**ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA TOULOUSE LAUTREC**

# Dispositivo de monitoreo y purificación del aire con interacción y diseño sensorial en hogares urbanos de Lima

**PROYECTO DE INNOVACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN DISEÑO DE PRODUCTO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**PRESENTADA POR**

Alexa Fernanda Carquin Jaramillo
DNI: 61844541, Perú

**ASESOR**

Martha Sofia Mercedes Millan Reyes
DNI: 76965994, Perú
ORCID: 0000-0002-2892-4921

**JURADO**

Martha Sofia Mercedes Millan Reyes
Flor Milagros Gutiérrez Marquez
Marycielo Ramirez Trujillo

**Lima, septiembre 2026**

# Informe-0000031032-Carquin.docx.pdf

Desarrollo Educativo S.A. Instituto Toulouse Lautrec

## Detalles del documento

Identificador de la entrega
**trn:oid:::11391:614444045**

Fecha de entrega
**14 ago 2026, 8:05 p.m. GMT-5**

Fecha de descarga
**14 ago 2026, 8:39 p.m. GMT-5**

Nombre del archivo
**Informe-0000031032-Carquin.docx.pdf**

Tamaño del archivo
**9.1 MB**

**53 páginas**

**10.809 palabras**

**63.003 caracteres**

# 18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

## Fuentes principales

9% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Dedicatoria

Dedico este proyecto, en primer lugar, a mis padres, quienes han sido y continúan siendo mi mayor apoyo. Gracias a su amor, esfuerzo y confianza, he podido seguir adelante, disfrutar de lo que amo y perseguir cada una de mis metas.

Asimismo, lo dedico a mis hermanos, quienes siempre han estado a mi lado, especialmente en los momentos más difíciles. Su apoyo, compañía y constante motivación me dieron la fortaleza para no rendirme y continuar haciendo aquello que me apasiona.

Finalmente, agradezco a toda mi familia por acompañarme en cada etapa de este camino. Este logro también les pertenece a ustedes. Los amo profundamente.

**Agradecimiento**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto. En especial, a mi mamá, quien estuvo siempre atenta a brindarme su ayuda, acompañándome y motivándome en cada etapa del proceso.

Asimismo, agradezco a todas las personas que participaron en las encuestas, por su tiempo, disposición y valiosa colaboración, ya que sus aportes fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, agradezco a mi profesora por su paciencia, orientación y disposición para resolver mis dudas a lo largo de este proceso, contribuyendo significativamente a la culminación de este proyecto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO


**I. Información general** **1**

1.1 Título del Proyecto de Innovación 1

1.2 Resumen del Proyecto de Innovación 1

1.3 Contextualización del Proyecto de Innovación 2

**II. Descripción de la innovación** **5**

2.1 Planteamiento del Problema 5

2.2 Población beneficiaria 6

2.3 Objetivo(s) del proyecto 8

2.4 Marco referencial 9

2.4.1 Antecedentes 9

2.4.2 Consideraciones teóricas 10

2.4.3 Casos o experiencias previas 11

2.5 Proceso creativo y experimentos 11

2.5.1 Información sobre el usuario(s) 11

2.5.2 Información sobre el mercado 14

2.5.3 Concepto y Propuesta de Valor 17

2.5.4 Diseño de producto/servicio 18

2.5.5 Modelo de Negocio 20

2.5.6 Resultados esperados 23

2.5.7 Prototipos desarrollados 24

2.5.7.1 Prototipo de baja definición 24

2.5.7.2 Prototipo de alta definición 25

2.5.8 Experimentos 25

2.5.8.1 Actividades y pruebas realizadas 26

2.5.8.2 Resultados y validación de las hipótesis 26

2.5.8.3 Métricas 27

**III. Estimación de costos 28**

3.1 Presupuesto 28

3.1.1 Personal (Recursos Humanos) 29

3.1.2 Materiales y componentes 29

3.1.3 Inversión de producción estimada del producto final 30

3.1.3.1 Equipamiento 31

3.1.4 Operacionales y Servicios de Validación 31

**IV. Conclusiones y recomendaciones 33**

4.1 Conclusiones 33

4.2 Recomendaciones 34

**V. Referencias Bibliográficas 35**

**VI. Anexos 38**

6.1 Anexo 1 38

6.2 Anexo 2 41

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Hallazgos por entrevistado 27

Tabla 2. Recursos del proyecto 29

Tabla 3. Materiales del proyecto 29

Tabla 4. Inversión de activos fijos 30

Tabla 5. Equipamiento 30

Tabla 6. Recursos operacionales 31

Tabla 7. Presupuesto total y contingencias 31

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problemas 5

Figura 2 Mapa de actores 6

Figura 3 Arquetipo de usuario 12

Figura 4 Mapa de empatía 13

Figura 5 Cuadro comparativo del mercado actual 14

Figura 6 Conceptualización 16

Figura 7 Propuesta de Valor 17

Figura 8 Boceto de diseño 19

Figura 9. Canvas de modelo de negocio 20

Figura 10. Prototipo de baja definición 24

Figura 11. Prototipo de alta definición 25

Figura 12 Pregunta 1 y 2 38

Figura 13 Pregunta 3 y 4 38

Figura 14 Pregunta 5 y 6 39

Figura 15 Pregunta 7 y 8 39

Figura 16 Pregunta 9 y 10 40

Figura 17 Pregunta 11 y 12 40

# I. Información general

## 1.1 Título del Proyecto de Innovación

Halo: Dispositivo de monitoreo y purificación del aire con interacción y diseño sensorial en hogares urbanos de Lima.

## 1.2 Resumen del Proyecto de Innovación

El proyecto de innovación Halo se plantea en el contexto del área estratégica de desarrollo prioritario de Salud y bienestar social y la actividad económica de Industrias manufactureras y busca resolver escasa comprensión de la calidad del aire interior y la limitada interacción que ofrecen los dispositivos actuales de purificación, dificultando que las personas adopten acciones para mejorar el ambiente de sus hogares, teniendo como población beneficiaria adultos jóvenes de 20 a 38 años de Lima Metropolitana que viven en espacios con poca ventilación y presentan alergias leves o sensibilidad respiratoria, interesados en mejorar el bienestar y la calidad del aire en sus hogares.

Se aplicó la metodología de resolución creativa de problemas con herramientas de Design Thinking para tomar como centro al usuario y Lean Startup para impulsar la implementación de los resultados, estas herramientas contemplan la colaboración y el pensamiento visual, como la técnica persona para plantear arquetipos y validar usuarios, mapa de actores para reconocer el contexto y mercado, mapa de trayectoria, para delinear la mecánica de la propuesta, canvas de propuesta de valor, para consolidar el concepto innovador, canvas de modelo de negocio que permita observar la sostenibilidad de la propuesta, entre otras, que son presentadas en detalle en el documento a continuación.

La solución innovadora presentada en forma de propuesta de valor consiste en un dispositivo doméstico que monitorea y purifica la calidad del aire interior, comunicando la información mediante una interfaz visual intuitiva e incorporando una experiencia sensorial basada en aromaterapia natural y un diseño biomimético. Se trata de un producto físico inteligente de sobremesa, fabricado para su producción con plástico HDPE reciclado mediante moldeo por compresión, equipado con un sensor MQ135, sistema de filtración HEPA y carbón activado, pantalla TFT, modos de funcionamiento automáticos y manuales, y

diseñado bajo principios de economía circular mediante el uso de materiales reciclados, diseño desmontable y eficiencia energética, contribuyendo al bienestar social, ambiental y económico.

Para la experimentación se diseñaron un prototipo de baja fidelidad elaborado en cartón para validar dimensiones y configuración espacial, y un prototipo funcional de alta fidelidad fabricado mediante impresión 3D en PLA, utilizados para realizar pruebas presenciales con nueve usuarios del público objetivo y un especialista en neumología, evaluando la comprensión de la información, la usabilidad, la funcionalidad, la percepción del diseño y la experiencia de interacción.

Los resultados validaron la aceptación de la propuesta y permitieron identificar oportunidades de mejora relacionadas con la comunicación visual de los controles y la interfaz del producto.

Se concluye que la solución propuesta demuestra la viabilidad de integrar monitoreo ambiental, purificación del aire e interacción usuario/producto en un dispositivo capaz de comunicar información técnica de forma sencilla, promoviendo una mayor conciencia sobre la calidad del aire y el bienestar dentro del hogar, y se recomienda continuar el desarrollo tecnológico mediante la incorporación de sensores de mayor precisión, optimizar la interfaz de usuario, ampliar las pruebas con una muestra más diversa de usuarios y avanzar hacia la producción del producto mediante moldeo por compresión utilizando plástico HDPE reciclado.

