico circular en respuesta a estos problemas. Si bien distintas empresas y organizaciones se esfuerzan por reciclar la materia prima, en la actualidad menos del 30% de los aparatos son reciclados, y continúan extrayendo materia de nuestro planeta en lugar de enfocarse en la reutilización de los componentes funcionales de sus productos. En respuesta, se propone

la reparación como una solución a la acumulación de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE) y la sobre explotación de recursos, sin embargo los productores no diseñan sus aparatos para que sean reparables y las personas se han visto excluidas o bloqueadas de poder reparar sus aparatos debido a la falta de información para manipularlos, llevándolas a pensar que la reparación de los productos ya no es posible e incitándolas a desecharlo.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, existen hoy en día tecnologías y recursos que permiten orientar a los usuarios por lo que para esta investigación surge la cuestión de cómo podemos sacar provecho de estas tecnologías para complementar a los usuarios la decisión de reparación de un AEE.

El presente proyecto tiene como finalidad proponer una experiencia que complemente a la persona en reparar sus AEE utilizando la tecnología de realidad aumentada.

b. Necesidad

La acumulación de Residuos de Aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE) es un problema global tanto por su acumulación, volviéndola la corriente de residuos con mayor tasa de crecimiento, como por el nivel de toxicidad que se pueden encontrar en estos dado, que estos aparatos están hechos con elementos como el Cadmio, Litio, Cromo hexavalente y otros compuestos que al estar acumulados y en condiciones poco seguras causan reacciones que dañan seriamente al entorno y la salud de las comunidades cercanas a los vertederos. En el año 2018 se generaron 50 millones de toneladas de esta basura, y se proyecta que esta continúe aumentando en el futuro, a menos que ocurra un cambio para frenar esta ola de generación de residuos.

Frente a esto, la reparación ha sido planteada por distintas organizaciones como una solución que dentro de la economía circular que puede ayudar a frenar la acumulación de los residuos de AEE mediante la repetida reparación de un producto hasta que presente una falla irremediable, pero es una actividad que se ha olvidado cada vez mas debido a las practicas y accesibilidad de productos que la han entorpecido a lo largo del tiempo. Hoy las personas están mostrando iniciativa en querer reparar sus aparatos y han aparecido grupos conocidos como Fixers que buscan traer de vuelta la cultura de la reparación, para esto colaboran y sacan provecho de la tecnología para compartir sus conocimientos y ayudar a las personas que no poseen lo necesario y no se sienten seguras para reparar, sin embargo este grupo es un nicho no conocido por la mayoría de las personas que quieren involucrarse en reparar pero no pueden por distintos factores. Estas personas no reparan sus aparatos principalmente porque no tienen la información necesaria o correcta, por otro lado no tienen el tiempo para buscarla ni se sienten seguros

correcta, influyendo cada vez mas en que no puedan involucrarse en reparar sus AEE y terminen desechándolos y reemplazándolos por uno nuevo.

c. Oportunidad

Las tecnologías que utilizamos hoy, electrodomésticos, pantallas, small it, etc..., son comunes para nosotros, pero en cuanto fallan nos damos cuenta que no conocemos nada sobre ellos. Al momento de tomar la decisión de reparar un aparato aparecen distintos factores que nos impulsan y nos bloquean de llevar a cabo el proceso de reparar, entre estos, las mayores barreras que el usuario encuentra son la información, y no tener ayuda que lo apoye a tomar una decisión o a realizar una reparación por si mismo.

La tecnología de realidad aumentada permite como herramienta mostrar información, proyectar modelos y complementar en la toma de decisiones a partir de modelos digitales que complementan el entorno físico, con esto en mente, se plantea que puede complementar la experiencia de reparar un AEE, con la visión de evitar su descarte inmediato por parte del usuario.

También presenta la oportunidad de crear modelos que le sirvan al usuario para avanzar a reparar su AEE y entregarle información comparando un modelo digital con un objeto físico.

Esta tecnología puede ser útil para complementar la reparación de un AEE y guiar al usuario a través de una experiencia para llevar a cabo el proceso, por lo que en la siguiente investigación se explora esta tecnología y como podría usarse para proponer una experiencia que ayude a reparar un AEE.

1.2.- Pregunta de la investigación

¿Cómo aprovechar la tecnología de Realidad Aumentada para fomentar la cultura de la reparación de los aparatos eléctricos?

1.3.- Objetivos de la investigación

A partir de la interrogante planteada, el objetivo de la investigación es abordar la problemática de los desechos electrónicos mediante la reparación de estos, desarrollando desde el diseño una propuesta de experiencia que incorpora la realidad aumentada como una herramienta que facilita la entrega de información, complementa y guía en el proceso para reparar un aparato eléctrico con el fin evitar su descarte inmediato por parte del consumidor.

Para desarrollar esta investigación, se establecen los siguientes objetivos;

a. Objetivo General de la investigación

Proponer una experiencia desde la realidad aumentada, para facilitar la reparación de un aparato eléctrico por parte de los usuarios finales, con el fin de reducir la basura electrónica.

b. Objetivos específicos

- Conocer e identificar las razones y obstáculos del consumidor en el proceso de reparar un aparato eléctrico.
- Adaptar las capacidades existentes de la realidad aumentada entorno a la reparación.
- Diseñar una propuesta de experiencia del proceso de reparación de un AEE
- Elaborar un prototipo entorno a una experiencia elegida del proceso de reparación con el fin de testarlo y establecer la efectividad de la realidad aumentada.

1.4.- Hipótesis de la investigación

Como parte del objetivo de esta investigación, se plantea también la siguiente hipótesis:

Una experiencia en realidad aumentada puede complementar a los consumidores para reparar sus aparatos electrónicos y eléctricos.

1.5.- Sumario

En los siguientes capítulos de la investigación se abordará la problemática planteada, primero, una contextualización de la problemática desde la teoría, con los distintos tópicos involucrados, significados, desafíos, actores y necesidades existentes, finalmente para explicar que se hace en el contexto actual para presentar el área de investigación del proyecto, tomando como referencia los avances y trabajos que se han hecho entorno a esta área en los últimos años.

Luego se planteará la metodología escogida para la investigación, presentando el enfoque del estudio, los métodos de recolección, objetos de estudio y las herramientas a utilizar para sintetizar la recolección durante el estudio. Luego se detalla el desarrollo de la investigación según el enfoque y los objetivos mencionados anteriormente y también el desarrollo de la propuesta de acuerdo a la hipótesis planteada, y su conceptualización.

Por último se llevará a cabo un análisis de resultados, explicando las conclusiones que se obtuvieron al final de la investigación y respondiendo a la hipótesis presentada previamente, para finalmente plantear su proyección a futuro.

Marco Teórico

2

Para poder entender mejor el enfoque y la oportunidad de diseño que se presenta en este proyecto, es necesario contextualizar la situación de los desechos electrónicos hoy en día, considerando importantes factores como el modelo de consumo, el avance de las tecnologías y su mercado, y que se hace para contrarrestar esto. También dejar en claro el significado de “Desechos electrónicos” y su relación respecto a aparatos “electrónicos” y “eléctricos”, y que término se utilizará para referirse a estos, ya que el lector podría desviarse del enfoque que plantea esta investigación y el alcance planteado durante su desarrollo.

Para esta investigación para referirnos a los desechos electrónicos, e-waste en inglés, se utilizarán los términos Aparatos Electrónicos y Eléctricos (AEE), y para los desechos de estos Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE)

2.1.- La cultura del desecho

a. El creciente mercado tecnológico

El mercado tecnológico hoy en día juega un rol importante debido a lo dependientes que somos de los aparatos que se venden en este, y el uso de aparatos electrónicos y eléctricos tendera a subir cada vez más a medida que la innovación, la economía cada vez más digitalizada e interconectada se acentúen en la sociedad y el mundo, haciendo que los aparatos se vuelvan cada vez más accesibles a los consumidores.

Este aumento del uso de aparatos que potenciara al mercado tecnológico también vendrá principalmente por los avances en los países en crecimiento a medida que se irán incorporando a la economía interconectada y digitalizada (UNEP et al.,2019), también a medida que la calidad de vida de las personas continúe mejorando su poder adquisitivo que se reflejara en compras de mayores cantidades de productos tecnológicos (Schwab,2016), ya sea impulsada por necesidad o por el amor que tenemos por los dispositivos, muchos de los cuales están conectados a Internet. Dicho esto la circulación y producción de estos aparatos tendera a aumentar en los próximos años, expandiendo cada vez más el mercado tecnológico.

Para contextualizar al respecto del crecimiento constante del mercado tecnológico, se predijo que para el 2020 entre 2 y 50 millones de aparatos estarán conectados (gráfico 2)(UNEP, 2019). Sin embargo debido al modelo económico lineal del mercado tecnológico, estas cifras son alarmantes ya que la creciente producción de aparatos electrónicos y el crecimiento del mercado tecnológico a partir de este modelo va a potenciar la sobre explotación de recursos que generan altos niveles de polución, volviéndolos cada vez más escasos, y por otro lado causando problemas de residuos.

b. Modelo actual que impulsa desechar

El concepto del modelo lineal del mercado tecnológico actual plantea que los AEE inevitablemente se vuelven residuos al final de su vida útil, después de la producción y consumo (Lebel, 2016), excluyendo todo medio de reparación, repuesto o modificación que pueda extender la usabilidad del aparato, en otras palabras; extraer recurso - fabricar producto - desechar, “coger-hacer-desechar”. Hoy en día existen políticas y normas que exigen al los productores hacerse responsables de la vida útil y momentos finales de sus productos en respuesta para evitar y contrarrestar estas malas practicas, regiones como la Unión Europea ha introducido políticas como esta y con el tiempo han debido de ser modificadas a medida que otras practicas poco éticas que propician el estropeo y desecho de AEE se descubren.

Si bien reciclaje se ha posicionado como la solución definitiva que las empresas ofrecen para recuperar los materiales que se encuentran en los residuos electrónicos, la tasa de reciclaje de distintos materiales puede variar entre mucho dependiendo de los elementos y componentes presentes en ellos, los cuales la mayor parte de los RAEE terminan siendo desechado de una forma u otra. Por otro lado los fabricantes han desarrollado la tendencia de entorpecer o complicar la reparación, por un lado manteniendo en secreto la información y función de los componentes por razones como un secreto comercial (Lebel, 2016), y por otro lado la complicación adicional de diseñar aparatos cada vez mas complejos que no pueden ser reparados sin romper el aparato en el proceso, con herramientas especiales o restringiendo la decisión del usuario llevándolo solo a los servicios técnicos oficiales (Lloyd, 2019). Por esto, los servicios técnicos ante esto se han establecido como la única oferta que los productores ofrecen actualmente para brindar apoyo a los consumidores y funcionan

mas como centros de recolección para los productos cuyas fallas no pueden solucionar y hacer que el usuario compre un producto nuevo, impulsando aun mas este el modelo lineal desechando estos aparatos . El modelo del mercado de la tecnología en esta lógica de servicio postventa y venta de productos nuevos involucra que otros medios de solución como la reparación o el mercado de repuestos sea un servicio casi inexistente como alternativa para enmendar una falla y actualmente no existe en casi ningún caso un medio para comprar repuestos y reparar los aparatos electrónicos modernos (Ratto, 2019).

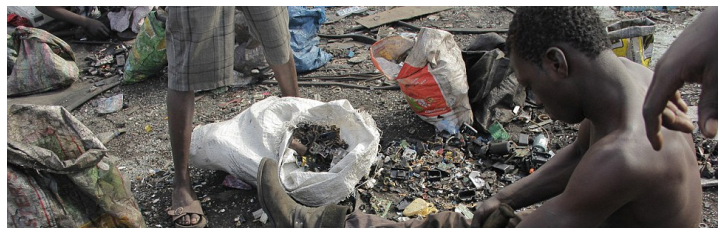


Imagen 1: vertedero en Ghana donde desglosan informalmente los RAEE que reciben.
Fuente: Mina Sinai & Recycle Nation (25 de abril, 2017), Where does e-waste end up?, [Fotografía], <https://recyclenation.com/2017/04/where-does-e-waste-end-up/>



Imagen 2: vertedero de RAEE
Fuente: Ashutosh Pandey & DW (7 de abril, 2020), Why do billions in gold, other materials get discarded?, [Fotografía], <https://www.dw.com/en/un-electronic-waste-gold-silver-platinum/a-54022278>

Como mencione antes, el enfoque no está cercano a cambiar debido actual modelo de producción, que es lineal, y a raíz de esto, ocurre que la mayoría de estos desechos que no logran ser recolectados en su país de origen van a parar a las orillas y vertederos de países menos desarrollados como Ghana, India, Senegal o Nigeria.

c. Desechos electrónicos: un problema ambiental y de recursos a nivel mundial y regional

Debido a este modelo, el flujo y acumulación RAEE presentan problemas directamente relacionados a la disponibilidad de recursos y contaminación, debido a que la rápida innovación y reducción de costos su producción es cada vez más fácil y esto facilita cada vez más la adquisición por parte de los consumidores, ocasionando involuntariamente mayores daños y transformándolos en el flujo de desechos con mayor tasa de crecimiento (LeBel,2016; Garam Bel,2019; UNEP). Actualmente este tipo de desechos se acumulan fácil y rápidamente porque no son sencillos de disponer, al ser producidos a partir de diversos materiales también contienen distintos componentes, algunos más tóxicos que otros, que los vuelven complicados respecto a qué hacer con ellos una vez que ya no son necesarios. La presencia de metales y compuestos como plomo, mercurio, arsénico, cadmio, selenio, cromohexavalente, retardantes de llama, etc... (Debnath et al, 2016)

son algunos ejemplos de los materiales y compuestos que forman parte de estos desechos y sus componentes, y por ende los vuelven tóxicos. Pese a esto, el destino al que van a parar en la gran mayoría de estos desechos son los vertederos donde, por un lado, son acumulados en grandes cantidades y los materiales que los componen comienzan a filtrarse después de un largo periodo, y por otro, son desmantelados manualmente de manera ineficiente quemándolos, filtrando o derritiéndolos (Forti et al, 2020). En un informe hecho por Garam Bel en conjunto con el Foro económico mundial y la E-waste Coalition, dice que los desechos electrónicos pueden representar solo el 2 % de los desechos sólidos, pero pueden representar hasta el 70 % de los desechos peligrosos¹, lo que generan emisiones nocivas para el ambiente, que deben ser disminuidas, pero por el actual enfoque del mercado no parecen estar cercanas a cambiar.

la siguiente ilustración muestra los materiales presentes en los RAEE y la polución que emite su extracción.

Polución causada por la minería

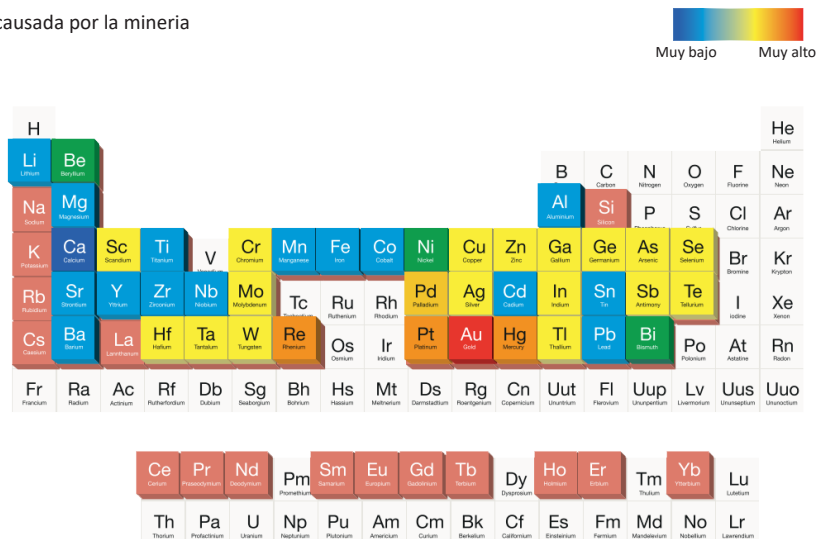


Ilustración 1: Elementos presentes en los desechos electrónicos y junto con el nivel de contaminación de cada uno, Fuente; Garam Bel, UNEP, 2019

1. Garam Bel, 2019, pag. 8

De acuerdo la ilustración 1, se evidencia que los materiales tóxicos previamente mencionados producen emisiones categorizadas como emisiones bajas y medias. Una apreciación crítica en la ilustración es la polución que emite la extracción del oro (Au), en ella este recurso aparece como el mas contaminante pero, por otro lado, es un recurso clave para producir los aparatos eléctricos que usamos a diario.