## 1.3 Contextualización del Proyecto de Innovación

El presente proyecto se desarrolla en Lima - Perú, capital que cuenta con entornos urbanos en abundante movimiento y comercio. La propuesta ha sido posicionada específicamente en el interior del hogar, tales como departamentos, casas y/o condominios, pues dichas viviendas suelen encontrarse expuestas constantemente a contaminantes ambientales, como la acumulación de suciedad, la humedad, el uso de productos químicos, la contaminación generada al cocinar y el deterioro de materiales en la propia vivienda,

influyendo significativamente en la calidad del aire y con ello generando problemas a la salud (Molina Esquivel, 2015). Al día la población limeña realiza cientos de actividades en el interior del hogar, generando contaminación que no logra percibirse a simple vista, pero estudios indican que dichos elementos nocivos se encuentran en la atmósfera, provocando efectos adversos a la salud (Ruiz Guajala et al., 2024). La calidad del aire en interiores suele verse comprometida por actividades como el aseo, debido a que los VOCs, conocidos como compuestos orgánicos volátiles, son emitidos por una amplia gama de productos domésticos (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2026). Este caso resulta contradictorio, dado que la población esperaría encontrarse en un entorno propicio para la salud después de haber aseado su vivienda. Sin embargo, diversas investigaciones con pruebas y evidencia tecnológica han demostrado que en muchos casos no ocurre de esta manera. Se ha evidenciado que, a diferencia del aire en el exterior, la concentración de muchos VOCs es periódicamente más alta en el interior (Iriarte et al., 2025), lo que demuestra la relevancia de este problema en espacios habitados. No obstante, al tratarse de contaminación como el CO2 y partículas PM2.5 que son imperceptibles para el ojo humano, a los usuarios se les dificulta identificar cuándo la calidad del aire alcanza niveles críticos ni comprender lo que esto conlleva. Esta situación se ve afectada por la falta de información y educación ambiental sobre la calidad del aire, circunstancia que evidenció sus consecuencias durante la pandemia de COVID-19 (Gonzales Loli et al., 2021) y que continúa limitando cualquier toma de acción del usuario para su mejora.

En este contexto, conocer y medir la calidad del aire dentro del hogar resulta importante, ya que permite a los usuarios identificar contaminantes que no pueden percibirse fácilmente y tomar decisiones para mejorar las condiciones de su entorno. Esta necesidad cobra relevancia debido al tiempo que las personas pasan en espacios interiores y a la presencia de diversas fuentes de contaminación asociadas a las actividades cotidianas del hogar.

Asimismo, gracias al avance tecnológico se han presentado variedad de productos como soluciones factibles que aseguran la buena salud del usuario, tales como purificadores, deshumidificadores y sistemas inteligentes para el hogar, los cuales utilizan sensores ambientales para asegurar su eficiencia, por lo que no es negable su óptima funcionalidad. No obstante, podemos albergar otra problemática más conectada con la actualidad, pues enfocándonos en los principios del diseño de producto, dichos dispositivos no suelen

empatizar ni generar interacción con el consumidor, mucho menos un llamado a la acción, volviéndose un artefacto más en el hogar que solo coexiste con los demás. En la actualidad, este tipo de productos suelen ser elegidos por generaciones precedentes, pues antiguamente solo importaba que dicho aparato cumpla su cometido, pero, realizando un análisis a futuro y enfocándonos en generaciones actuales estos productos ya no generan un impacto en el mercado, ni mucho menos están diseñados para la interacción y/o comunicación con el usuario, pues influenciados por las metodologías de diseño pasadas, estos dispositivos ofrecen un diseño centrado en el funcionamiento técnico y manejan un diálogo especializado, el cual no siempre resulta comprensible para el usuario común. (Kim & Li, 2020). Esta falta de comunicación e interacción de dichos productos, perjudica la comprensión del usuario con la calidad actual de su ambiente. Como consecuencia, los usuarios encuentran limitante identificar con claridad cuándo la calidad del aire se encuentra en condiciones inadecuadas ni qué acciones concretas pueden realizar para mejorarla. Asimismo, dicha falta de comprensión impide que los usuarios reconozcan la importancia de adoptar hábitos simples como ventilar los espacios en ciertos momentos del día, reducir el uso de ciertos productos de limpieza o evitar la aplicación de ambientadores químicos, evitando que ellos mismos contribuyan a un entorno más saludable.

En este sentido, el diseño e información que ofrecen los dispositivos de purificación del aire en la actualidad se centra solo en brindar datos que recibe el sistema y camuflarse en la vivienda, descuidando el significado del diseño centrado en el usuario, volviéndose este un artefacto más dentro del hogar e ignorando la experiencia y conexión que puede generar con las personas. Esto pone en riesgo la permanencia y relevancia del dispositivo en la vida cotidiana, pues generar un vínculo con el consumidor es fundamental para comprender sus necesidades reales; esto implica priorizar los problemas del usuario sobre las soluciones que el producto busca ofrecer (Márquez et al., 2021).

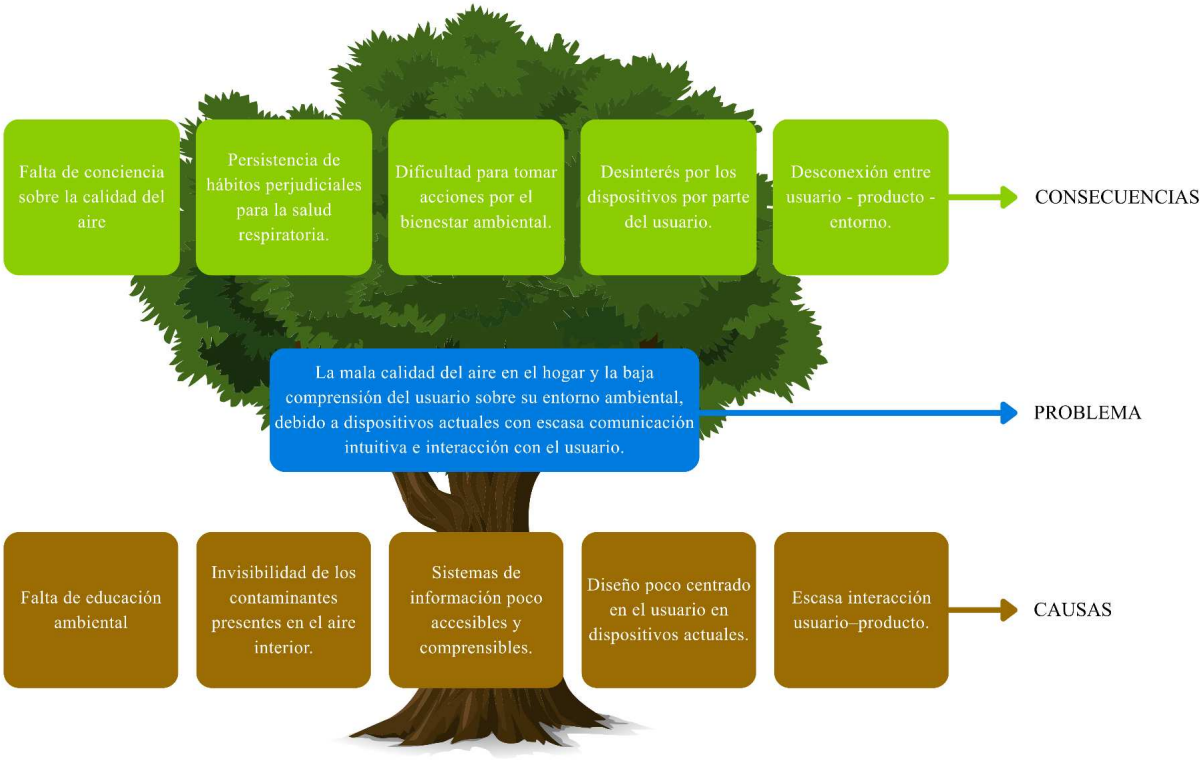
Por ello, resulta fundamental diseñar sistemas pensados desde la experiencia del usuario, permitiendo que estos se integren de manera natural a su rutina diaria y fomenten hábitos orientados al bienestar y la salud ambiental (Biduski et al., 2020). En consecuencia, se evidencia la necesidad de desarrollar soluciones que no solo monitoreen y purifiquen el aire, sino que también comuniquen la información de forma clara, accesible e intuitiva, integrando recursos visuales, sensoriales e interactivos que fortalezcan la relación

usuario-producto. De esta manera, el dispositivo deja de percibirse únicamente como un artefacto tecnológico y se convierte en un elemento activo dentro del hogar, capaz de promover conciencia ambiental, bienestar respiratorio y una experiencia más cercana, comprensible y significativa para el usuario.

## II. Descripción de la innovación

### 2.1 Planteamiento del Problema

*Figura 1 Árbol de problemas*




El árbol del problema permitió identificar que la mala calidad del aire en el hogar y la baja comprensión del usuario sobre su hogar responden a distintos factores presentes tanto en el contexto doméstico como en los dispositivos actuales de monitoreo y purificación del aire.

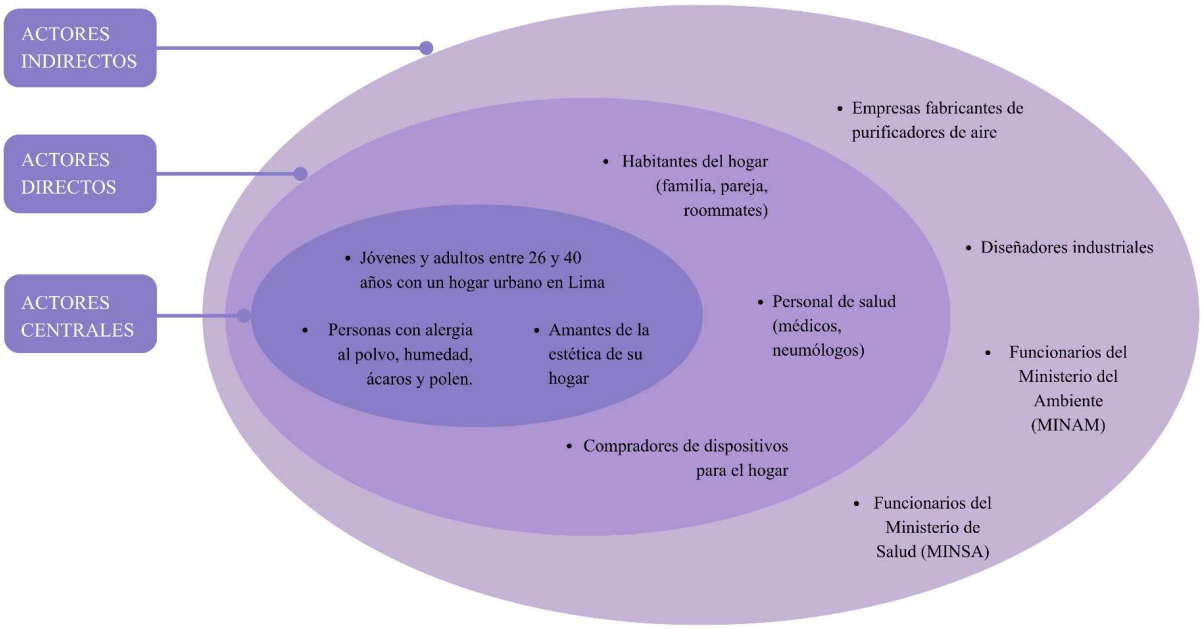
El problema principal se origina, como primer punto, por la invisibilidad de contaminantes presentes en el aire interior, tales como CO2, PM2.5 y VOCs, los cuales no pueden ser percibidos fácilmente por el usuario, dificultando reconocer cuándo el ambiente representa un riesgo para la salud. A ello se suma la falta de educación y conciencia ambiental, ya que muchas personas desconocen las consecuencias de respirar aire

contaminado dentro del hogar y las acciones preventivas que podrían aplicar en su rutina diaria. A su vez, los sistemas de información implementados en dispositivos actuales suelen presentar datos técnicos poco accesibles y comprensibles, impidiendo que el usuario interprete correctamente el estado de su ambiente. Del mismo modo, muchos productos existentes priorizan únicamente la funcionalidad técnica y eficiencia del sistema, descuidando el diseño centrado en la experiencia del usuario. Esto genera dispositivos con interfaces complejas, lenguaje especializado y poca integración con la dinámica cotidiana del hogar. Además, la escasa interacción y conexión usuario-producto provoca que dichos dispositivos sean percibidos únicamente como aparatos tecnológicos, sin generar interés, cercanía ni participación activa por parte de las personas.

Como consecuencia, se desarrolla una falta de conciencia sobre la calidad del aire en el hogar, debido a que el usuario no logra comprender con claridad cuándo el ambiente se encuentra en malas condiciones. Esto también produce dificultad para tomar acciones orientadas al bienestar ambiental, limitando hábitos simples como ventilar los espacios, reducir el uso de productos químicos o evitar contaminantes domésticos. Del mismo modo, la persistencia de hábitos perjudiciales para la salud respiratoria incrementa la exposición constante a contaminantes interiores, favoreciendo molestias respiratorias, alergias y afectaciones al bienestar. Por otro lado, el desinterés y baja valorización de los dispositivos provoca que estos pierdan relevancia dentro de la vida cotidiana, siendo utilizados únicamente de manera superficial o incluso ignorados por el usuario. Finalmente, todo ello genera una desconexión entre el usuario, el producto y el entorno doméstico, donde la tecnología deja de funcionar como una herramienta de conciencia y bienestar ambiental, convirtiéndose únicamente en un artefacto más dentro del hogar. En este contexto, el problema se vincula directamente con el impacto ambiental y social, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 3 (salud y bienestar), ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y ODS 12 (producción y consumo responsables).

### 2.2 Población beneficiaria

*Figura 2 Mapa de actores*




Actores centrales:

En el núcleo central se encuentran jóvenes y adultos entre 26 y 40 años con un hogar urbano en Lima, quienes representan al usuario principal debido a su constante permanencia en espacios interiores y su interés por el bienestar y la estética de su vivienda. Dentro de este mismo nivel se ubican las personas con alergias leves o sensibilidad respiratoria, ya que son más propensas a verse afectadas por contaminantes presentes en el ambiente doméstico. Asimismo, se consideran los usuarios interesados en la estética y experiencia del hogar, debido a que actualmente buscan productos que no solo sean funcionales, sino también visualmente atractivos e integrados a su estilo de vida.

Actores directos:

En el segundo nivel de actores directos se encuentran los habitantes del hogar, como familiares, parejas o roommates, debido a que comparten el mismo entorno y se ven igualmente afectados por la calidad del aire interior. También se incluyen los compradores de dispositivos para el hogar, quienes influyen en la decisión de adquisición de productos relacionados con bienestar, tecnología y salud ambiental. Del mismo modo, los profesionales de salud, especialmente médicos y neumólogos, forman parte de este grupo debido a que poseen conocimiento especializado sobre las consecuencias respiratorias asociadas a ambientes contaminados y pueden validar la relevancia del problema abordado.

Actores indirectos:

Finalmente, en el nivel de actores indirectos se identifican las empresas fabricantes de

purificadores de aire, pues forman parte del mercado y desarrollo tecnológico relacionado con este tipo de soluciones. Asimismo, los diseñadores industriales intervienen indirectamente al influir en la evolución de productos centrados en la experiencia, funcionalidad e interacción con el usuario. Por otro lado, instituciones como el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Salud (MINSA) participan desde un enfoque regulador y preventivo, promoviendo estrategias orientadas a la salud ambiental, calidad del aire y bienestar de la población.

### 2.3 Objetivo(s) del proyecto

Objetivo general:

Diseñar un dispositivo de monitoreo y purificación del aire con interacción sensorial bioinspirada que permita mejorar la comprensión de la calidad del aire en el hogar y fomente la interacción del usuario en Lima, durante el periodo académico 2026-1, específicamente 16 semanas de desarrollo.

Objetivos específicos:

- Analizar las condiciones de calidad del aire en interiores y las necesidades del usuario respecto al bienestar ambiental, interacción y comprensión de dispositivos domésticos, durante las primeras 3 semanas del proyecto.
- Establecer las funciones, requerimientos y sistemas de guía y concientización del dispositivo, orientados a comunicar la calidad del aire mediante estímulos visuales y sensoriales, en un periodo de 2 semanas.
- Desarrollar y validar el funcionamiento técnico del dispositivo mediante pruebas de sensores, componentes electrónicos, programación y ensamblaje del sistema, durante 4 semanas.
- Diseñar y prototipar la propuesta formal del producto mediante principios de biomímesis, humanización tecnológica e integración armónica con el entorno doméstico, en un periodo de 5 semanas.
- Evaluar la comprensión, percepción e interacción del usuario frente al dispositivo propuesto mediante pruebas y validaciones funcionales, durante las últimas 2 semanas del semestre académico.