Como se menciono antes, distintas organizaciones,

empresas y países han enfocando sus esfuerzos en reciclar como única solución, pero todavía muchas no se hacen cargo de sus productos que van a parar a los vertederos debido a la falta de alcance e información para llevar a cabo las operaciones necesarias para cubrir la escala que representan los desechos (Forti et al, 2020), y hasta el día de hoy no existe país capaz de capturar el 100% de sus desechos para destinarlos al reciclaje (Grafico 1), sin mencionar el costo que significa reciclar estos aparatos con éxito (ilustración 2).

FLUJO GLOBAL DE RAEE

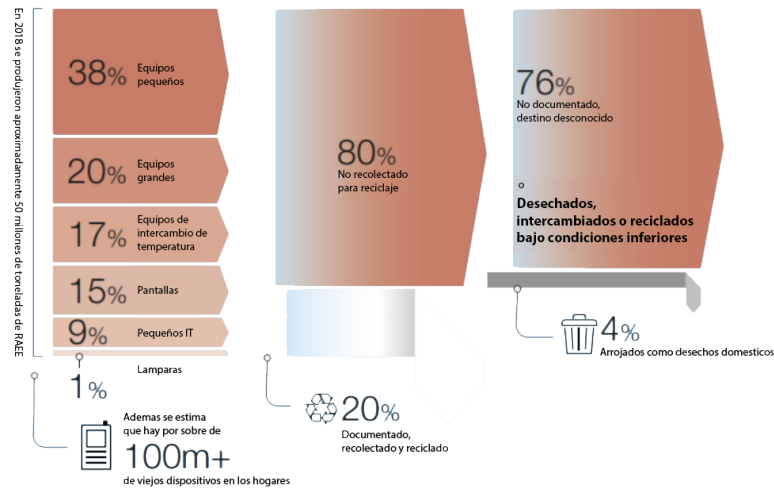


Grafico 1: Porcentajes que cada categoría de equipamiento compone en los desechos electrónicos junto con los porcentajes entre cuanto es reciclado formalmente e informalmente durante el año 2019, Fuente: UNEP, 2019

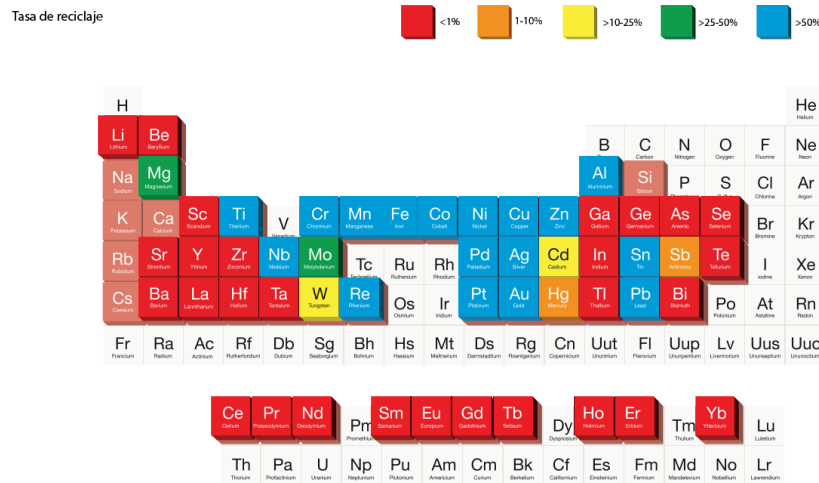


Ilustración 2: Elementos presentes en los desechos electrónicos y junto con las tasas de reciclaje de cada uno (UNEP, 2019)

Las cifras respecto a la situación actual de los RAEE deja en evidencia el problema y el enfoque del mercado tecnológico. La acumulación de estos residuos ha ido solo en aumento con el paso del tiempo y se proyecta que esta tendencia tendera a continuar aumentando, alcanzando los 120 millones de toneladas para el 2050 (UNEP, 2019). El rápido crecimiento y acceso a los AEE involucra

que se alcancen niveles de producción cada vez mas altos para cubrir la demanda, mientras que la demanda también tendera a ir aumentando con el tiempo a medida que el actual modelo económico y el enfoque faciliten la constante producción de aparatos nuevos y reciclados. Esto podría causar escases de recursos en el futuro (UNEP, 2019) (ilustración 3).

Escasez

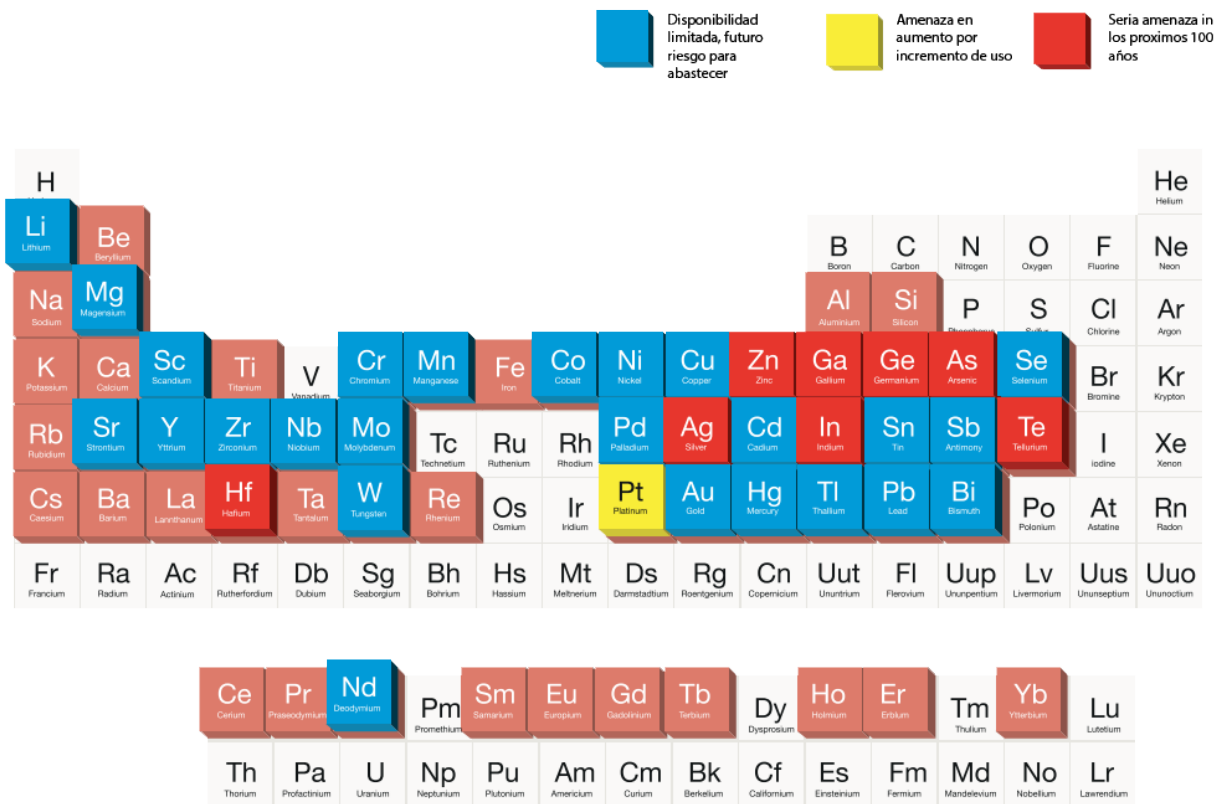


Ilustración 3: Elementos presentes en los desechos electrónicos y junto con el nivel de escasez de cada uno, Fuente: UNEP, 2019

EL FUTURO DE LA BASURA ELECTRÓNICA

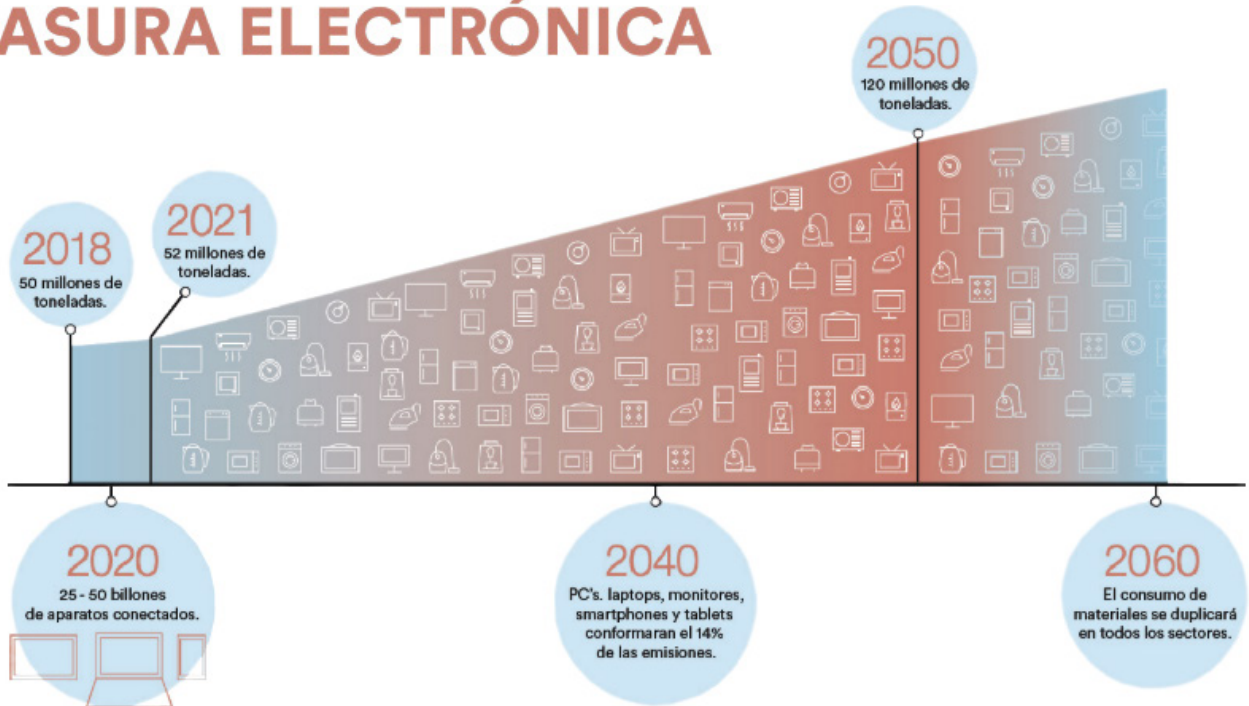


Gráfico 2: Cantidad de desechos electrónicos generados el 2018 y como se compara con las estimaciones para los años posteriores, Fuente:UNEP, 2019

RAEE generado mundialmente por año

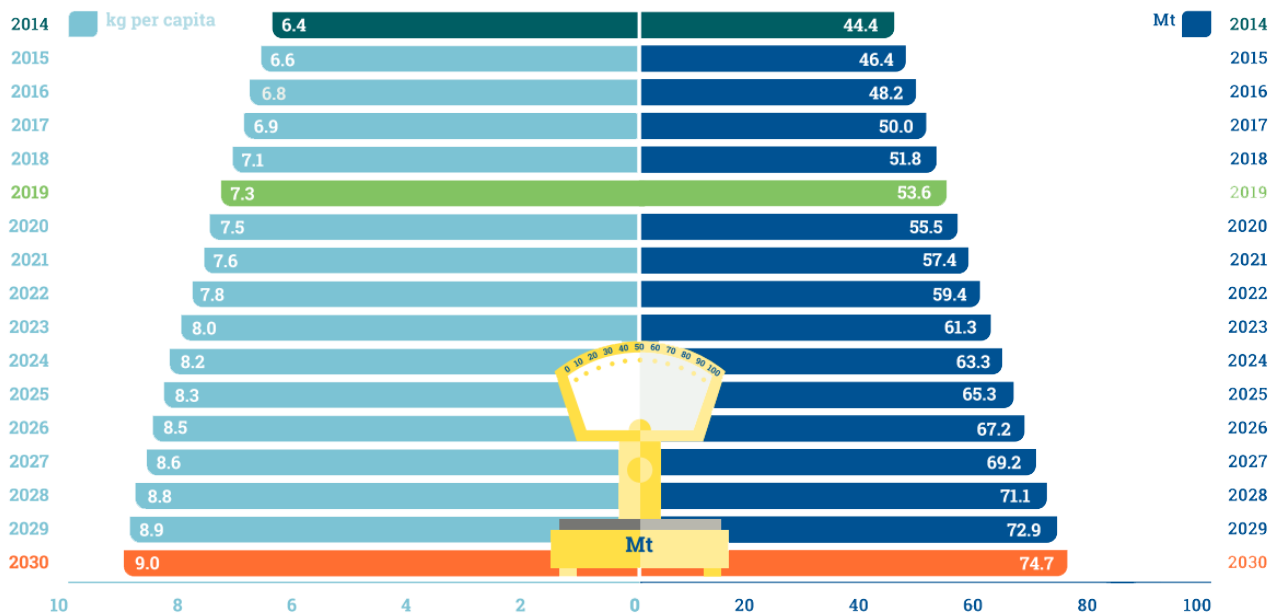


Gráfico 3: Cantidad de desechos electrónicos generados a partir del 2014 hasta 2020 y como se compara con las estimaciones para los años posteriores. Fuente; Forti et al, 2020

El 2018 se registro que produjimos 50 millones de toneladas de desechos electrónicos y se estimaba que para 2020 la cifra aumentaría a 52 millones de toneladas (gráfico 2), sin embargo, el informe mas reciente elaborado por el E-waste Monitor revelo que en 2019 ya alcanzamos las 53 millones de toneladas (Forti et al, 2020). A partir del los datos actualizados, el ultimo registro del año 2020 (gráfico 3), muestra que produjimos 55.5 millones de toneladas, por lo que se puede especular que para el mismo año 2050 alcancemos una cifra mucho mas elevada, considerando que para 2030 produciremos 75 millones de toneladas, cabe mencionar que fenómenos como el Covid-19 influyo en que la gente adquiriese mas aparatos para acomodarse mejor durante las cuarentenas, consecuentemente potenciando estas cifras.

Respecto a las cifras dentro de los desechos electrónicos, estos se clasifican en; Dispositivos pequeños, Pantallas, Equipos de intercambio de temperatura, Equipamientos grandes, y Equipamientos pequeños, este ultimo, es la categoría de desechos que mas producimos, seguido por Equipamientos grandes según el ultimo informe por el Global e-waste monitor (Forti et al, 2020) y como se muestra a continuación (gráfico 4, gráfico 5) con las otras categorías.

De que estan compuestos los RAEE?

53.6MT residuos de aparatos electronicos y electricos en 2019

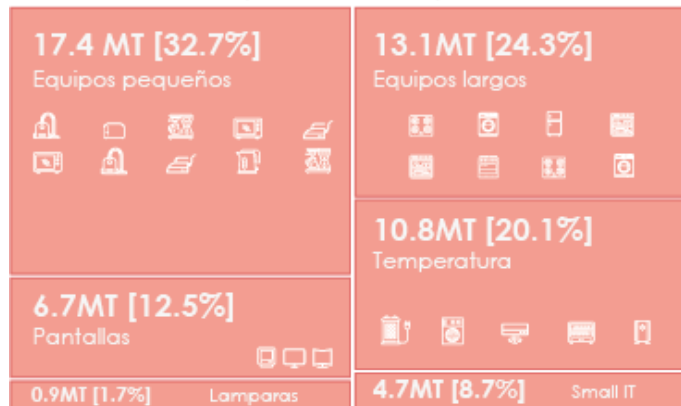


Grafico 4: Porcentaje que cada categoría de equipo electrónico ocupa en la cifra de desechos electrónicos generados en 2019. Fuente; Forti et al, 2020, elaboración propia.

De que estan compuestos los RAEE?