## 2.4 Marco referencial

### 2.4.1 Antecedentes

Los antecedentes encontrados como fuente de información para apoyar la presente investigación sobre la calidad del aire en interiores y la interacción usuario–producto son los siguientes:

Primer antecedente:

Shah et al. (2024) desarrollaron una investigación con el objetivo de evaluar la calidad del aire en interiores mediante el uso de sensores de bajo costo en un entorno residencial. La metodología fue cuantitativa, midiendo niveles de PM2.5 y CO2 en espacios como cocina y dormitorio. Los resultados evidenciaron que actividades cotidianas como cocinar incrementan significativamente los niveles de contaminación, alcanzando picos elevados de partículas finas. Se concluye que los sensores permiten monitorear continuamente la calidad del aire y fomentar la conciencia del usuario. Este antecedente es relevante porque demuestra cómo el monitoreo puede influir en la percepción del usuario sobre su entorno.

Segundo antecedente:

Paterson et al. (2021) realizaron una revisión sistemática con el objetivo de analizar la relación entre contaminantes del aire interior como PM2.5 y VOCs y enfermedades respiratorias en adultos. La metodología consistió en la recopilación y análisis de estudios epidemiológicos. Los resultados indican que la exposición prolongada a contaminantes en interiores está directamente relacionada con problemas respiratorios y cardiovasculares. Se concluye que la calidad del aire interior es un factor determinante en la salud humana. Este antecedente sustenta la relevancia del problema desde una perspectiva de salud pública.

Tercer antecedente:

Kephart et al. (2020) desarrollaron una investigación con el objetivo de evaluar la contaminación del aire en interiores en viviendas de distintas regiones del Perú, incluyendo Lima. La metodología fue cuantitativa, midiendo concentraciones de PM2.5 y monóxido de carbono en más de 600 hogares. Los resultados evidenciaron niveles elevados de contaminantes en interiores, incluso por encima de los estándares recomendados por la OMS. Se concluye que la contaminación del aire dentro del hogar es un problema extendido que representa un riesgo para la salud. Este antecedente es relevante porque demuestra la presencia real del problema en el contexto peruano.

Cuarto antecedente:

Tapia et al. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de analizar la relación entre la exposición a partículas finas (PM2.5) y los efectos en la salud en Lima Metropolitana. La metodología consistió en un análisis de series temporales combinando datos ambientales y registros de salud. Los resultados evidenciaron que el aumento de la concentración de PM2.5 está asociado a un incremento en enfermedades cardiorrespiratorias. Se concluye que la contaminación del aire representa un riesgo significativo para la salud en contextos urbanos como Lima. Este antecedente aporta evidencia científica sobre las consecuencias del problema en la población local.

### 2.4.2 Consideraciones teóricas

Como señalan Saini et al. (2020), el monitoreo ambiental en interiores permite identificar y analizar variables relacionadas con la calidad del aire, En este contexto, el **$CO_2$** es una variable que permite evaluar la ventilación del hogar, considerando valores menores a **800 ppm** como adecuados y superiores a **1000 ppm** como una ventilación insuficiente (World Health Organization [WHO], 2021). La siguiente variable **PM2.5** es relevante por sus efectos sobre la salud respiratoria; se establece el valor **9 µg/m3** como bueno para un promedio de 24 horas, por lo que valores superiores requerirían una mayor atención (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2026). Por su parte, los compuestos orgánicos volátiles (**COV)** son relevantes porque pueden provenir de productos de limpieza, pinturas, muebles, materiales de construcción, cosméticos y otros productos de uso cotidiano, y aunque no existe un límite universal para el conjunto de COV. Estos parámetros permiten establecer rangos de referencia y generar un **índice de calidad del aire de 0% a 100%**, una medición que facilita al usuario la interpretación del estado ambiental y la toma de decisiones.

Por otro lado, el diseño centrado en el usuario plantea que los productos deben desarrollarse considerando las necesidades, capacidades y experiencias de las personas durante todo el proceso de diseño. Este enfoque busca optimizar la interacción usuario-producto mediante experiencias intuitivas, accesibles y comprensibles, permitiendo una relación más cercana entre el usuario y la tecnología (Godoy et al., 2021). Asimismo, la interacción usuario-producto no solo depende de la funcionalidad técnica, sino también de la experiencia emocional y perceptiva generada durante el uso cotidiano del producto.

Finalmente, el diseño sensorial propone incorporar estímulos visuales, táctiles, sonoros y olfativos con el objetivo de fortalecer la experiencia de uso y generar conexiones emocionales entre el usuario y el producto. La integración de experiencias sensoriales en

productos tecnológicos permite transmitir bienestar, cercanía y satisfacción durante la interacción, favoreciendo experiencias más humanas y significativas dentro del hogar.

### 2.4.3 Casos o experiencias previas

Uno de los casos relevantes es Dyson Purifier, desarrollado por la empresa Dyson, el cual integra sistemas de purificación inteligente con monitoreo en tiempo real mediante sensores ambientales y visualización digital de datos sobre calidad del aire. Sin embargo, pese a sus capacidades funcionales, su interacción continúa centrada principalmente en métricas técnicas y pantallas informativas, manteniendo una relación más tecnológica que emocional con el usuario.

Otro caso relevante es Starkvind de Ikea, un purificador de aire diseñado bajo una propuesta más integrada al mobiliario doméstico. Este dispositivo busca reducir el impacto visual de los purificadores tradicionales mediante una apariencia más cálida y adaptable al entorno interior. Plantea una aproximación más cercana al usuario al combinar funcionalidad y estética dentro del hogar. No obstante, aunque mejora la integración visual del producto, mantiene una interacción limitada respecto a la comprensión de la calidad del aire y la generación de conciencia ambiental.

Finalmente, Briiv Air Filter representa un caso orientado hacia la sostenibilidad y biomímesis dentro del diseño de purificadores de aire. El dispositivo utiliza materiales naturales y biodegradables, incorporando filtros compuestos por musgo, coco y fibras reciclables con el objetivo de transmitir una experiencia más orgánica y cercana a la naturaleza. Además, su lenguaje formal busca alejarse de la estética industrial tradicional de los dispositivos tecnológicos. Este caso resulta relevante debido a que demuestra cómo la integración de sostenibilidad, biomímesis y diseño emocional puede generar una percepción más humana y sensorial en productos orientados al bienestar ambiental.

## 2.5 Proceso creativo y experimentos

### 2.5.1 Información sobre el usuario(s)

Con la finalidad de comprender la relación de los usuarios con la calidad del aire en interiores y su percepción frente a dispositivos tecnológicos para el hogar, se realizaron encuestas por medio de Google Forms a un promedio de 25 participantes, los cuales son jóvenes adultos de Lima Metropolitana, con edades entre los 20 y 38 años. Los participantes

compartían características similares relacionadas con vivir en espacios reducidos con poca ventilación, permanecer varias horas dentro del hogar y presentar molestias respiratorias leves, alergias o sensibilidad frente al polvo o productos químicos.

A partir del análisis de la información recolectada, se identificaron diversos hallazgos e insights vinculados con la percepción ambiental, la interacción usuario-producto y el bienestar doméstico. Uno de los principales hallazgos evidenció que los usuarios desean sentir un mayor control sobre la calidad del aire y bienestar dentro de sus hogares; sin embargo, muchos manifestaron no comprender cuándo el ambiente representa un riesgo, debido a que los contaminantes son imperceptibles y difíciles de identificar sin apoyo tecnológico.

Asimismo, se identificó que los dispositivos actuales suelen ser ignorados cuando no presentan una interacción clara, intuitiva o cercana al usuario. Muchos participantes mencionaron que la información técnica compleja y las interfaces poco dinámicas generan desinterés con el tiempo, haciendo que el producto pierda relevancia dentro de la rutina cotidiana.

Finalmente, los usuarios expresaron la necesidad de mantener un ambiente agradable y saludable sin recurrir constantemente a productos químicos contaminantes, como ambientadores o aerosoles tradicionales. En consecuencia, los participantes mostraron interés por propuestas que integren bienestar, diseño sensorial y tecnologías más humanas dentro del hogar, priorizando experiencias visuales, intuitivas y emocionalmente conectadas con su entorno doméstico.

*Figura 3 Arquetipo de usuario*

**ARQUETIPO**



**Nombre: Katherine Rojas**
**Edad**: 34 años
**Ubicación**: Lima Metropolitana, Perú
**NSE**: C+

**DESCRIPCIÓN**

Katherine vive en un condominio, específicamente en un departamento pequeño ubicado en Surco, **el espacio tiene poca ventilación y las ventanas se encuentran cerca al acopio del condominio.** Debido a sus largas jornadas laborales y altos niveles de estrés, busca que su hogar represente un espacio de descanso, tranquilidad y bienestar.