55.5MT residuos de aparatos electronicos y electricos en 2020



Grafico 5: Porcentaje que cada categoría de equipo electrónico ocupa en la cifra de desechos electrónicos generados en 2020. Fuente; Forti et al, 2020, elaboración propia.

Para América Latina durante el mismo periodo, la producción de residuos electrónicos aumentó un 49%, pasando a 1,3 Mt (6,7 kg/hab.) desde el 2010 y con una tasa de recolección formal de residuos de un 2,7% en promedio. (Wagner et al. 2020), si bien Chile no figura entre los países con las tasas de residuos mas altas de la región, se puede apreciar que nuestro

país sigue la misma tendencia en el aumento de RAEE en comparación con el resto del mundo (grafico 6). Dentro de los RAEE que producimos, podríamos constatar a partir del grafico 7 que los equipamientos pequeños son la categoría de aparatos que mas tendemos a adquirir dado que son los que mas deseamos.

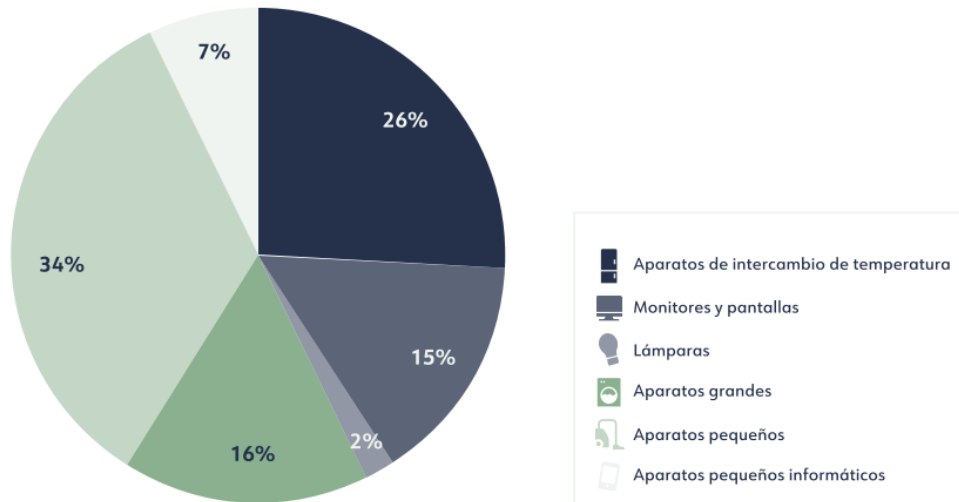


Grafico 7: Porcentaje de cada categoría de RAEE en lo que produce Chile. Fuente: Wagner et al, 2020

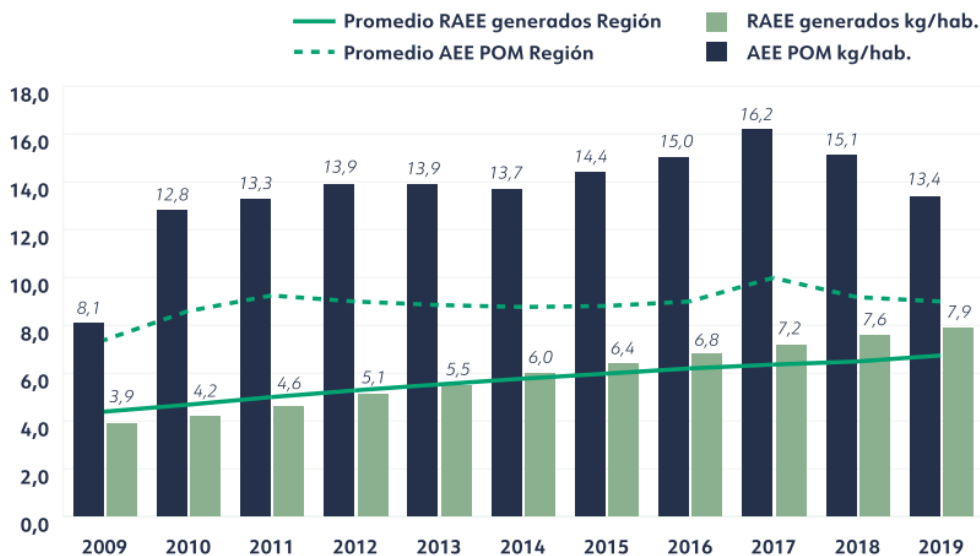


Grafico 6: Comparación entre el promedio de AEE kg/hab y RAEE kg/hab entre Chile y América Latina. Fuente: Wagner et al, 2020

Así de lo que ha sido expuesto, se hace relevante recurrir a modelos alternativos que nos permitan mantener el nivel de vida y frenen esta situación.

2.2.- La cultura de la reparación

a. La reparación

La reparación es una actividad que el ser humano ha hecho a lo largo de su historia, es un proceso inherente a nuestra vida cotidiana que se vincula con nuestros objetos, infraestructura y organización (Krebs & Weber, 2021), y posiblemente como especie hemos reparado desde que comenzamos a usar los objetos a nuestro alrededor como herramientas.

Cuando algo deja de funcionar o no funciona en absoluto naturalmente intentamos arreglarlo de forma instintiva, ya sea a la necesidad útil del objeto para realizar un trabajo o el valor simbólico que se le atribuye, por lo que la necesidad de querer repararlo se crea a partir de la relación que tenemos con los objetos que usamos. La manera en que estos afectan nuestro entorno y la sociedad ya sea en un nivel útil, emocional o recreativo influye en esta relación, y a partir de los conocimientos y recursos que poseemos reparamos. Aunque esta actividad normalmente se ha asociado con competencias altamente específicas sobre cosas, equipos, procesos e intervenciones que pueden ser hechas solo por personas particulares, hoy en día reparar puede requerir desde conocimientos simples con herramientas que tenemos a disposición en el momento, como conocimientos altamente específicos con herramientas especializadas (R. Florida, 1991).

Hoy en día se puede decir que las posibilidades de llevar a cabo una reparación son más accesibles que nunca gracias a las distintas herramientas disponibles que nos facilitan esa tarea, sin embargo, a pesar de que sea más sencillo, otras barreras y desafíos han surgido que imposibilitan a los consumidores a reparar sus objetos, especialmente en los AEE. En respuesta a las barreras y problemas que causa el modelo lineal distintas organizaciones plantean traer de vuelta la reparación para frenar la acumulación de los RAEE, la reparación para este fin forma parte de un modelo económico mayor conocido como economía circular.

b. Economía circular: reparadores en el modelo económico

El concepto de Economía circular nace como un sistema económico en reacción al modelo de consumo lineal que ha demostrado a través del tiempo ser insostenible. Se basa en un sistema en el que todos los materiales y los componentes se mantienen en su valor más alto en todo momento, minimizando la generación de residuos. (Garam Bel, 2019)

La Ellen MacArthur Foundation define a la economía circular como “un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables”. Se sostiene en 3 principios, estos son:

- 1.- *Preservar y mejorar el capital natural, monitoreando las fuentes finitas de recursos y equilibrando los flujos de recursos renovables.*
- 2.- *Optimizar el uso de los recursos, rotando productos, componentes y materiales con la máxima utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como en los biológicos.*

3.- *Fomentar la eficacia del sistema, revelando y eliminando externalidades negativas.*

Llevando este concepto a la situación del mercado tecnológico, la Ellen MacArthur Fundación plantea la reparación como enfoque central en la vida útil de un aparato, como un proceso que puede ser repetido múltiples veces hasta que el aparato presente fallas irremediables, y el reciclaje como ultimo recurso en la vida del aparato para minimizar el impacto medioambiental de los residuos y la acumulación de estos.

En esto se plantea adaptar el modelo económico actual con los principios de la economía circular, en el esquema (ilustración 4) la reparación es un ciclo interno dentro de la cadena de valor, donde el usuario tiene el mayor protagonismo al mantener los objetos que lo rodean en buenas condiciones, retrasando lo mas posible descartar definitivamente los objetos para ser recolectados y reciclados, y en pos de esto, evitar el sobreconsumo de recursos (ilustración 5).

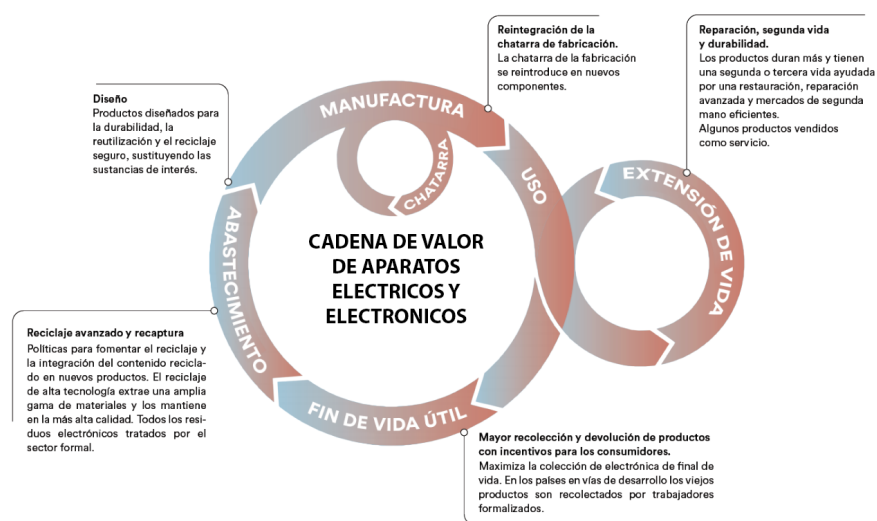


Ilustración 4: Cadena de valor de aparatos electrónicos dentro de la economía circular (UNEP, 2019)



Ilustración 5: Economía circular aplicada al modelo económico actual, Fuente: IFixIt, sf

La Ellen MacArthur Foundation, propone los siguientes desafíos a la industria actual para alcanzar la reparación de la economía circular. Estos son:

1.- Hacer la información sobre reparación más accesible.

El acceso a la información es crucial para conocer el funcionamiento y naturaleza de un AEE, particularmente para los consumidores inexpertos, dado que la mayoría de los productores no proveen información respecto a los componentes o el funcionamiento de sus AEE (EllenMacArthurFoundation, 2016) los usuarios buscan a menudo información por sus cuentas en sitios de terceros para poder reparar. Desde la perspectiva del consumidor que no repara a menudo, este tendera a desechar el aparato si no tiene acceso a la información que necesita para repararlo ya que la falta de información es la mayor razón por la que un intento de reparación falla.

2.- Hacer las piezas y accesorios más accesibles.

Muchas veces los fabricantes no ofrecen ninguna pieza de repuesto para sus productos de bajo costo y en los de alto costo los repuestos pueden ser muy costosos en comparación con el precio de un producto nuevo. Esta realidad naturalmente convence al usuario a desechar sus aparatos en cuanto fallan. Una opción viable para esto es recuperar los componentes en buen estado de aparatos desechados y venderlos a precios más accesibles.

3.- Diseñar productos reparables.

El concepto de reparación dentro de la economía circular invita también a los productores a formar parte en el modelo, por ello, otro desafío no menos importante es que la industria y los fabricantes se enfoquen en que sus productos puedan ser reparables. Empresas como Apple son ejemplo de lo contrario a lo que se plantea en este punto. Que fomentan malas practicas en las que sus productos no son reparables porque usan materiales que solo dificultan las reparaciones y por muchas empresas que diseñan sus productos de tal forma que no pueden ser reparados sin antes romperlos (Craig Lloyd, 2019).

De esto, se rescata la oportunidad de la accesibilidad de información como primer desafío para complementar la decisión de reparación por parte del usuario.

c. DIY y el movimiento FIXER

El DIY en similitud con el modelo de economía circular de la Ellen MacArthur Foundation planteado en el subcapítulo anterior, es una practica que involucra la reparación de objetos, si bien el cuidado medioambiental no es su pilar central como lo es para la economía circular, en ambos movimientos la reparación es propuesta como una practica que se adapta al modelo de mercado y tecnológico y viceversa (Krebs & Weber, 2021)

Esta practica es el método de construcción, modificación o reparación de un objeto sin la participación directa de un profesional, es decir, cuando un usuario repara, construye o modifica algo a partir de los conocimientos, información y herramientas que tiene a su disposición según estime necesario. El termino de DIY esta estrechamente ligado a la construcción, modificación y reparación de objetos que se encuentran relacionados al ámbito del hogar, con los usuarios apoyándose en manuales y guías para abarcar una amplia gama de actividades desde reparar un objeto como un mueble, un utensilio, hasta crear un sistema completamente desde cero como un sistema de riego, cableado, etc...

Si bien el DIY nació inicialmente de los anarco-punk a modo de protesta contra el capitalismo, desarrollando sus propios fanzine, ropa, sus propios pedales para guitarra o incluso instrumentos utilizando materiales menos convencionales (Imagen 3, Imagen 4) (Ratto, 2019).

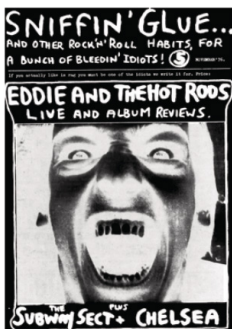


Imagen 3: Fanzines Punk.
Fuente: Teal Triggs, sf, [Fotografía] Ratto, 2019



Imagen 4: Fanzines Punk.
Fuente: Teal Triggs, sf, [Fotografía] Ratto, 2019

El movimiento posteriormente evolucionaria al concepto con el que se le conoce actualmente, como alternativa más económica para los usuarios que no pueden costear comprar un objeto nuevo o pagar un servicio de mantención para su hogar, por lo que hacen mantención y reparaciones por su cuenta como parte de su estilo de vida (Krebs & Weber, 2021).

No sería hasta las últimas décadas que la continua evolución de la tecnología sumado a la información y la digitalización, haciendo más accesible la manufactura y los prototipos, y potenciando significativamente la interconexión entre individuos el DIY volvería a evolucionar abarcando a más usuarios con la masificación de estas tecnologías (K.Schwab, 2016; E.Bernard, 2015), dando al surgimiento de una tendencia en las personas de realizar pequeños proyectos artesanales de construcción y reparación como una actividad creativa, recreativa y económica (Imagen 5, Imagen 6, Imagen 7).



Imagen 5: Logo de The Tool Library
Fuente: The tool Library
[Fotografía], <https://thetoolibrary.org/about/>

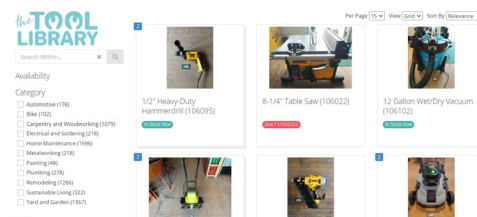


Imagen 5: Inventario de The Tool Library
Fuente: inventario de prestamos de The Tool Library
[Fotografía], <https://universityheights.myturn.com/library/inventory/browse>

The Tool Library funciona dejando tomar prestadas herramientas, equipos y materiales instructivos de “instrucciones” a sus usuarios. Funciona como una tienda de alquiler con un cargo por tomar prestadas las herramientas, o más comúnmente de forma gratuita como una forma de compartir con la comunidad.



Imagen 6: usuarios reparando en el Repair Cafe
 Fuente: The Repair Cafe, s.f, ¿Que es un repair cafe?
 [Fotografía], <https://www.repaircafe.org/es/acerca-de/>



Imagen 7: usuarios reparando en Dare to Repair
 Fuente: Darren Cotton (2 de octubre 2017), DON'T DITCH IT AT BUFFALO'S DARE TO REPAIR CAFÉ!
 [Fotografía], <https://thetoollibrary.org/fix-it-dont-ditch-it-at-buffalos-dare-to-repair-cafe/>

La interconectividad que supuso el internet dio paso al aspecto que diferencia y hace el DIY algo revolucionario, que es su estrecha relación con la ideología Open Source, ya que existe un gran énfasis en compartir el conocimiento con otros ya sea para comenzar a aprender o profundizar lo que ya se sabe y esto lleva a la creación de grupos colaborativos (K.Schwab, 2016, M.Hatch, 2014), dando lugar a los Makers y también a los denominados Fixers, estos últimos, personas cuyo foco para el Do-It-Yourself está puesto en la utilización de herramientas modernas para exclusivamente reparar objetos o aparatos que se adecuen a su contexto.