**PROFESIÓN:**

Jefa de operaciones en un banco

**ENTORNO EXTERIOR:**

Se desplaza diariamente entre su hogar y su lugar de trabajo, transitando por zonas urbanas con alta circulación vehicular y actividad comercial. Durante sus desplazamientos está expuesta a polvo, emisiones vehiculares y otros contaminantes presentes en el ambiente urbano.

**HOBBIES E INTERESES:**

- Decoración y organización del hogar
- Aromaterapia y bienestar personal
- Escuchar música o podcasts
- Plantas y espacios acogedores
- Productos sostenibles y tecnológicos

**TIPO DE OCIO/ DESCANSO:**

Durante su tiempo libre disfruta descansar viendo series en su casa, y también disfruta reorganizar espacios de su hogar o realizar actividades de autocuidado como skincare y aromaterapia.

**¿QUÉ LE DUELE Y LE MOLESTA?**

- No poder percibir cuándo el aire está contaminado
- Sentir el ambiente pesado, húmedo o cargado
- Dispositivos complejos con información técnica difícil de entender
- Productos con apariencia fría o demasiado industrial
- Aromatizantes químicos que generan incomodidad respiratoria

**¿QUÉ NECESITA Y ESPERA?**

- Comprender fácilmente cuándo la calidad del aire representa un riesgo
- Mejorar el ambiente interior de su hogar
- Tener dispositivos fáciles de usar e intuitivos
- Integrar productos funcionales que también aporten estética al espacio
- Sentirse más tranquila y consciente sobre el bienestar ambiental de su hogar

*Figura 4 Mapa de empatía*




### 2.5.2 Información sobre el mercado

## Oportunidad de mercado

En Lima Metropolitana, gran parte de la población permanece largas jornadas dentro de viviendas con poca ventilación, presencia de humedad, polvo y contaminación ambiental

proveniente del tráfico vehicular, factores que afectan directamente la calidad del aire interior y el bienestar de las personas (Astete Cornejo & Gayoso Liviac, 2023).

Asimismo, la evidencia científica indica que la exposición continua a contaminantes presentes en el aire interior, como las partículas PM2.5, el $CO_2$ y los compuestos orgánicos volátiles, puede incrementar la probabilidad de desarrollar afecciones respiratorias, alergias y otros problemas que afectan el bienestar de las personas (Dávila Cordova et al., 2020). Sin embargo, pese al crecimiento de dispositivos inteligentes para el hogar, muchos usuarios aún presentan dificultades para comprender cuándo la calidad del aire representa un riesgo o qué acciones deberían realizar para mejorar su entorno doméstico.

Según IPSOS Perú (2023), los consumidores jóvenes priorizan cada vez más productos relacionados con salud mental, comodidad y bienestar cotidiano. Esta situación representa una oportunidad de mercado, debido a que el proyecto no solo propone purificar el aire, sino también mejorar la interacción del usuario con su entorno mediante comunicación intuitiva, visualización comprensible y experiencias sensoriales integradas al espacio doméstico.

**Competencia**

Actualmente, el mercado presenta diferentes dispositivos orientados al monitoreo y purificación del aire interior, desarrollados principalmente por marcas tecnológicas internacionales.

*Figura 5 Cuadro comparativo del mercado actual*

| COMPETIDOR | ¿QUÉ OFRECE? | DEBILIDAD IDENTIFICADA |
|---|---|---|
| **Dyson Purifier** | Purificación inteligente con sensores y monitoreo en tiempo real. | Maneja información técnica compleja y presenta una estética industrial poco emocional. |
| **Xiaomi Smart Air Purifier** | Purificador inteligente conectado a aplicación móvil y sensores ambientales. | Interacción centrada en datos técnicos y limitada experiencia sensorial. |
| **Briiv Air Filter** | Purificador sostenible con materiales biodegradables y biomímesis natural. | Menor accesibilidad comercial y limitada comunicación interactiva con el usuario. |

Además de los purificadores tradicionales, los usuarios suelen recurrir a soluciones alternativas para mejorar el ambiente interior, como aromatizantes químicos, plantas

decorativas, ventilación manual, humidificadores o rutinas de limpieza doméstica. Sin embargo, estas alternativas no permiten comprender realmente el estado de la calidad del aire ni detectar contaminantes invisibles dentro del hogar.

**Barreras de entrada**

Una de las principales barreras de entrada corresponde a la competencia comercial dentro del mercado tecnológico y de electrodomésticos inteligentes. Actualmente, existen marcas internacionales ya posicionadas que cuentan con reconocimiento comercial, capacidad de distribución, inversión en publicidad y acceso a producción industrial a gran escala, lo que dificulta el ingreso de nuevas propuestas al mercado.

Asimismo, una segunda barrera está relacionada con el desarrollo técnico y productivo del proyecto, ya que, requiere integración de sensores ambientales, sistemas de filtración, programación electrónica y validación funcional, implicando procesos técnicos y costos relacionados con prototipado y fabricación.

Del mismo modo, otra barrera importante corresponde al nivel de conciencia ambiental del usuario, debido a que muchas personas aún no consideran prioritario monitorear la calidad del aire dentro del hogar, pese a que investigaciones evidencian que la contaminación atmosférica continúa representando un riesgo para la salud respiratoria en Lima Metropolitana (Dávila Morán et al., 2022).

Finalmente, en el contexto peruano existen barreras legales que el producto debe cumplir con disposiciones técnicas vinculadas a seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética establecidas por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), entidad encargada de normalizar y supervisar estándares técnicos en el país. Entre las normas aplicables destacan la NTP-IEC 60335-1, relacionada con la seguridad de aparatos electrodomésticos y eléctricos de uso doméstico, y la NTP-IEC 61000, vinculada a compatibilidad electromagnética para dispositivos electrónicos. Dado que la propuesta está orientada al monitoreo y mejora de la calidad del aire en espacios interiores, se encuentra alineada con los lineamientos ambientales establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM). En este sentido, toma como referencia los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA Aire), aprobados mediante el Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM, que establecen los límites permitidos para contaminantes atmosféricos como las partículas PM2.5 y PM10.

**Alcance y demanda potencial**

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2024), Lima Metropolitana concentra más de 10 millones de habitantes, de los cuales un gran porcentaje corresponde a población económicamente activa joven y adulta que reside en espacios urbanos reducidos.

La demanda potencial puede estimarse a partir de la cantidad de espacios residenciales y comerciales susceptibles de intervención dentro de Lima Metropolitana. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2023), Lima Metropolitana concentra aproximadamente 2.9 millones de viviendas particulares, de las cuales más del 70 % corresponden a departamentos y viviendas urbanas con alta densidad poblacional y limitada ventilación natural.

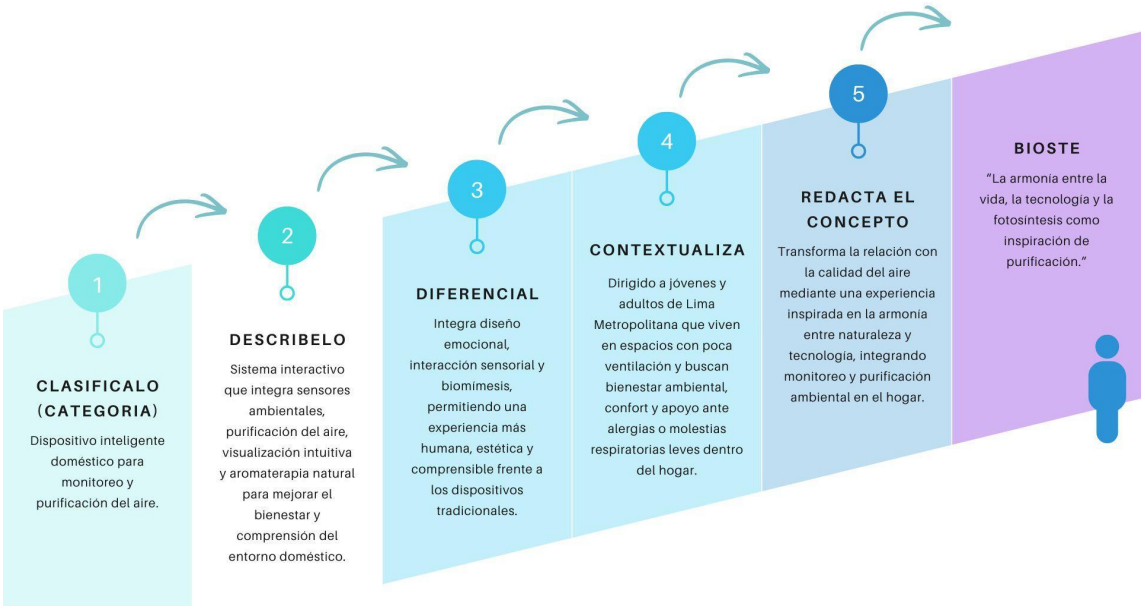
En el caso específico de oficinas y coworkings, la Cámara de Comercio de Lima reporta un crecimiento sostenido de espacios de trabajo híbrido y oficinas flexibles en distritos como Miraflores, San Isidro, Surco y Jesús María, zonas donde predominan ambientes interiores climatizados y con alta ocupación diaria. Bajo estándares del RNE, las oficinas administrativas consideran aproximadamente 9 a 10 m2 por persona, lo que evidencia una alta concentración de usuarios expuestos continuamente a condiciones de aire interior.