De esto, se rescata la oportunidad de la tecnología para facilitar la información de los AEE con gran énfasis sobre compartir el conocimiento. Esto se puede apreciar en sitios web como:

- www.diy.org
- www.thingiverse.com
- www.opensourceecology.org
- ifixit.com

2.3.-Los grandes desafíos

a. Factores por los que ya no se repara actualmente

Si bien la reparación, como se menciona antes, es una actividad intrínseca para nosotros, esta no ha estado influenciada sólo al nivel tecnológico sino también a cuestiones de cultura y sociedad (Krebs & Weber, 2021), y la cultura detrás de esta ha estado marcada por distintos periodos y cambios que la han hecho alzarse y caer repetidas veces. Por lo que decir que cosas como la producción y el consumo en masa son las únicas causas directas que dieron con el declive de las culturas de reparación sería erróneo, dado que desde cada campo diferente de la tecnología y la complicación adicional de que ciertas épocas estuvieron marcadas por crisis o periodos de guerra se puede también constatar el resurgimiento de la reparación y la economía improvisada, pero no sería erróneo decir que la reparación en realidad ha tendido a variar entre distintas áreas y necesidades según el rol que cumple.

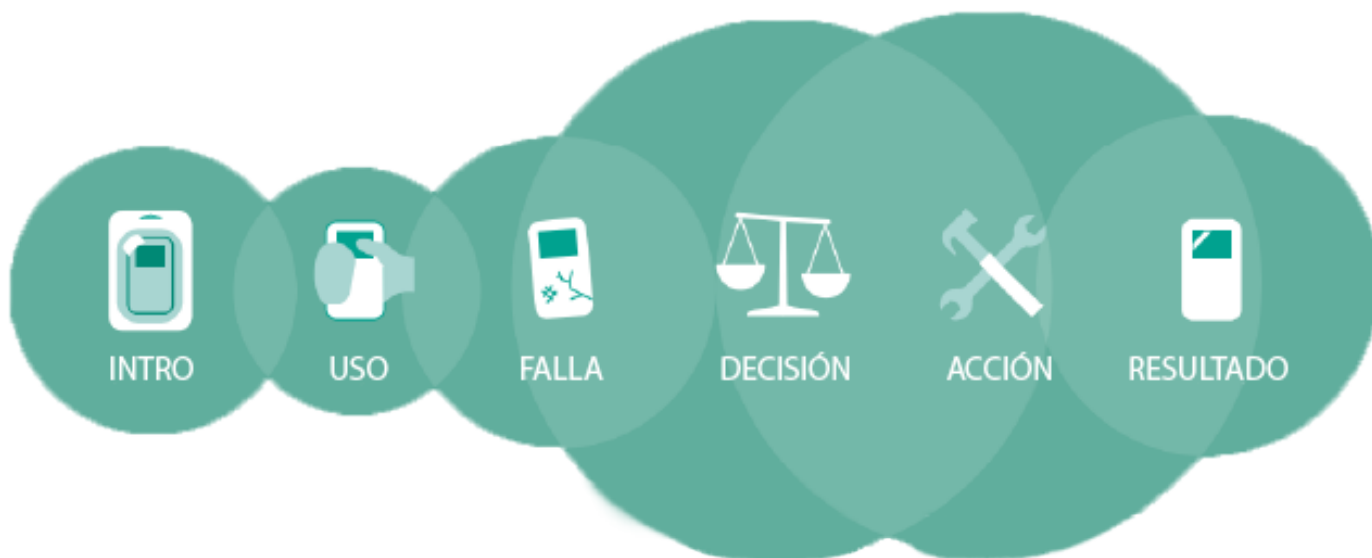
La reparación en la actualidad ha tendido a ser menos prominente debido a que para los usuarios, ya no es la obligación que alguna vez fue, dada la gran cantidad de objetos que son accesibles hoy, limitando a reparar solo unos pocos artículos seleccionados y valorados. “Sin embargo, las reparaciones improvisadas que utilizan soluciones rápidas como la omnipresente cinta adhesiva siguen siendo parte de nuestras interacciones cotidianas con las cosas que nos rodean, incluso en la sociedad “desechable” del siglo XXI”².

Pero en el caso de los AEE, cuando los usuarios intentan repararlos se manifiestan comportamientos radicalmente distintos en comparación a otros objetos. cuando este falla, y en consecuencia ocurre que los usuarios no saben como reparar un AEE por si solos y requieren de guía informativa o recurrir a especialistas.

Como se menciona en el capítulo anterior, el acceso a la información es crucial para reparar un AEE, la falta de conocimiento respecto al funcionamiento de los AEE es un problema para los usuarios y en el caso de los AEE esto se evidencia especialmente cuando este falla, y en consecuencia ocurre que los usuarios no saben como reparar un AEE por si solos y requieren de guía informativa o recurrir a especialistas.

De acuerdo a lo que dice Bernard (2015), los factores que pueden influenciar en una reparación pueden aparecer desde el momento de compra de un AEE, desde ese momento de compra incluyendo el momento de falla y los momentos posteriores que requieren tomar la decisión para reparar el aparato, estos factores pueden variar desde emociones como; apego material, sentimental, una herencia, principios, significados, etc..., hasta razones mas practicas como; costos, actitudes, habilidad, conocimiento, tiempo, repuestos, manuales, etc... Estos factores se evidencian y afectan en mayor gravedad el destino del aparato en el momento de decisión respecto a que hacer con él una vez que ya fallo, en este momento el usuario debe elegir entre reemplazarlo o repáralo, o si la reparación la hace el usuario mismo o recurre a un servicio para que se lo reparen, dependiendo de las razones que tenga y los factores que plantea Bernard (2015) (ilustración 6).

2. s. Krebs & Webber, 2021, pag. 30



Puntos de contacto

Garantía	Intensidad	Momento de emociones	Reparar vs Reemplazar	Yo vs Servicio	Emociones
Durabilidad	Significado	Naturaleza	Yo vs Servicio	Manufactura	Satisfacción
Inversión	Apego	Causa	Garantía	Internet	Ansiedad
Expectativa		Historia	Apego	Producto	Retorno
Popularidad			Principios	Retail	
Datos			Confianza	Servicio	
Evaluación			Actitud	Herramientas	
			Habilidad	Piezas	
			Piezas	Manuales	
			Tiempo	Amigos	
			Costo	Familiares	
			Internet		
			Otros		

Ilustración 6: Viaje de un producto en la reparación (Bernard, 2015)

b. Dificultades de las personas para realizar una reparación

Cuando se trata de aparatos electrónicos y eléctricos los usuarios lo que mas necesitan es saber que ocurrió con el aparato y porque fallo, y para poder saber esas cosas es necesario tener información o conocimiento sobre como manipular el aparato y repararlo. Como se menciona en capítulos anteriores, el diseño de muchos aparatos electrónicos no permiten abrirlos sin antes romperlos o sin tener la información adecuada para poder manipular el aparato, convenciendo al usuario que es inútil intentar repararlo y es mejor reemplazarlo. Para los usuarios que todavía intentan reparar a pesar de no tener experiencia, las mayores dificultades que

tienen son en aspectos de información, particularmente en recibir guía y apoyo para llevar a cabo la reparación, ya sea personalmente o a través de un servicio particular. Bernard (2015) plantea el valor del apoyo para el usuario dentro de la reparación como una oportunidad para facilitar este proceso (Ilustración 7). Pero en el caso de los AEE, cuando los usuarios intentan repararlos se manifiestan comportamientos radicalmente distintos en comparación a otros objetos. cuando este falla, y en consecuencia ocurre que los usuarios no saben como reparar un AEE por si solos y requieren de guía informativa o recurrir a especialistas.

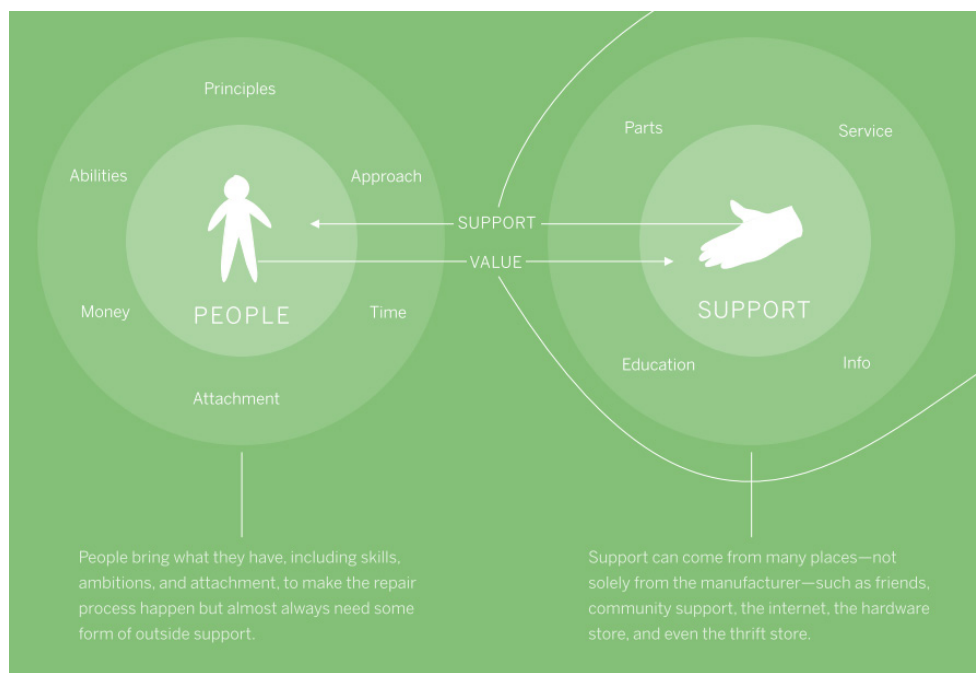


Ilustración 7: modelo en el que se plantea el servicio de apoyo como una oportunidad de valor para el usuario para complementarlo en el proceso de reparar un AEE. (Bernard, 2015)

Bernard (2015) plantea que el apoyo para el usuario en este proceso puede venir de cualquier medio, servicios, recursos, amigos, etc..., creando valor y confianza en el usuario para tomar una decisión, y mas importante, tomar acción en la reparación.

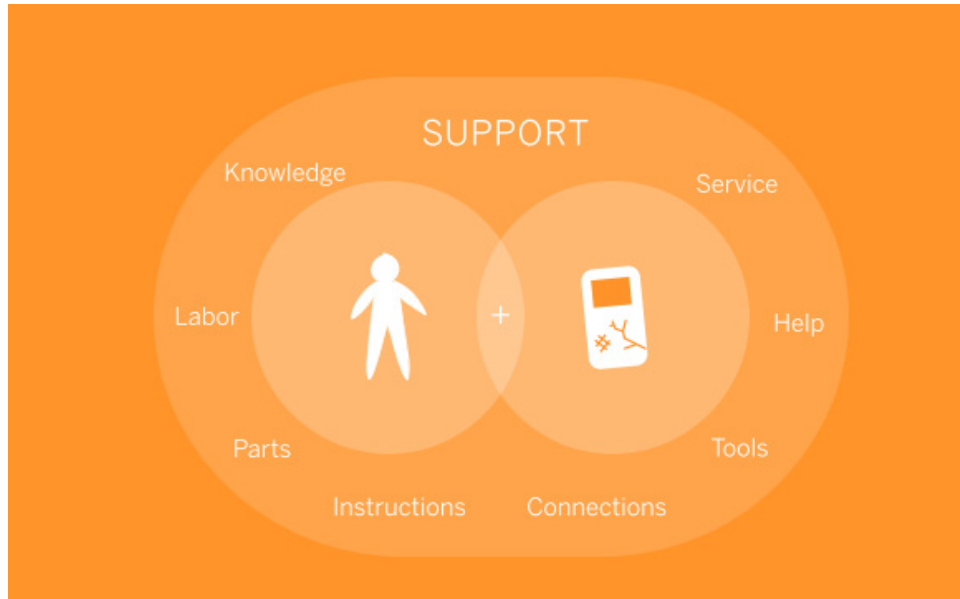


Ilustración 8: Oportunidad para complementar a los usuarios a través del apoyo de acciones durante el proceso de reparación. (Bernard, 2015)

Para que un usuario decida reparar un aparato a través de un servicio particular influyen factores como los costos, tiempo, buscar información de los servicios que tenga disponibles a su alrededor o incluso garantías para que opte por esta opción, mayormente el tiempo tanto en costos y en tener que buscar la información correcta para la reparación son las barreras que mas influyen. Para que un usuario decida hacerlo solo y reparar por sí mismos un AEE, es raro que tenga todas las partes y los conocimientos necesarios para hacer la reparación (Bernard 2015), por lo que es necesario apoyo en forma instrucciones, formas, manuales, o piezas, ya que todos estos son factores que influyen en el usuario y son definatorios en el proceso.

Bernard (2015) propone una serie de oportunidades, en el escenario de la toma de decisión, la oportunidad esta en complementar y hacerle mas fácil al usuario la toma de decisión para reparar el aparato, esto significa ayudarlo con apoyo, información, servicios, conocimiento o instrucciones para que tome una decisión informada entre reparar (personalmente o por medio de un servicio) o desechar el aparato (ilustración 8).

Diseño de Solución

3

A partir de lo revisado en el marco teórico, se entiende el contexto y los desafíos para impulsar la reparación de los AEE, y para continuar es necesario hacer una revisión de lo que existe actualmente. Por lo que en el presente capítulo se mencionan que tecnologías e iniciativas existen que son beneficiosas para el enfoque de la investigación, mostrando qué y cómo han abordado ciertos aspectos mencionados en el marco teórico para finalmente plantear como se abordarían la propuesta.

3.1.- Iniciativas existentes de referentes

Actualmente existen una serie de conceptos, aplicaciones y organizaciones que se relacionan con el tema planteado en este proyecto, entre estas, se identifica la realidad aumentada como herramienta complementaria para guiar al usuario dentro de distintos procedimientos, sin embargo, los estados identificados están enfocados mas a la mantención de equipos y servicio técnico remoto en lugar de identificar y resolver una falla que acaba con el uso y evitar su descarte por parte del consumidor. Por el otro lado, las organizaciones identificadas se enfocan estrictamente en la reparación de objetos y AEE, permitiendo a los usuarios arreglar y aprender mediante experiencias previas y contenido audiovisual. Entre ellas las que destacan son:

a. Servicios y apps que complementan con información sobre un AEE

- Aplicaciones:

-Dell AR assistant;

Es una aplicación con realidad aumentada que consiste en un catalogo de productos exclusivos de la empresa Dell y por medio de realidad aumentada, guía al usuario para hacerle modificaciones simples disponibles al equipo que haya seleccionado. Notebook --> cambiar ram, reemplazar disco duro. PC --> desmontar enfriador, cambiar ram, etc...

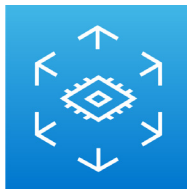


Imagen 8: Logo app Dell assistant

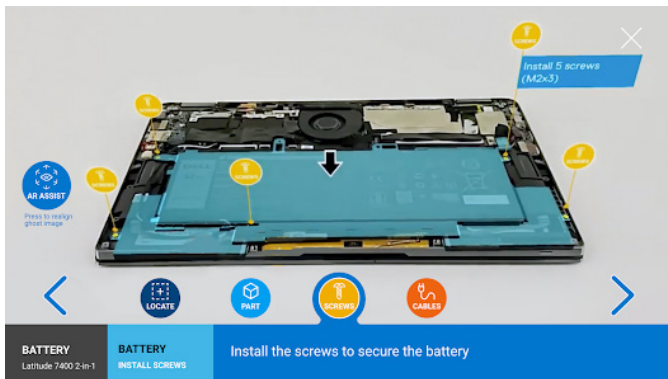


Imagen 9: experiencia de realidad aumentada de la app [Fotografía], Captura

-Worklink by Scope AR:

es una aplicación orientada al servicio técnico del objeto que el usuario necesita asistencia, utiliza realidad aumentada enfocada para que el técnico oriente con indicaciones y modelos superpuestos en el objeto al usuario para determinar cuál es el problema.



Imagen 10: Logo de app Worklink [Fotografía]: Captura



Imagen 11: Representación de la experiencia con realidad aumentada de la aplicación [Fotografía]: Captura de youtube

Get the knowledge you need by loading AR driven work instructions on your own or in tandem with a live call with an expert.



Imagen 11: Representación de la experiencia con realidad aumentada de la aplicación [Fotografía]: Captura de youtube

- Conceptos:

- Augmented help:

Concepto de una aplicación en que el usuario soluciona problemas con su electrodoméstico guiándose con realidad aumentada, los problemas que resuelve se enfocan en partes menores o ejecutar el diagnóstico del aparato, y si no funciona ninguna solución, el usuario contacta por la aplicación al servicio técnico del aparato.

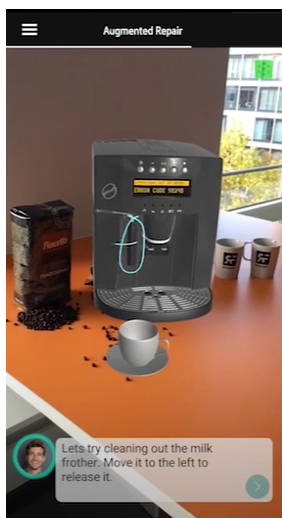


Imagen 13: Representación de la experiencia de la aplicación con realidad aumentada, se siguen pasos para solucionar problema de la maquina [Fotografía], Capturas de youtube.



b. ¿Qué organizaciones que apoyan la reparación existen?

- iFixit :

Consiste en una página web y un foro con contenido audiovisual gratuito para realizar reparaciones de aparatos electrónicos con el fin de que los usuarios aprendan a reparar (Imagen 14). También ofrecen herramientas y componentes para comprar online y facilitar aún más la reparación.

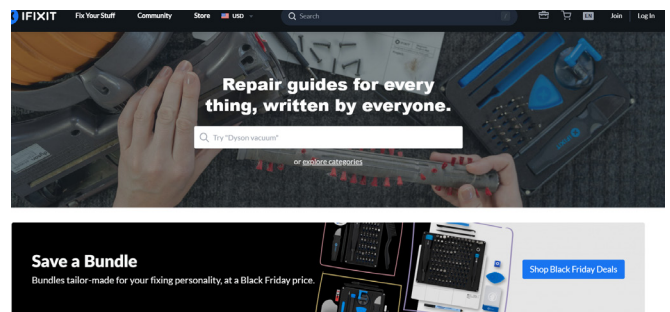


Imagen 14: Sitio web de iFixit [Fotografía], <https://www.ifixit.com/>

- Repair Cafes:

Es una organización sin fines de lucro que elabora eventos que buscan estrictamente ayudar a las personas sin experiencia, a reparar sus aparatos electrónicos en conjunto con un grupo de voluntarios (Imagen 15). El Repair Café ofrece para los voluntarios un kit de iFixit para poder agilizar los procesos de reparación con herramientas de calidad.

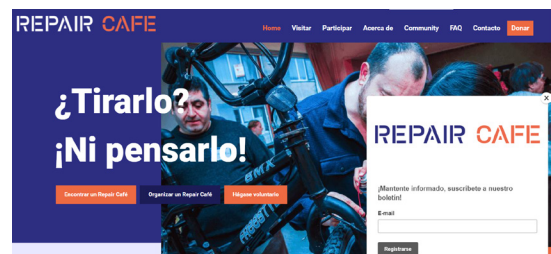
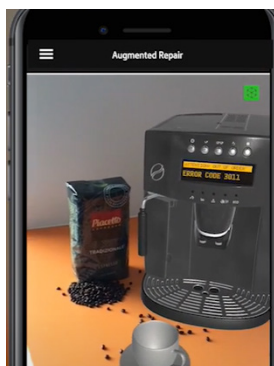
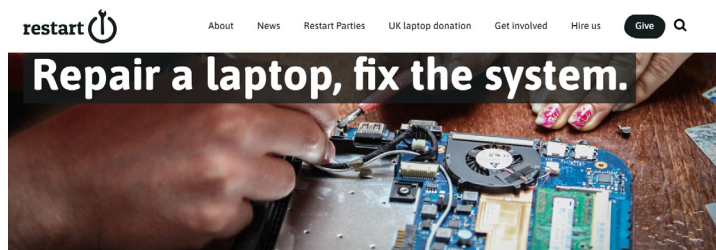


Imagen 15: Sitio web de Repair Cafe [Fotografía], <https://www.repaircafe.org/es/>

- The restart project:

Es una organización que busca educar, reparar y cambiar el modo en el que consumimos productos electrónicos, mediante métodos similares a los del repair café, pero adentrándose en colegios y de forma más masiva.



The Restart Project helps people learn how to repair their broken electronics, and rethink how they consume them in the first place.

[Learn more about us](#)

Imagen 16: Sitio web de Restart Project
[Fotografía], <https://therestartproject.org/>

3.2.- Recursos de apoyo útiles identificados.

b. Videos

Para poder reparar un objeto o un AEE las personas necesitan información o guía para llevarla a cabo, esta información puede venir de distintos recursos. Hoy en día las personas requieren de estos mismos recursos para realizar distintos procesos y actividades, se revisaran en el caso de las reparaciones cuales son las que se usan y también proponer cuales se podrían usar para posteriormente establecer que es lo que se hará para abordar los desafíos mencionados.

Los videos en la actualidad son el formato mas usado para poder hacer una reparación, especialmente si esta es de un aparato complejo. Este recurso también es muy utilizado principalmente para realizar tutoriales de distintas actividades y principalmente aprender nuevas habilidades y conocimientos. Para el caso de la reparación de AEE, las personas prefieren este tipo de formato porque para ellas es mas sencillo ver y copiar lo que hacen en el video, al igual que los videos para resolver las fallas tienen una duración dentro del rango de tiempo que el usuario esta dispuesto a gastar, por lo que las reparaciones en este tipo de formato tienden a no durar mas de lo que quisieran.

Sin embargo, el catalogo de videos para reparar un AEE puede quedar corto frente a todos los tipos AEE y modelos que existen, en esta situación es necesario por parte del usuario que tome iniciativa propia y determine que información le sirve o no. Por otro lado, la efectividad de estos videos dependen muchas veces de la calidad en el que este se graba, si no existen videos en buena calidad que el usuario sea capaz de entender entonces se fuerza a entender los que no realizan la reparación de manera clara, esto puede disuadir al usuario de intentar reparar su AEE. Para este tipo de recursos, YouTube es la mayor plataforma para encontrar información y guías de reparación según las personas.

a. Manuales

Los manuales para obtener información sobre un AEE, ya sea para conocer que fallas podría tener o como repararlo son el recurso que menos se utiliza, estas guías para reparar se pueden encontrar en formatos digitales por internet, pero en cuanto a entregar información sobre como reparar un aparato electrónico en particular son casi inexistentes, la razón de esto es debido a que las personas les parece mas sencillo seguir una guía de reparación en video en lugar de tener que leer y no poder ver en tiempo real lo que el reparador hace. Solo si no es posible encontrar un video para reparar es que se recurre a este tipo de recurso.

Las mayores barreras que ofrece este formato para reparar es que la información podría ser muy dispersa para que el usuario pueda encontrar lo que esta buscando, esto le quita tiempo que no tiene ya que quiere reparar lo antes posible su aparato, por otro lado entender lo que esta leyendo y tener que imaginarlo en su contexto es otro factor que hace que las personas no quieran usarlo ya que para ellos es un esfuerzo innecesario.

c. Realidad aumentada

La realidad Aumentada es definida como la tecnología que permite la superposición de recursos digitales en el entorno físico, cabe mencionar que a diferencia de la realidad virtual, que simula y reemplaza el entorno físico por uno completamente digital, la realidad aumentada complementa con información y objetos digitales el mundo real. Esta superposición entre lo digital con lo físico permite que lo virtual interactúe con los objetos del mundo real para crear y enriquecer las experiencias, recopilar, y compartir información y conocimientos tácitos, esto último destaca respecto en el uso de esta tecnología para enseñar habilidades, conocimientos o guiar a un usuario a través de una experiencia educativa, preventiva o recreativa, en algunos casos para complementar la toma de decisiones. Llevado al escenario de la reparación de los AEE, se plantea que esta tecnología podría complementar el proceso para reparar un aparato a partir de los puntos formulados en la investigación de usuarios. El fundamento de esto es que un modelo visual diseñado en una guía que apoye al usuario puede complementar con los conocimientos que necesita, ahorrar el tiempo que puede requerir el proceso o reduciendo la posibilidades de cometer un error (Yan, 2022). Respecto a esto último, los puntos más relevantes que influyen a los usuarios y los bloquea dentro del viaje (Bernard, 2015) aparecen en las fases a la decisión y acción de reparar un aparato electrónico, factores como el tiempo, la información, no tener el conocimiento y el apoyo para saber cómo hacerlo son factores claves que podrían ser resueltos con esta tecnología.

- Publicidad;

La realidad aumentada en este campo puede complementar con mayor información sobre servicios/productos para el usuario, a modo de que se sienta mas seguro de pagar por el producto/servicio que esta siendo publicitado. En este ámbito se puede decir que esta tecnología puede servir para complementar al usuario en su decisión de lograr algo, ya sea una compra, un recorrido, o también extrapolarlo a la reparación.

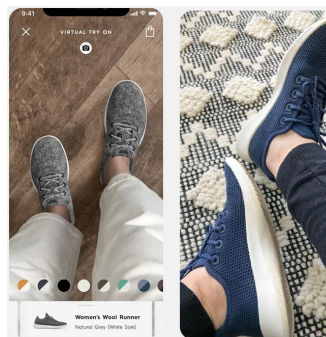


Imagen 17: App para probarse zapatos de distintos modelos usando realidad aumentada
Fuente: Wanna, sf, Wanna x Allbirds [Fotografía], <https://wanna.fashion/allbirds>



Imagen 18: App para probarse zapatos digitalmente usando realidad aumentada
Fuente: Wanna, sf, Wanna x Gucci [Fotografía], <https://wanna.fashion/gucci>



Imagen 19: Icono app de Lego 3d Catalogue
[Fotografía], https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lego.catalogue.nbb&hl=es_US&gl=US



Imagen 20: Representación de la app siendo usada sobre un catalogo de Lego
[Fotografía], <https://www.lego.com/pl-pl/categories/games/lego-3-d-catalogue>

- Educación;

La realidad aumentada en la educación se enfoca en hacer el aprendizaje mas divertido y sencillo, la interacción complementa el contenido de estudio y el estudiante esta mas pendiente y motivado por absorber el conocimiento.



Imagen 21: Icono app Elements 4D
[Fotografía], <https://www.educationalappstore.com/app/elements-4d>



Imagen 22: Experiencia de realidad aumentada de Elements 4D
[Fotografía], <https://apkqk.com/es/com.daqri.elements4dbydaqri>



Imagen 22: Representación de experiencia con realidad aumentada de Elements 4D
[Fotografía], https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Elements-4D-Fuente-http-crowdfundbeatcom_fig1_317145820

3.3.- Enfoque de solución y experiencia en reparación

A partir de lo estudiado y expuesto hasta ahora, como propuesta de solución para abordar los desafíos presentes en la reparación de un AEE, se plantea una experiencia a que pueda guiar a un usuario a realizar una reparación, esto significa que a través de esta experiencia el usuario pueda tener la información necesaria que lo complementa a decidir por reparar un AEE, ya sea eligiendo llevarlo a un servicio de reparación particular o que decida hacer la reparación de este él mismo.

La experiencia que se propone como solución constaría de un recorrido de servicio/aplicación con distintos módulos dentro de ella que llevarían al usuario por distintos procesos a partir de la información que se levante en el desarrollo de esta investigación. En esta experiencia el usuario primero seleccionaría el aparato que presenta fallas y sería guiado para decidir entre repararlo él mismo o llevarlo a un servicio de reparación externo.

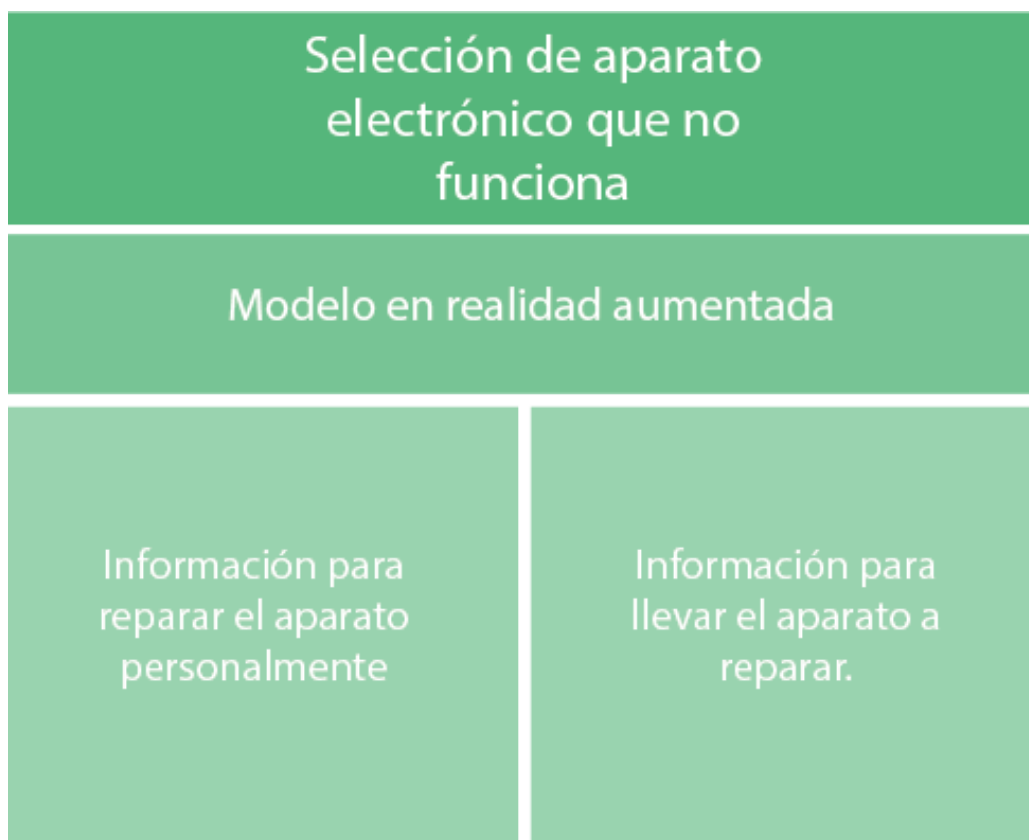


Ilustración 9: Primer concepto de experiencia para reparar un AEE. elaboración propia

Esta experiencia se realizaría con realidad aumentada para evaluar y compararla con otros recursos que se usan para realizar reparaciones. De esta manera proponer la exploración de esta tecnología para visualizar y entregar información de un modelo digital que facilite el proceso de reparar en el contexto de la acumulación de RAEE.

Metodología

4

En la siguiente sección se definen y explican los métodos escogidos para llevar a cabo la investigación, que se desarrollarán buscando cumplir los objetivos propuestos

4.1 Enfoque de la investigación

Para la realización de esta investigación, se eligió un enfoque cualitativo dado que para validar la hipótesis es necesario comprender la realidad estudiada de forma teórica y también conversar con los actores involucrados y las respuestas recibidas tenderán a ser no medibles y más interpretativas. Este enfoque se justifica en que es necesario un sustento teórico que explique el contexto y cualidades de la reparación de AEE, y la tecnología de realidad aumentada, para luego reflejarlo en una propuesta de experiencia con esta tecnología.

4.2.- Objeto de estudio

El objeto de estudio para esta investigación consta de un análisis de documentos y artículos que den cuenta sobre el contexto de la reparación y la tecnología de la realidad aumentada, complementado con una serie de entrevistas, encuestas y conversaciones con ambos participantes que han tenido experiencias reparando y que sean ajenos a esta para dar a comprender tanto las posturas en cuanto a la reparación como conocer sobre el proceso de reparar un AEE para así definir de qué se trata la experiencia propuesta y la validación.