### 2.5.3 Concepto y Propuesta de Valor

El presente proyecto de innovación se conceptualiza como un dispositivo doméstico interactivo orientado al monitoreo y purificación del aire interior, desarrollado bajo una ruta de conceptualización basada en biomímesis, diseño sensorial y experiencia usuario-producto. La propuesta busca transformar la relación tradicional entre usuario y tecnología mediante un sistema que no solo purifica el ambiente, sino que también comunica el estado del aire de manera clara, intuitiva y emocionalmente cercana.

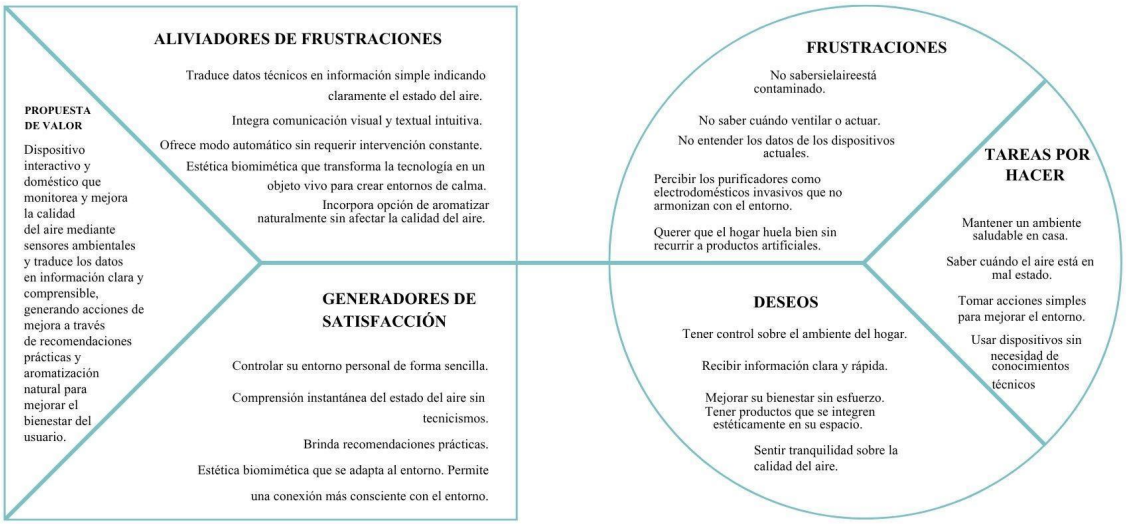
El proyecto pertenece a la categoría de dispositivos inteligentes para el bienestar ambiental y salud doméstica, incorporando sensores ambientales capaces de detectar contaminantes invisibles como CO2 y partículas PM2.5. Sin embargo, a diferencia de los purificadores convencionales, el dispositivo planteado prioriza la comprensión e interacción del usuario mediante visualización intuitiva, estímulos visuales y experiencias sensoriales relacionadas con la aromaterapia natural y el bienestar emocional.

*Figura 6 Conceptualización*




El proceso de conceptualización permitió definir la identidad y enfoque del proyecto a partir de principios de biomímesis, diseño sensorial e interacción usuario-producto. Se estableció una relación entre naturaleza, tecnología y purificación ambiental, orientando las características, contexto y diferencial del dispositivo hacia una experiencia doméstica más intuitiva, emocional y comprensible para el usuario. Como resultado, surge BIOSTE, concepto inspirado en la armonía entre la vida, la tecnología y la fotosíntesis como inspiración de purificación.

*Figura 7 Propuesta de Valor.*



La propuesta de valor se centra en transformar la relación entre el usuario y la calidad del aire dentro del hogar mediante una experiencia interactiva, intuitiva y sensorial. El dispositivo no solo monitorea y purifica el ambiente, sino que también traduce información técnica compleja en señales visuales y mensajes fáciles de comprender, permitiendo que el usuario identifique rápidamente cuándo el entorno representa un riesgo y qué acciones puede realizar para mejorarlo. Asimismo, incorpora aromaterapia natural como un complemento orientado al bienestar emocional, generando sensaciones de calma y confort dentro del espacio doméstico. A esto se suma un lenguaje de diseño biomimético y orgánico que se distancia de la estética industrial tradicional, permitiendo una integración más armónica y estética en el hogar.

### 2.5.4 Diseño de producto/servicio

El diseño está pensado para colocarse sobre una mesa o directamente en el piso, presenta una estructura vertical de aproximadamente 35 cm de altura, compuesta por dos cuerpos orgánicos y curvos que buscan transmitir una estética más amigable y armónica dentro del hogar. Asimismo, incorpora rejillas superiores e inferiores para la circulación del aire, junto con una superficie texturizada y colorida inspirada en patrones naturales.

Respecto a sus características físicas, el dispositivo se encuentra fabricado principalmente con plástico reciclado HDPE proveniente de tapas de botellas, otorgando un acabado moteado y sostenible. Para el desarrollo del prototipo se empleó impresión 3D en PLA. Del mismo modo, el sistema fue diseñado para el desensamblaje, permitiendo separar fácilmente sus componentes sin necesidad de adhesivos permanentes, favoreciendo futuros procesos de reciclaje y mantenimiento.

En cuanto a sus características digitales y funcionales, Halo integra un sensor MQ135 capaz de detectar gases contaminantes y CO2 presentes en el ambiente. La información obtenida es mostrada mediante una pantalla LED TFT que comunica visualmente el estado de la calidad del aire a través de porcentajes, niveles de riesgo y gráficos intuitivos. Además, el dispositivo incorpora un sistema de purificación mediante filtro HEPA y carbón activado, eliminando partículas contaminantes presentes en el aire interior.

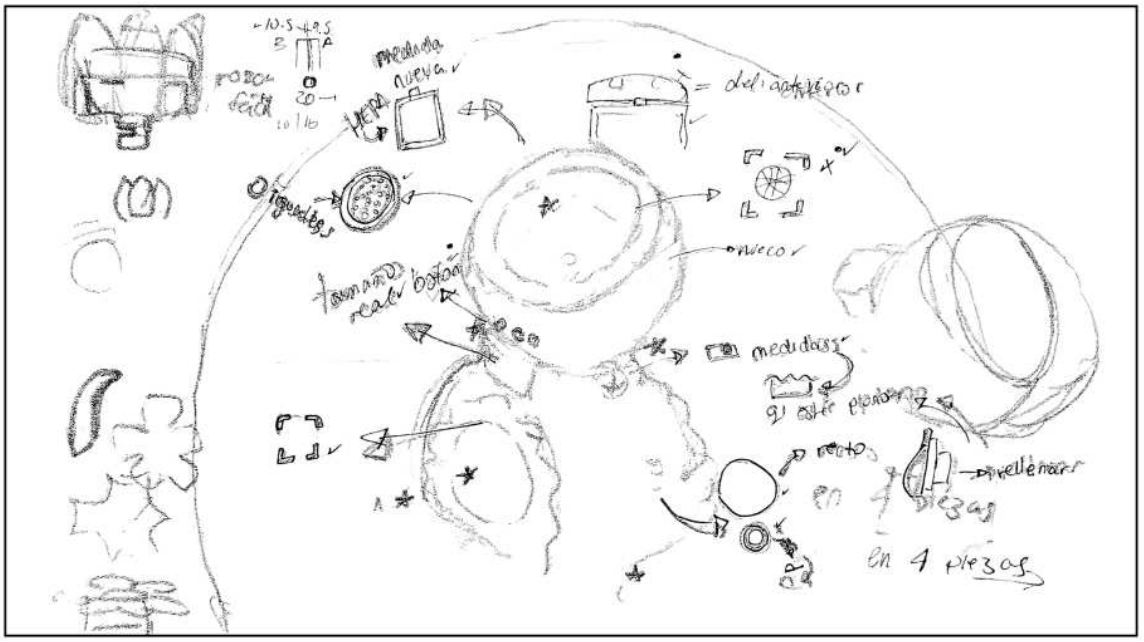
La interacción usuario-producto se desarrolla mediante una experiencia intuitiva y centralizada directamente en el dispositivo, sin depender de aplicaciones externas. El usuario

puede utilizar un modo automático que regula el funcionamiento según las condiciones ambientales, un sistema manual de tres niveles y un modo noche que reduce el ruido de ventilación y apaga la pantalla para no interrumpir el descanso. Como complemento sensorial, Halo incorpora un sistema de aromaterapia natural compuesto por un pequeño recipiente superior con forma de flor, donde el usuario puede colocar esencias naturales que son dispersadas mediante el flujo de aire purificado.