4.3 Herramientas metodológicas

Para la metodología del desarrollo de la investigación, el punto tecnológico para establecer la realidad aumentada como herramienta para la reparación se hizo un análisis de documentos y artículos más estructurado, mientras que para la parte del diseño de experiencia y testeo se utilizó la metodología del Design Thinking para la recopilación de información de usuarios y también para idear el prototipo de la experiencia.

4.4 Prototipo y tipo de testeo

Finalmente se planea elaborar un prototipo según el alcance definido durante el desarrollo de la investigación, cuyo testeo será también de carácter cualitativo, enfocándose principalmente en completar la experiencia prototipada y luego recibir comentarios.

Desarrollo de propuesta de solución

5

En la siguiente sección se definen y explican los métodos que se usaron para llevar a cabo la solución, que se desarrollarán buscando cumplir los objetivos propuestos

b. Factores involucrados para reparar

A partir de las conversaciones con los usuarios, la decisión para reparar o no reparar un aparato dependía de distintos factores en los cuales existían puntos comunes entre los usuarios, por otro lado se noto que estos puntos también influyen respecto a si el mismo usuario hace la reparación o esta dispuesto a pagar por un

servicio externo o no le interesa reparar en lo absoluto.

Estos factores al conversar y entrevistar a los usuarios van desde garantías hasta principios, apegos, tiempo, conocimiento, desconfianza en el productor, etc...,

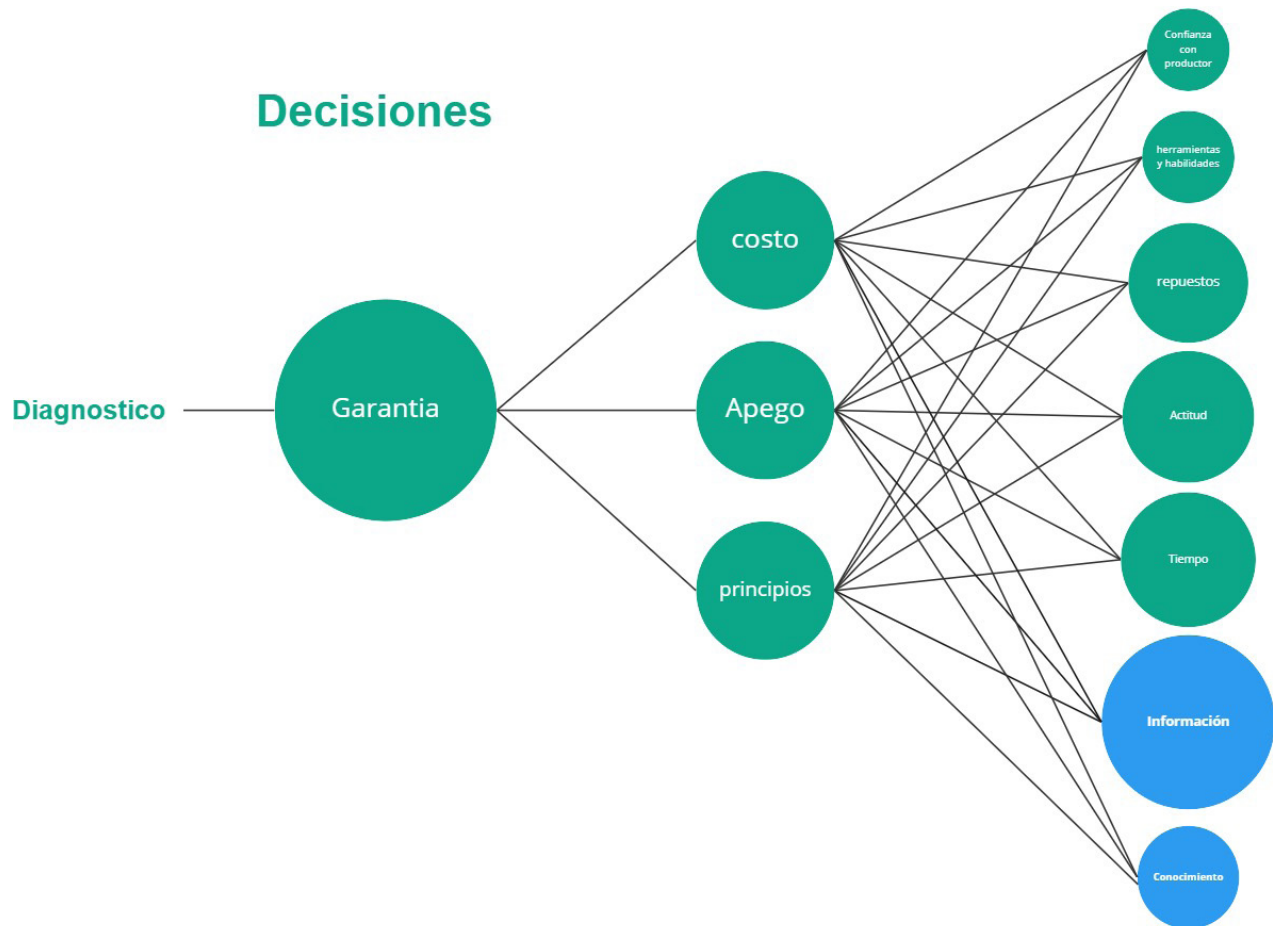


Ilustración 11: Diagrama de razones que influyen en la reparación complementado con las entrevistas. Fuente; Bernard, 2015

Según las respuestas obtenidas de los entrevistados, les gustaría poder reparar sus aparatos pero la mayor razón por que no lo hacían era que no saben o no tienen las competencias para manipular el aparato con confianza, a lo que los lleva a buscar información en internet pero no quieren perder mas tiempo del necesario para encontrar la información correcta y proceder con la reparación.

También la decisión de reparación tiene distintos niveles de importancia dependiendo de las razones que tenga el usuario para reparar o no.

Si un producto tiene garantía, los demás factores importan poco, o si tiene apego al aparato, pero no puede costearlo es posible que no lo repare



Razones para realizar una reparación propia

Ilustración 12: Razones para reparar personalmente un AEE según Bernard (2015) complementado con las razones identificadas de las respuestas de los usuarios. Fuente; Bernard, 2015, elaboración propia

Estos factores fueron reagrupados y ordenados según la influencia o el valor que mostraban los entrevistados en sus respuestas, para el caso de los entrevistados que son reparadores propios (ilustración), sus razones para realizar una reparación son lo opuesto o muy diferentes para el caso de aquellos entrevistados que no realizan una reparación o dependen de servicios externos para hacer una.

En estos 2 últimos, las respuestas que dieron comparten factores y desafíos que los bloquean de reparar un AEE, principalmente estos factores eran encontrar la información correcta de la reparación, tener el conocimiento/habilidades necesarias para llevar a cabo la reparación, y por ultimo la confianza para llevarla a cabo, sea por las razones anteriores o porque necesitan apoyo/guía.



Razones para pagar por un servicio externo para reparar

Ilustración 13: Razones para pagar a un servicio externo para reparar un AEE. elaboración propia



Razones para no reparar un AEE

Ilustración 14: Razones para no querer reparar un AEE. elaboración propia

En el caso de no tener o saber como encontrar la información correcta termina en que no se sienta seguro en tomar iniciativa para reparar personalmente

el aparato, por otro lado menciona que le ha pasado no encontrar información de servicios técnicos que reparen otros AEE que ha tenido que desechar.

5.2.- Experiencia para reparar

a. Reparadores

Para conocer mas sobre las posturas de los participantes y las razones para reparar un AEE, se les pregunto sobre su experiencia para reparar un AEE a los usuarios reparadores con el objetivo de conocer como se repara un AEE a partir de sus experiencias y que puntos en

común se podrían agrupar para estandarizar este proceso. A partir de las respuestas se levanto el siguiente proceso que siguen para reparar un AEE (ilustración 11), este consta de 4 etapas que pueden tener módulos internos dependiendo del AEE que estén reparando.



Ilustración 15 : Proceso para reparar un AEE según el conocimiento de usuarios reparadores, elaboración propia.

Este proceso de reparación (ilustración 11) se identifico que los entrevistados con experiencia en hacer una reparación propia tienen un orden para realizar sus reparaciones a partir de su experiencia, por lo que se plantea como se desarrollarían los entrevistados sin experiencia por reparar en el mismo orden.

b. No reparadores

A partir del proceso levantado según la experiencia de los reparadores para reparar un AEE, se conversó y discutió aplicar el mismo proceso a los usuarios

que no son reparadores. En esta parte se realizó un journey map del proceso según los entrevistados.

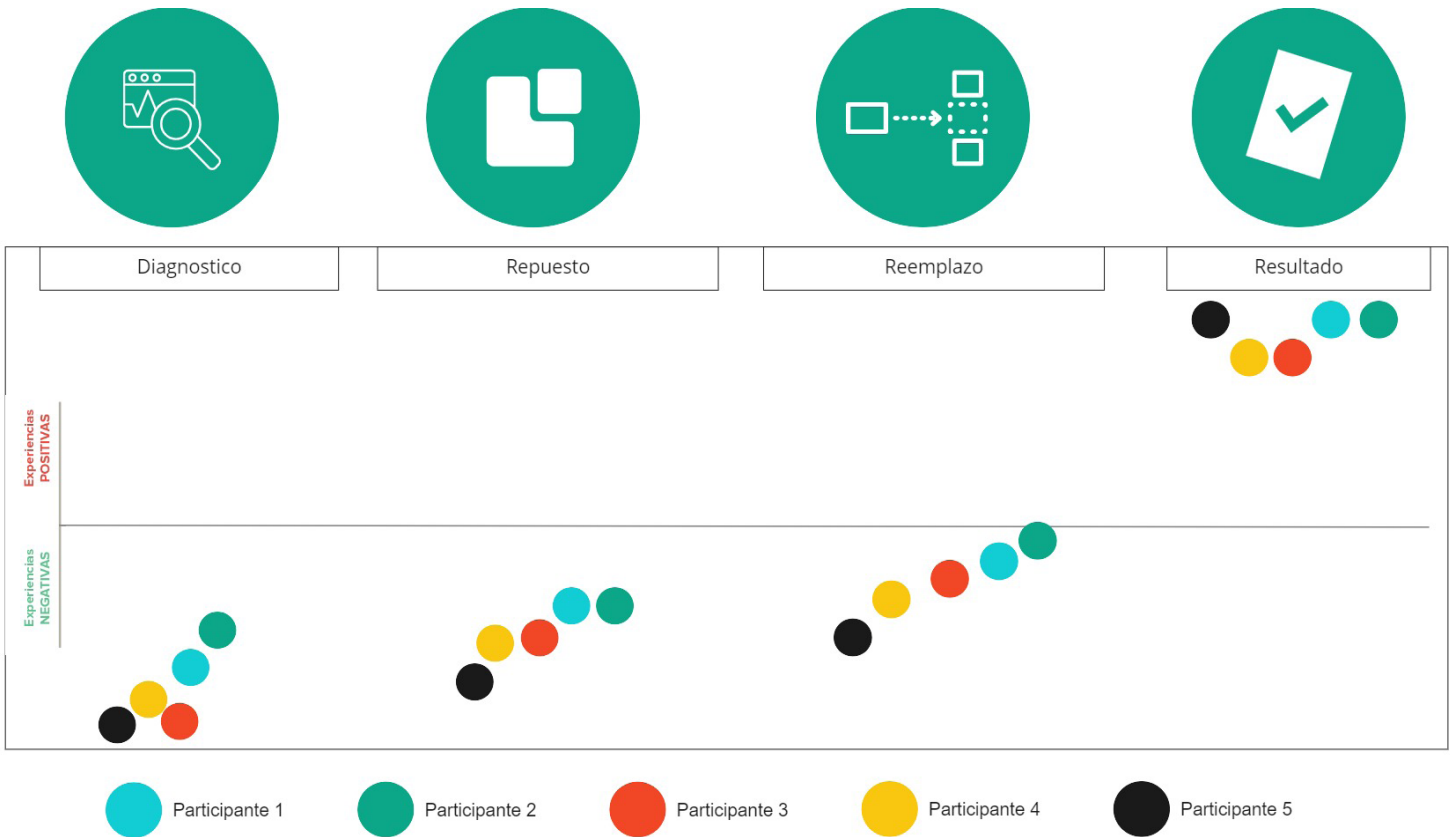


Ilustración 16: Proceso para reparar un AEE según el conocimiento de usuarios reparadores, y el tipo de experiencia de los usuarios comunes dentro de este a partir de la investigación del capítulo anterior. elaboración propia,propia.

A partir de las respuestas, las razones de los usuarios para tener malas experiencias en las etapas iniciales se debió mayormente al desconocimiento de como realizarlas, entre sus razones también mencionaban no tener tiempo o la capacidad de realizar las etapas sin la información correcta o ayuda de alguien que supiese.

Las respuestas fueron mas positivas en la etapa de reemplazo solo si es que tuviesen instrucción o la información clara sobre que están reemplazando y que no involucre mayores conocimientos técnicos que desconozcan. Y evidentemente en caso de que si lograsen realizar una reparación, los usuarios se sentirían mas positivos en cuanto a ellos mismos y el proceso.

5.3.- Encuestas

Para profundizar la información levantada en los subcapítulos anteriores, se realizaron una serie de encuestas para conocer en mayores números la postura de los usuarios respecto a la separabilidad de AEE y otros aspectos que los afectan al momento de decidir que hacer frente a una falla, que se verán a continuación.

La encuesta se hizo con el objetivo de conocer la postura sobre reparar de los usuarios en grandes números, y estandarizar mas las preguntas para recopilar respuestas claras y concisas. Las preguntas fueron orientadas a las acciones que hacen los usuarios con un AEE una vez que se avería y que factores los llevaron a tomar la decisión, por ultimo, la muestra consistió de 53 participantes, en su mayoría compuesta por estudiantes universitarios. Los resultados más importantes serán analizados a continuación:

¿Alguna vez has reparado un aparato electrónico?

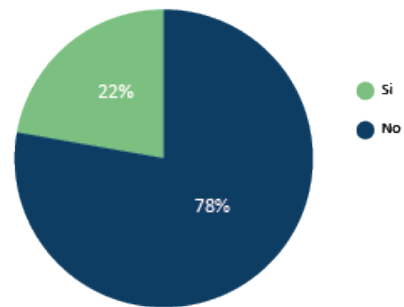


Gráfico 9: Pregunta n2 de la encuesta. elaboración propia.

¿Que obstáculo te impide reparar un aparato electrónico?

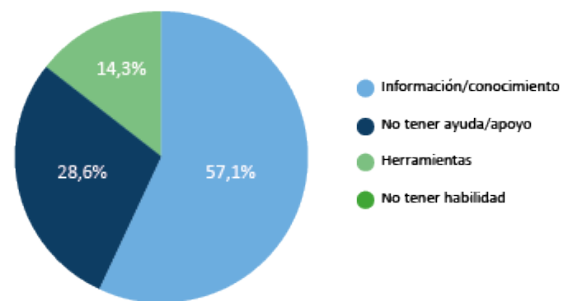


Gráfico 10: Pregunta n7 de la encuesta. elaboración propia.

Comparando las respuestas de la encuesta con lo expuesto en el subcapítulo anterior, se refuerza que los usuarios como consumidores están mostrando la inclinación a reparar sus aparatos ya que 48,4% de los usuarios deciden depender exclusivamente de algún tipo de servicio técnico para recuperar sus aparatos (Gráfico 8). Por otro lado, un 57% de los encuestados consideran la falta de información/conocimiento el mayor obstáculo para realizar una reparación mientras que un 28,6% requieren de algún tipo de apoyo.

A partir de las respuestas se puede inferir que a pesar de la brecha entre los usuarios con sus aparatos al momento de reparar ellos están interesados en involucrarse mas con estos (Gráfico 10, Gráfico 12), donde al menos un 86,7% dice que esta dispuesto a reparar si es que recibiesen algún tipo de apoyo o ayuda.

¿Qué es lo que haces cuando un aparato electrónico se avería?

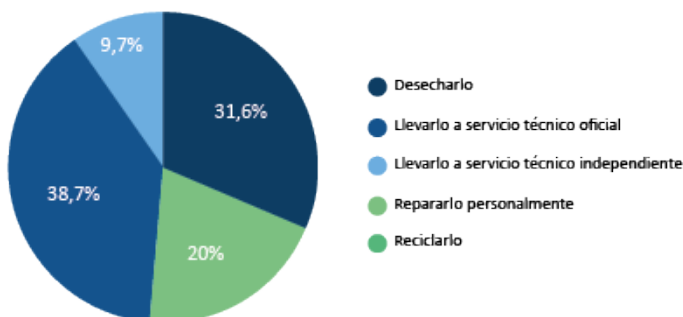


Gráfico 8: Pregunta n1 de la encuesta. elaboración propia.

En una escala del 1 al 7, donde 7 es muy importante ¿Qué tan importante es para ti que un aparato electrónico sea reparable?

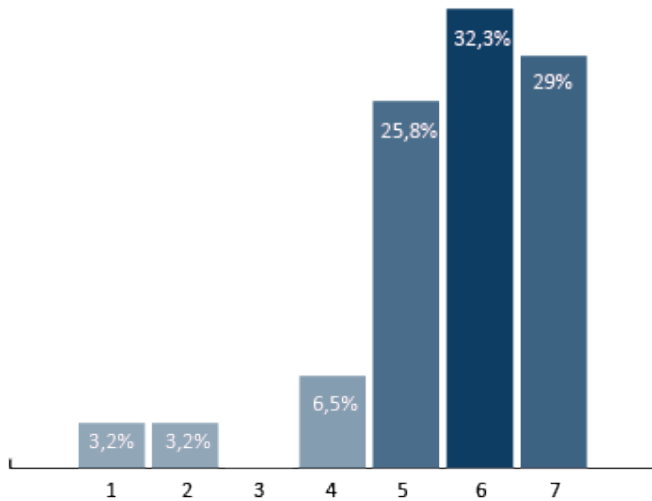


Grafico 11: Pregunta n8 de la encuesta. elaboración propia.

Por otro lado, la actitud de los consumidores en ser prácticos con sus aparatos considerando el proceso de reparación dentro de lo que saben, como se menciona en el subcapítulo anterior, apoya el objetivo de complementar el proceso de reparación del usuario, este ultimo punto fue abordado con mayor detalle por Joaquín Ratto (2019), en que confirma que 55% de las personas verían con mayor preferencia un AEE si pudiese ser reparado sin mayores dificultades. En el caso de aquellos que pueden repararlos consideran que les ha traído beneficios (Gráfico 16), y según un 58,3% confirman que son problemas sencillos posibles de reparar.

¿Consideras importante saber como identificar una falla en un aparato electrónico?

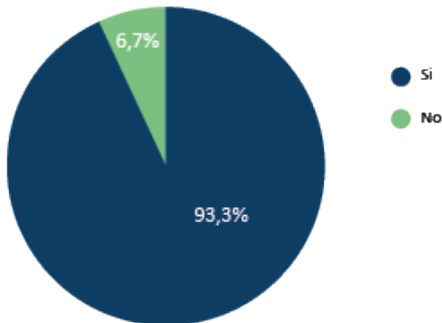


Grafico 12: Pregunta n11 de la encuesta. elaboración propia.

¿Estarías dispuesto/a a reparar un aparato electrónico si recibieras ayuda?

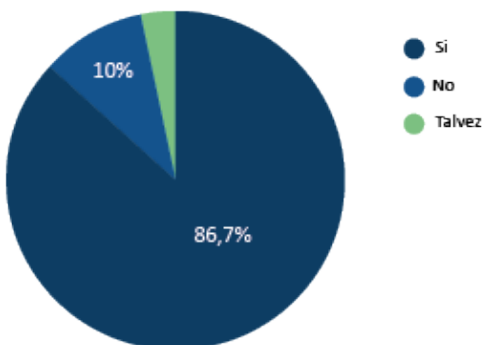


Grafico 13: Pregunta n12 de la encuesta. elaboración propia.

¿Crees que reparar tus propios aparatos te ha traído beneficios?

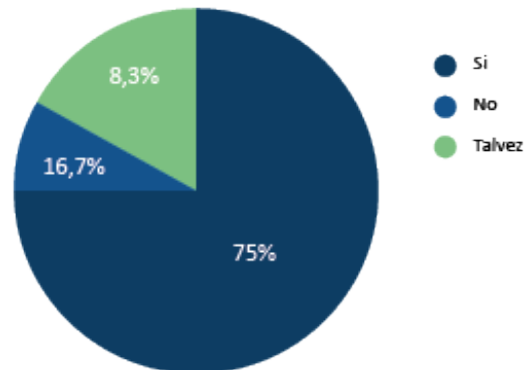


Grafico 16: Pregunta n5 de la encuesta. elaboración propia.

¿Como definirías los problemas que has reparado?

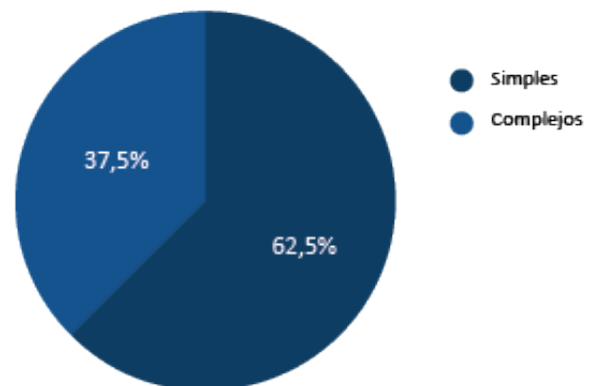


Grafico 17: Pregunta n6 de la encuesta. elaboración propia.

5.4.- Perfil de Usuario

A partir de las respuestas y comentarios de las entrevistas que se realizaron a los usuarios complementado con las respuestas recopiladas en ambos estudios, se realizó

un mapa de empatía del usuario, seguido de un mapa de valor y un perfil de este, para finalmente concretizar en un tipo de usuario con características particulares.



Ilustración 17: Mapa de empatía de los usuarios entrevistados y encuestados, elaboración propia

y posteriormente se ordenaron las observaciones mas importantes de cada uno de mayor a menor importancia para concretar cuales se deben priorizar para la solución.



Ilustración 19 Observaciones del mapa de valor. elaboración propia



Ilustración 20 Observaciones del perfil de usuario. elaboración propia



Ilustración 21: Observaciones del mapa de empatía. elaboración propia

El usuario objetivo se caracteriza por:

- Se preocupa por sus aparatos y el daño que genera si los desecha.
- Demuestra interés en reparar sus AEE pero carece del tiempo.
- Carece del conocimiento sobre AEE y como repararlos.
- Evita comprar aparatos que no necesita.
- Necesita ayuda para realizar una reparación

5.5.- Diagrama de interacción

Apartir del estudio y lo realizado respecto a los usuarios y sus barreras y desafíos para reparar un AEE, se considera que;

- Los usuarios que no tienen experiencia para reparar requieren de apoyo y guía para facilitarles el proceso de reparación.
- Consideran el reciclaje del aparato si es que no pueden repararlo, sin embargo no buscan información al respecto o no saben como hacerlo bien.
- El proceso de reparación debería también facilitarle a los usuarios la información para realizar una reparación personal o a través de un servicio aparte.
- El proceso de reparación de un aparato depende en gran medida de la complejidad de este.

Según estos puntos, se propone la siguiente diagrama de interacción de experiencia; (ilustración 22)

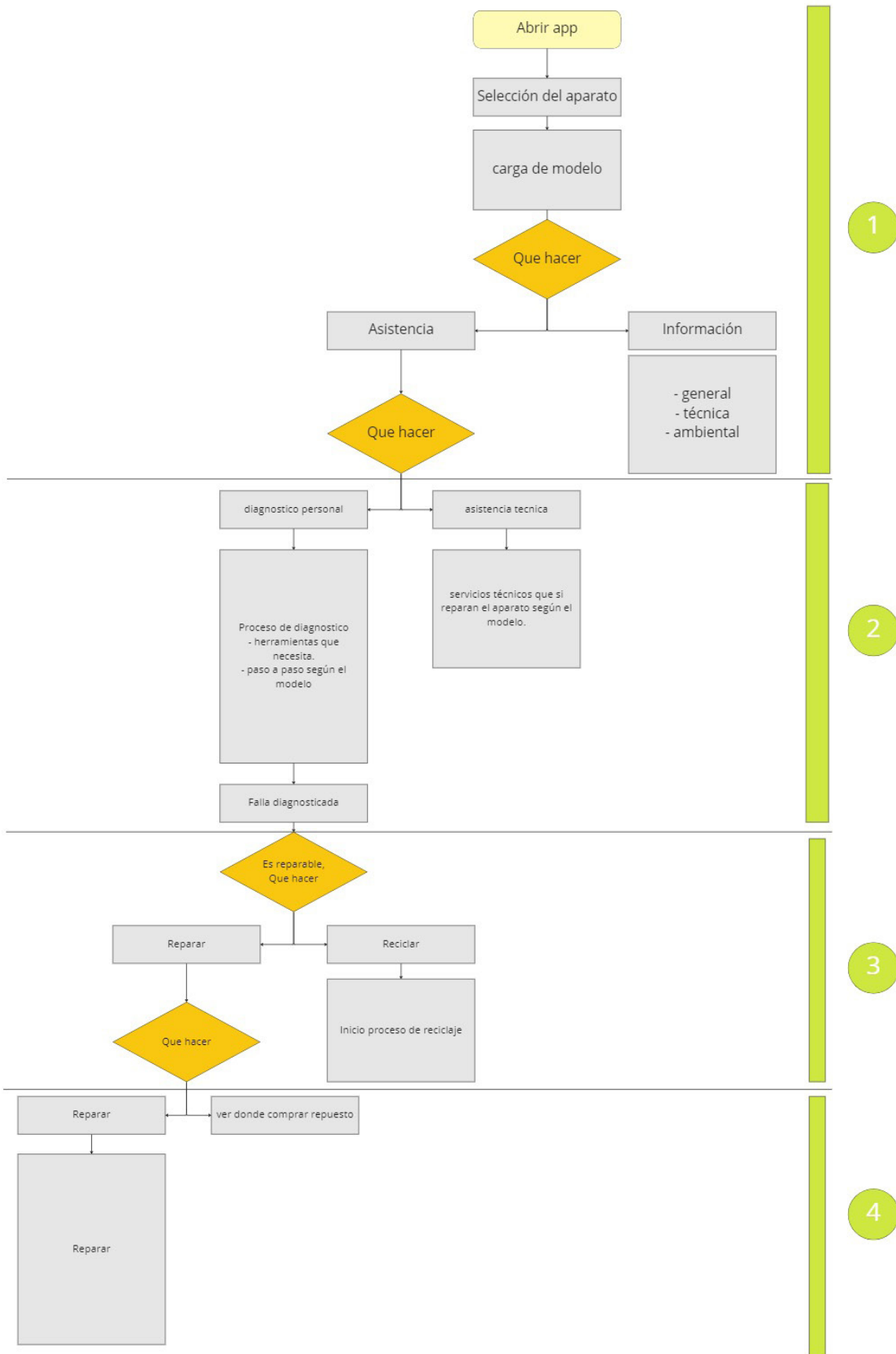


Ilustración 22: propuesta de experiencia para realizar una reparación con realidad aumentada. elaboración propia.

La experiencia de guía propuesta para ayudar al usuario a realizar una reparación consta de 4 etapas, en las cuales en cada una es un proceso en el cual el usuario puede elegir realizar o no, a medida que avanza este recibe información para poder reparar un aparato según el que haya elegido en el módulo 1. Las etapas de la experiencia son las siguientes;

1.- El primero módulo de la experiencia consta de la selección e información del aparato electrónico que el usuario necesita ver en realidad aumentada. El modelo de cada aparato sería descargado a partir de un servidor y una vez que este es visualizado en realidad aumentada, el usuario puede elegir entre ver su información general o avanzar al siguiente módulo, que es recibir información de servicios técnicos que puedan o iniciar el proceso de diagnóstico del aparato si es que decide hacer él una reparación propia.

2.- El módulo 2 de la experiencia es el inicio para reparar el AEE, al inicio de este módulo el usuario puede elegir entre que su aparato sea reparado por un servicio técnico externo o realizar la reparación él mismo comenzando por hacer la etapa de diagnóstico dentro del proceso de reparar mientras es guiado por guías e indicaciones en realidad aumentada. El propósito es que a partir de la información del aparato entregada a través del modelo en realidad aumentada se complemente la decisión del usuario de elegir reparar el aparato en este módulo, entregándole información de servicios técnicos que podrían ver la reparación de su aparato. En caso de que el usuario decida realizar la reparación de un AEE por su cuenta, entonces tendrá que realizar primero la etapa de diagnóstico del aparato, de igual manera que la etapa de diagnóstico que se levantó de los entrevistados reparadores en capítulos anteriores, el usuario comenzaría a testear los componentes del aparato desde el problema más sencillo e ir subiendo en complejidad hasta dar con la falla del aparato. En esta etapa el usuario tendrá que ir desarmando el aparato para ir comprobando los distintos componentes por fallas, por lo que la duración de este proceso depende de la complejidad del aparato como también que tanto se puede estandarizar y acortar este proceso al diseñarlo para un AEE en particular.

3.- En el módulo 3 pueden ocurrir 2 resultados una vez que la falla del aparato es encontrada a partir del proceso de diagnóstico, por un lado es que la falla sea reparable y la experiencia permite continuar hacia el siguiente módulo o por otro lado, que la falla no sea reparable según las decisiones y diagnósticos hechos en la etapa de diagnóstico del módulo 2, entonces se guía al usuario para que pueda reciclar su aparato, el usuario en este proceso sería indicado con que componentes del aparato pueden ser sustraídos y donde habría que llevarlos a partir de la información que el sistema tiene de los componentes del aparato y la localización del usuario en el momento.

4.- Finalmente el último módulo de la experiencia es la compra del repuesto o la solución siendo aplicada en el AEE, si la solución a la falla es un repuesto que reemplaza el componente averiado, entonces el usuario recibe información sobre que componente es, como se ve en un modelo y donde poder conseguirlo, una vez que adquiere el repuesto puede comenzar la etapa de reemplazo en la reparación, donde es guiado de igual manera para reemplazar el componente averiado y en el proceso volver armar el AEE dependiendo de que tanto lo haya desarmado en el módulo 2.

5.6.- Realidad aumentada para complementar la reparación

Para explorar el rol y la efectividad de la realidad aumentada dentro del proceso de reparación se testeó uno de los módulos de la experiencia desarrollada en el capítulo anterior y se visualizó con realidad aumentada. La experiencia elegida a prototipar fue la experiencia en el módulo 4, que consta del proceso de reemplazar el componente del AEE y poder volver a armar el objeto una vez reparado.

Dicho esto, el prototipo de esta investigación consta de diseñar y poner a prueba la utilidad de la realidad aumentada en una experiencia de guía para un usuario simulando una reparación, y posteriormente compararlo con otros recursos de apoyo que usan los reparadores.

El objeto físico que se diseñó para simular el aparato se pensó para que pusiese un desafío a los usuarios para desarmarlo, reemplazar el componente y volverlo a armar, para eso se diseñó para que usara desde uniones con tuercas y tornillos pequeños hasta encajes y piezas deslizantes, una vez hecho el objeto para simular el AEE a reparar se desarrolló un modelo en 3d de este para replicarlo en un entorno de realidad aumentada.

Este objeto se diseñó primero en un entorno 3d y fue replicado en Zapworks para comenzar a construir la experiencia con realidad aumentada. Para guiar al usuario a través de esta experiencia y poner a prueba la efectividad de esta tecnología, el modelo en realidad aumentada utilizaría recursos como animaciones, colores e instrucciones interactivas para complementar las acciones del usuario durante este proceso.

Una vez realizado el prototipo, se hizo un video tutorial con el objeto físico para ser comparado con las indicaciones del modelo en realidad aumentada en un testeó.

Para llevar a cabo el testeó de la utilidad de la realidad aumentada a partir de la experiencia propuesta, se

planteó la siguiente hipótesis; una experiencia en realidad aumentada es más efectiva para realizar una reparación que el recurso de usar videos como guía.