Respecto al modo de uso, el usuario solo debe conectar y encender el dispositivo por la parte trasera para iniciar el monitoreo automático de la calidad del aire. A partir de ello, el producto detecta los niveles de contaminación presentes en el ambiente y comunica visualmente el estado del aire mediante la pantalla LED. El usuario puede mantener el modo automático o seleccionar manualmente distintos niveles de intensidad según sus necesidades. Asimismo, puede activar el modo noche para reducir el ruido y apagar la iluminación de la pantalla durante el descanso o de no querer visualizar toda la información en pantalla, puede presionar el tercer botón para ocultar el texto y solo visualizar una imagen intuitiva. Como complemento, el sistema permite incorporar esencias naturales para aromatizar el ambiente mediante el flujo de aire purificado. A su vez, cada 6 meses puede realizar el cambio de filtro solo deslizando el compartimento de la parte posterior.

Respecto al triple balance, el proyecto presenta un enfoque ambiental mediante el uso de materiales reciclados, diseño desmontable y eficiencia energética que reduce el consumo cuando la calidad del aire es óptima. A nivel social, busca fomentar conciencia ambiental y bienestar respiratorio mediante una comunicación accesible e intuitiva para el usuario cotidiano. Finalmente, a nivel económico, Halo plantea una propuesta innovadora con potencial de inserción dentro del mercado de dispositivos domésticos orientados al bienestar y salud ambiental.

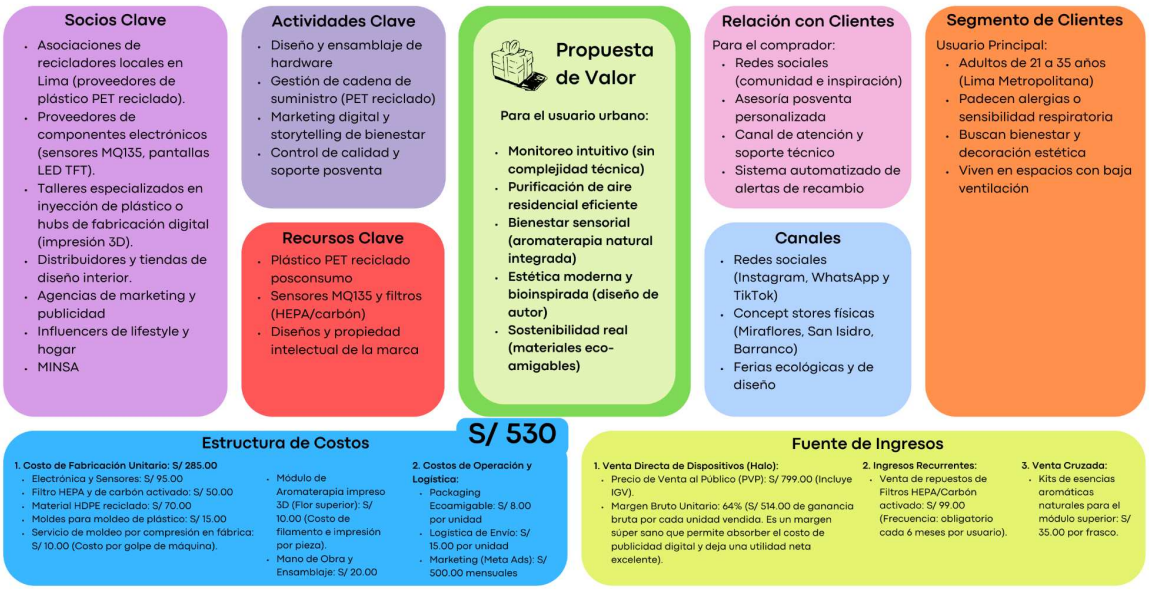
*Figura 8 Boceto de diseño*



### 2.5.5 Modelo de Negocio

El modelo de negocio de Halo se fundamenta en un enfoque de triple balance, el cual busca la viabilidad económica a través de la comercialización del dispositivo, mientras genera valor social y valor medioambiental.

*Figura 9. Canvas de modelo de negocio*




**Segmento de clientes**

El proyecto está dirigido principalmente a adultos jóvenes entre 21 y 35 años residentes en Lima Metropolitana que presentan alergias, sensibilidad respiratoria o interés por mejorar la calidad del aire en sus hogares. Aborda a personas que viven en departamentos o viviendas con limitada ventilación natural y que valoran tanto el bienestar como una estética cuidada en los productos que incorporan a su entorno. Como segmento complementario se consideran profesionales que trabajan de forma remota o bajo modalidades híbridas, quienes requieren ambientes saludables que favorezcan su concentración y productividad durante la jornada laboral.

**Propuesta de valor**

Por lo que la propuesta de valor consiste en ofrecer un dispositivo que simplifica el monitoreo de la calidad del aire mediante una comunicación visual clara e intuitiva, evitando el uso de información técnica difícil de interpretar. Además de purificar el ambiente mediante un sistema de filtración eficiente, Halo incorpora un módulo de aromaterapia natural que complementa la experiencia de bienestar. Su diseño bioinspirado y el empleo de materiales reciclados aportan una identidad diferenciada, combinando funcionalidad, sostenibilidad y diseño.

**Canales**

Halo llegará a sus clientes mediante redes sociales como Instagram, WhatsApp y TikTok, utilizadas para difusión, asesoría y comunicación con los usuarios. Además, el producto se comercializará en concept stores de Miraflores, San Isidro y Barranco, y se exhibirá en ferias ecológicas y de diseño para fortalecer su posicionamiento y acercarse al público objetivo.

**Relación con los clientes**

La relación con los clientes estará orientada a generar una comunidad interesada en el bienestar ambiental y el diseño mediante contenido educativo en redes sociales. Como complemento, se ofrecerá atención personalizada después de la compra, soporte técnico y un sistema automatizado de recordatorios para informar cuándo corresponde reemplazar los filtros del dispositivo, favoreciendo su correcto mantenimiento y prolongando su vida útil.

**Fuentes de ingresos**

El modelo de negocio contempla tres fuentes principales de ingresos. La primera corresponde a la venta directa del dispositivo Halo con un precio de S/ 799. Posteriormente, se generarán ingresos recurrentes mediante la comercialización de filtros HEPA y de carbón activado, cuyo reemplazo se estima cada seis meses con un precio de S/ 99. Finalmente, se incorporará la venta de esencias naturales para el sistema de aromaterapia, comercializadas a S/ 35 por unidad.

**Recursos clave**

Los recursos esenciales del proyecto incluyen el suministro de plástico HDPE reciclado y los componentes electrónicos necesarios para la fabricación del dispositivo, como sensores, filtros, pantallas y microcontroladores. Asimismo, la patente del diseño, la marca Halo y su identidad visual constituyen activos estratégicos que protegen la innovación y fortalecen la diferenciación del producto en el mercado.

**Actividades clave**

Las actividades principales comprenden el diseño, desarrollo y ensamblaje del dispositivo, así como el control de calidad durante su fabricación. A ello se suman la gestión del abastecimiento de materiales reciclados, las estrategias de marketing digital, la administración de la marca y el servicio postventa, garantizando el correcto funcionamiento y mantenimiento del producto.

**Socios clave**

Los aliados estratégicos incluyen asociaciones de recicladores encargadas del suministro de plástico HDPE reciclado, proveedores de componentes electrónicos y empresas especializadas en procesos de fabricación y prototipado. Asimismo, se consideran socios comerciales las tiendas de diseño y espacios dedicados al interiorismo, que permitirán ampliar la presencia del producto dentro del mercado.

**Estructura de costes**

La estructura de costos contempla un costo de producción aproximado de S/ 285 por unidad, que incluye materiales, componentes electrónicos, filtros, mano de obra y procesos de fabricación. A ello se añaden gastos asociados al empaque sostenible, distribución del producto y campañas de marketing digital, necesarias para fortalecer el posicionamiento de Halo y asegurar su comercialización.