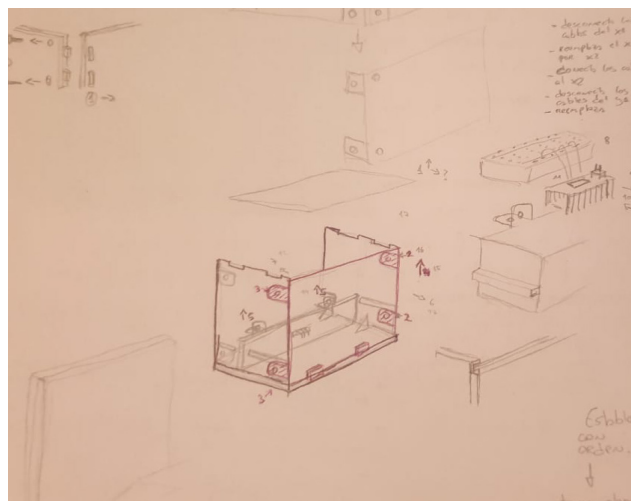
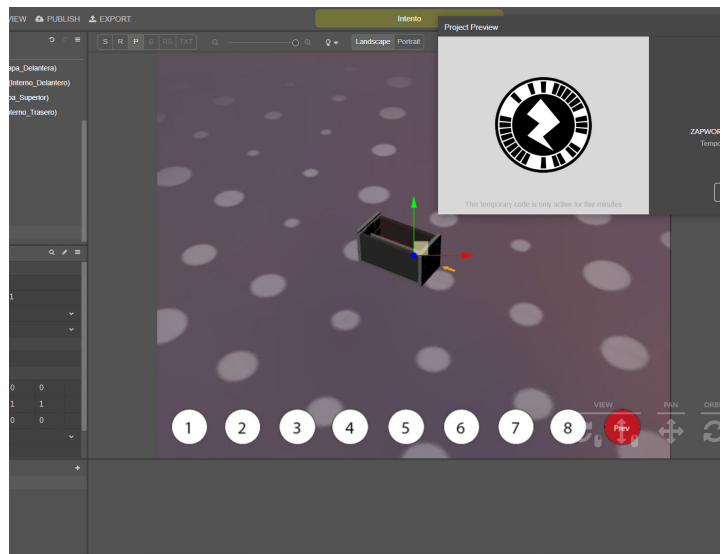
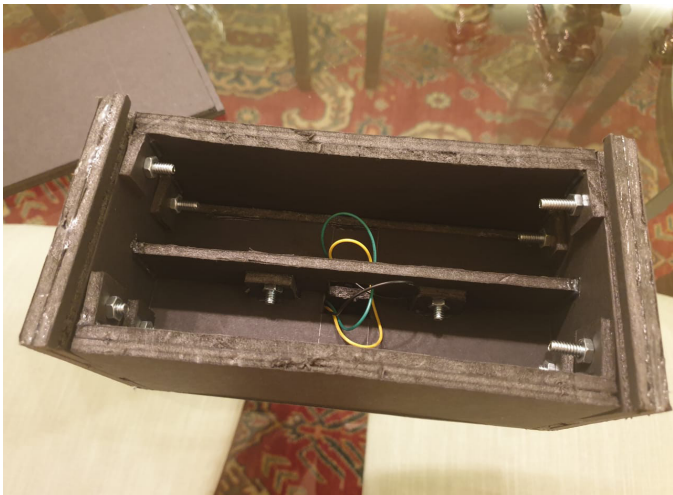


Ilustración 22: propuesta de experiencia para realizar una reparación con realidad aumentada. elaboración propia.





Análisis e interpretación de resultados

6

6.- Análisis e interpretación de resultados

Habiendo realizado las pruebas durante el capítulo anterior, corresponde analizar los resultados obtenidos. Si bien las pruebas de tiempo no muestran mucha variación entre usar un sistema o el otro, en los momentos que si se podía evidenciar variaciones de tiempo, los usuarios que usaron el video para realizar la experiencia tuvieron mayores dificultades para seguir adelante con el testeo que los usuarios de realidad aumentada, esto se evidencia con mas claridad en los comentarios en cuanto a la tecnología y la experiencia que entregan los usuarios respecto a la diferencia entre una reparación guiada con realidad aumentada y otra guiada a través de un video.

Entre los resultados registrados, los resultados de acuerdo a los usuarios que fueron testeados son los siguientes;

¿Que tipo de recurso usaste para realizar la experiencia?

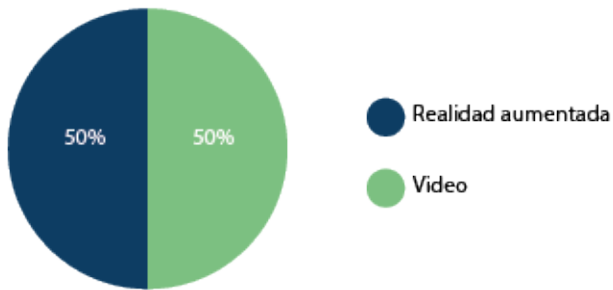


Gráfico 19: Pregunta n1 de la encuesta de testeo realidad aumentada. elaboración propia.

El 50% de los usuarios de la muestra hicieron la experiencia utilizando realidad aumentada mientras que el otro 50% la realizo usando un video como recurso. Dicho esto, a los usuarios que realizaron la tarea en realidad aumentada dieron mejores puntajes en cuanto a la dificultad y la calificación general de la experiencia que los usuarios que realizaron la tarea usando el video.

En un rango del 1 al 7. ¿Qué tan difícil fue seguir las indicaciones para completar la experiencia?

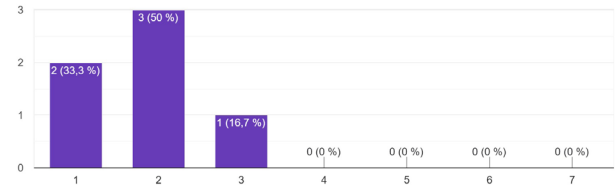


Gráfico 21: Pregunta n3 de la encuesta de testeo realidad aumentada. elaboración propia

¿Cómo calificarías la experiencia usando realidad aumentada?

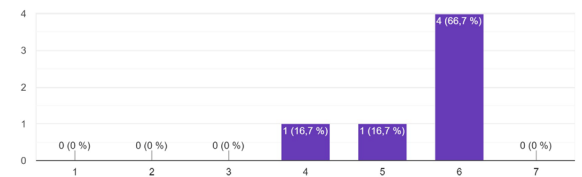


Gráfico 20: Pregunta n2 de la encuesta de testeo realidad aumentada. elaboración propia

¿Usarías una guía con realidad aumentada para reparar como lo hiciste ahora?

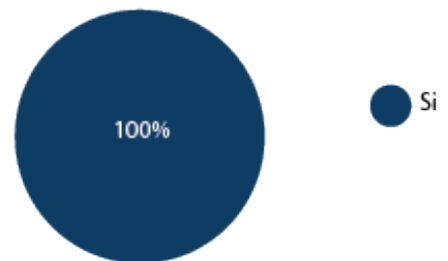


Gráfico 22: Pregunta n4 de la encuesta de testeo realidad aumentada. elaboración propia

En estos aspectos la realidad aumentada les fue más útil a los usuarios que la usaron en comparación con quienes usaron videos para realizar la experiencia, los mayores comentarios respecto al uso de realidad aumentada por sobre el video fueron en la libertad de poder visualizar los modelos y piezas del “aparato” con mayor claridad que en el caso de un video, además de que los procesos para llevar a cabo las distintas reparaciones podrían basarse en conocimientos existentes de fuentes confiables como de IFixIt.

Sin embargo producto del alcance de desarrollo de prototipo, también se criticaron de la realidad aumentada principalmente aspectos técnicos en cuanto a que tan clara pueden ser las instrucciones para hacer la reparación, por lo que se puede interpretar que esta experiencia en términos de tecnología puede mejorar para hacerla más efectiva.

Para el caso de los usuarios que realizaron la experiencia a través de un video, sus calificaciones fueron las siguientes.

En cuanto a la hipótesis planteada durante el desarrollo del prototipo, se puede decir que la realidad aumentada en las condiciones en las que se desarrolló el prototipo no es más efectiva como guía para reparar un AEE en comparación con un video en cuanto a la velocidad de hacerlo pero si recibió comentarios positivos que dan a interpretar que podría ser más efectiva en etapas posteriores de desarrollo, y que puede entregar información más clara para complementar la tarea del usuario de reparar un AEE en comparación a un video.

En un rango del 1 al 7. ¿Qué tan difícil fue seguir las indicaciones para completar la experiencia?

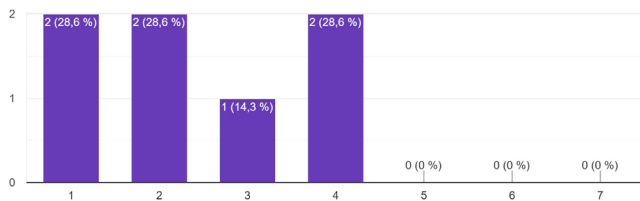


Grafico 23: Pregunta n1 de la encuesta de testeo video. elaboración propia

¿Te interesaría recibir asistencia para reparar un aparato eléctrico/electrónico?

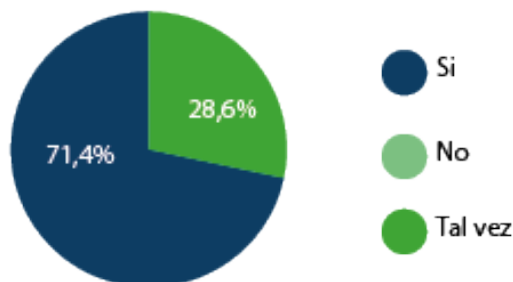


Grafico 24: Pregunta n2 de la encuesta de testeo video. elaboración propia

Conclusiones y proyecciones

7

7.- Conclusiones y proyecciones

Durante el desarrollo de esta investigación, se ha evidenciado el rol del diseñador como agente de cambio, proponiendo nuevas soluciones a problemas presentes y futuros que se apoyen en las tecnologías y generen valor, conocimientos o impulsen la interacción de las cosas.

La hipótesis de la investigación se concluye que una experiencia en realidad aumentada si puede complementar a los consumidores para reparar sus aparatos electrónicos y eléctricos, si bien la hipótesis planteada en el testeo no demostró comprobar la efectividad superior de esta tecnología por sobre otros recursos como videos, si la posiciona como un recurso igual de efectivo y con potencial de ser mejor si se desarrolla con mas tiempo y recursos. Además, pienso que esta investigación deja una ruta de exploración abierta para que desde el diseño se pueda seguir desarrollando y corrigiendo la propuesta de experiencia que se presento. La reparación de objetos que son cada vez mas complejos como los AEE es una experiencia que podría estandarizarse a partir de los puntos expuestos en esta investigación y abrirla a las personas que no tienen experiencias previas con esta actividad, pero también para lograr esto es necesario un trabajo colaborativo que facilite este proceso no solo desde la información de reparación, sino también desde el diseño de los productos para que estos no continúen en el tiempo siendo mas complejos y promoviendo la cultura del desecho. Además que sirva para continuar explorando la tecnología de realidad aumentada en otros ámbitos y actividades que puedan resolver

Considerando las posibilidades de seguir explorando esta área se recomienda continuar desarrollando los demás módulos y validarlos para concretar la experiencia en un servicio futuro.

Referencias bibliográficas

8

8.- Referencias bibliográficas

- (1) UNEP, PACE, ITU, ILO, UNIDO, UNU, Garam Bel, Carolien van Brunschot, Nick Easen, Vanessa Gray, Ruediger Kuehr, Athanasios Milios, lyngararasan Mylvakanam, J. P. (2019). *A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot*. World Economic Forum, January, 1–24. www.weforum.org
- (2) Lloyd, C. (2019). *Apple Is Locking iPhone Batteries to Discourage Repair*. Recuperado en Septiembre 25, 2022, desde iFixit website: <https://es.ifixit.com/News/32343/apple-is-locking-batteries-to-iphones-now>
- (3) Soto, Josefina Basoalto (2021). QUINCE.
- (4) Ratto, J. D. (2019). *Estableciendo los cimientos para el desarrollo de una nueva industria de aparatos electrónicos enfocada en la modularización*.
- (5) Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., Bel, G., Jinhui, L., Khetriwal, D. S., Linnell, J., Magalini, F., Nnororm, I. C., Onianwa, P., Ott, D., Ramola, A., Silva, U., Stillhart, R., Tillekeratne, D., Van Straalen, V., Wagner, M., & Yamamoto. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and Resources*. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf
- (6) LeBel, S. (2016). *Fast Machines, Slow Violence: ICTs, Planned Obsolescence, and E-waste*. *Globalizations*, 13(3), 300–309. <https://doi.org/10.1080/14747731.2015.1056492>
- (7) Krebs, S., & Weber, H. (2021). *Rethinking the history of repair: Repair cultures and the “lifespan” of things*. *The Persistence of Technology: Histories of Repair, Reuse and Disposal*, 27–48.
- (8) World Economic Forum. (2015). *Industry Agenda Prepared in collaboration with the Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company*. January.
- (9) Florida, R. (1991). *The new industrial revolution*. In *Futures* (Vol. 23, Issue 6). [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(91\)90079-H](https://doi.org/10.1016/0016-3287(91)90079-H)
- (10) Bernasconi, G. (2019). *Technical cultures of repair, from prehistory to the present day*. 1–7.
- (11) Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*.
- (12) Hatch, M. (2014). *The Maker Movement Manifesto*. *The Maker Movement Manifesto*, 1–31.
- (13) Ellen MacArthur Foundation. (2016). *Empowering Repair*. Ellen MacArthur Foundation, October, 16. <https://emf.thirdlight.com/link/cm1ae9odloe1-s53z5b/@/preview/1?o>
- (14) Krebs, Stefan/Schabacher, Gabriele/Weber, Heike: “Kulturen des Reparierens und die Lebensdauer der Dinge”, in: id. (eds.): *Kulturen des Reparierens: Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: transcript 2018, p. 9–46
- (15) Kwan, P. (2016). *Exploring Japanese Art and Aesthetic As Inspiration for Emotionally Durable Design*. *Designedasia.Com*, 1–15. Retrieved from http://www.designedasia.com/2012/Full_Papers/Exploring_Japanese_Art_and_Aesthetic.pdf
- (16) Gelber (1997). *Do-It-Yourself: Construction, Repairing and Maintaining Domestic Masculinity*. *American Quarterly*. doi:10.1353/aq.1997.0007
- (17) McKellar, S.; Sparke, P. (eds.). *Interior Design and Identity*.
- (19) Reith, Reinhold: “Reparieren: Ein Thema der Technikgeschichte?”, in: Reith, Reinhold/Schmidt, Dorothea (eds.): *Kleine Betriebe – Angepasste Technologie? Hoffnungen, Erfahrungen und Ernüchterungen aus sozial- und technikhistorischer Sicht*, Münster et al.: Waxmann 2002, p. 139–161, p. 161.
- (20) Wagner, M., Baldé, C. P., Luda, V., Nnororm, I. C., Kuehr, R., & lattoni, G. (2022). *Monitoreo Regional De Los Residuos Electrónicos*. 130–144. https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2022/01/REM_LATAM_2022_ESP_Final-1.pdf
- (21) Softwasre Testing help. (2022). *What Is Augmented Reality – Technology, Examples & History*. Recuperado en Noviembre 11, 2022, desde Softwasre Testing help website: https://www.softwaretestinghelp.com/what-is-augmented-reality/#Types_Of_AR
- (22) Rigueros, C. (2017). *La realidad aumentada: lo que debemos conocer*. *TIA*, 5(2), pp. 257-261.
- (23) Onirix. (sf). *Diferentes tipos de Realidad Aumentada*. Recuperado en Noviembre 1, 2022, desde Onirix website: <https://www.onirix.com/es/aprende-sobre-ra/diferentes-tipos-de-realidad-aumentada/>
- (24) Bernard, E. (2015). *Fixing Things*. *Personal Effects*, 111–116. <https://doi.org/10.5422/fordham/9780823262274.003.0008>
- (25) Yan, W. (2022). *Augmented reality instructions for construction toys enabled by accurate model registration and realistic object/hand occlusions*. *Virtual Reality*, 26(2), 465–478. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00582-7>