### 2.5.6 Resultados esperados

El impacto esperado del proyecto se refleja en la experiencia de uso y en la aceptación del dispositivo Halo dentro del mercado de Lima Metropolitana. Se espera que la propuesta modifique la forma en que los usuarios perciben e interactúan con la calidad del aire en el hogar, facilitando la comprensión del estado ambiental mediante una comunicación visual sencilla e intuitiva, sin recurrir a información técnica compleja. De esta manera, el dispositivo busca generar una mayor conciencia sobre la contaminación del aire interior y fomentar hábitos orientados al bienestar, como una ventilación más adecuada de los espacios y la reducción del uso de productos químicos contaminantes.

Desde la perspectiva del bienestar, Halo pretende contribuir a mejorar la calidad del ambiente doméstico mediante un sistema de purificación eficiente, beneficiando especialmente a personas con alergias leves o sensibilidad respiratoria. Asimismo, la incorporación de un diseño biomimético y un sistema de aromaterapia natural busca generar una experiencia más agradable y emocional, integrando el producto de forma armónica con el entorno del hogar y alejándose de la apariencia tradicional de los electrodomésticos convencionales.

En el ámbito comercial, se proyecta demostrar la viabilidad de una propuesta que combina diseño, sostenibilidad e innovación tecnológica, orientada a un segmento dispuesto a invertir en productos que aporten bienestar, facilidad de uso y valor estético. Además, el modelo de negocio contempla ingresos recurrentes mediante el reemplazo periódico de filtros y la comercialización de esencias naturales, favoreciendo su sostenibilidad económica.

Finalmente, en el aspecto ambiental, Halo promueve el aprovechamiento del plástico HDPE reciclado como materia prima principal, impulsando principios de economía circular y

contribuyendo a disminuir la generación de residuos plásticos mediante el desarrollo de un producto durable, desmontable y de alto valor agregado.

### 2.5.7 Prototipos desarrollados

Con el propósito de comprobar las decisiones de diseño y verificar el correcto funcionamiento del dispositivo, el desarrollo de Halo se llevó a cabo mediante dos etapas de prototipado. Este proceso permitió evaluar progresivamente aspectos relacionados con la forma, dimensiones, distribución interna de los componentes, funcionamiento e interacción con el usuario, facilitando la realización de ajustes antes de obtener la versión final del producto.

#### 2.5.7.1 Prototipo de baja definición

La primera etapa consistió en la elaboración de un prototipo de baja fidelidad a escala real, fabricado en cartón por ser un material económico y fácil de modificar durante el proceso de diseño. Este modelo (Figura 10) permitió validar las dimensiones generales del dispositivo, así como evaluar su proporción, ergonomía y presencia dentro del entorno doméstico. Además, facilitó la revisión de la distribución preliminar de los componentes internos y del recorrido del flujo de aire, verificando la viabilidad de la configuración propuesta antes de fabricar el prototipo funcional.

*Figura 10 Prototipo de baja definición*



#### 2.5.7.2 Prototipo de alta definición

Posteriormente, se desarrolló un prototipo de alta fidelidad mediante impresión 3D, integrando tanto los componentes electrónicos como la propuesta formal del producto. Esta versión incorporó el microcontrolador ESP32, el sensor MQ135, la pantalla TFT, el sistema de purificación mediante filtros HEPA y carbón activado, y el módulo de aromaterapia natural. Asimismo, permitió validar el funcionamiento de la interfaz gráfica, los controles del dispositivo y la comunicación visual del estado de la calidad del aire. Finalmente, este prototipo fue utilizado para las pruebas de usabilidad, interacción y percepción con usuarios del público objetivo, además de la validación técnica realizada por un especialista en neumología, permitiendo identificar oportunidades de mejora antes de la propuesta final.

*Figura 11 Prototipo de alta definición*



### 2.5.8 Experimentos

Con el propósito de evaluar la propuesta de diseño y comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados, se realizaron pruebas presenciales utilizando el prototipo funcional de Halo. Las actividades permitieron analizar la comprensión de la información presentada por el dispositivo, la interacción con sus funciones, la percepción del diseño y la aceptación de la propuesta por parte de los usuarios y un especialista.

#### 2.5.8.1 Actividades y pruebas realizadas

Las pruebas se desarrollaron de manera presencial empleando el prototipo de alta fidelidad, equipado con un microcontrolador ESP32, sensor MQ135, pantalla TFT, sistema de purificación y módulo de aromaterapia. Participaron nueve adultos jóvenes pertenecientes al público objetivo y un médico especialista en neumología.

Durante la validación, los participantes interactuaron libremente con el dispositivo, exploraron sus funciones y observaron la información mostrada en la pantalla mientras se simulaban diferentes niveles de calidad del aire. Posteriormente, respondieron una entrevista semiestructurada para conocer su percepción sobre la comprensión de la información, la experiencia de uso, el diseño, la utilidad de las funciones y las oportunidades de mejora. Paralelamente, el especialista evaluó la pertinencia de la propuesta desde el punto de vista de la salud respiratoria y realizó recomendaciones para futuras iteraciones del producto.

#### 2.5.8.2 Resultados y validación de las hipótesis

Los resultados permitieron validar que Halo facilita la comprensión del estado de la calidad del aire mediante una comunicación visual clara e intuitiva, confirmando la hipótesis de que los usuarios pueden interpretar con facilidad la información presentada sin necesidad de conocimientos técnicos. Asimismo, la integración de purificación, aromaterapia y un lenguaje biomimético fue percibida positivamente, fortaleciendo la interacción usuario-producto y favoreciendo una experiencia asociada al bienestar dentro del hogar.

Las observaciones realizadas durante las pruebas también evidenciaron oportunidades de mejora relacionadas con la comunicación de algunos botones, el tamaño de ciertos elementos gráficos de la pantalla y la incorporación de una guía rápida para facilitar el primer uso del dispositivo.

#### 2.5.8.3 Métricas

Para evaluar la propuesta de Halo se definieron métricas relacionadas con la facilidad de uso, la comprensión de la información, la percepción de utilidad, la experiencia de interacción y la aceptación del producto dentro del contexto doméstico. Estas métricas fueron obtenidas mediante entrevistas semiestructuradas realizadas a nueve usuarios y un especialista en neumología, quienes interactuaron directamente con el prototipo funcional. Los principales resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Hallazgos por entrevistado**

| N°/ Código de Entrevistado | Pregunta | Respuesta (Hallazgo más relevante) |
|---|---|---|
| 01M | ¿Le resulta fácil entender cómo usar el dispositivo? | Sí, aunque sugirió indicadores más claros y adicionar un temporizador. |
| 02A | ¿Cree que el producto sería útil en su día a día? | Sí, especialmente para mejorar el bienestar y tranquilidad en casa. |
| 03A | ¿Le resulta claro todo lo que está pasando en el ambiente? | Sí, considera que la pantalla explica claramente el estado del aire. |
| 04F | ¿Le resulta fácil entender cómo usar y manipular el producto? | Sí, percibe los botones y funciones como simples e intuitivos. |
| 05E | ¿Le resulta claro interpretar la pantalla? | Sí, especialmente mediante colores y porcentajes visuales. |
| 06D | ¿Cómo percibe la personalización de funciones? | Considera útil poder ajustar niveles y modos manuales. |
| 07E | ¿Usaría el producto diariamente? | Sí, sobre todo en dormitorios y espacios cerrados. |
| 08L | ¿La información visual le parece útil? | Sí, permite monitorear constantemente la calidad del aire. |
| 09K | ¿Qué función considera más útil para el uso diario? | El modo noche porque reduce el ruido y la luz. |
| 10C | ¿Considera útil el producto en el hogar? | Sí, especialmente por la purificación y enfoque ecológico. |

Los resultados evidenciaron una valoración positiva del dispositivo por parte de los participantes. La mayoría manifestó que el producto es fácil de comprender y utilizar, destacando que la pantalla comunica de manera clara el estado de la calidad del aire mediante colores, porcentajes e indicadores visuales. Asimismo, los usuarios consideraron que Halo sería útil en su vida diaria, especialmente para mejorar el bienestar dentro del hogar y monitorear constantemente el ambiente, siendo los dormitorios y espacios cerrados los lugares donde tendría mayor aplicación.

Respecto a las funciones, la purificación del aire y el modo noche fueron identificados como las características de mayor valor, al contribuir tanto al bienestar respiratorio como al confort durante el descanso. Además, la posibilidad de ajustar manualmente los niveles de funcionamiento fue percibida como un aspecto que brinda mayor control sobre el dispositivo.

Las entrevistas también permitieron identificar oportunidades de mejora. Entre ellas destacan la incorporación de indicadores más claros para algunas funciones, la implementación de un temporizador y el fortalecimiento de la comunicación inicial del producto para facilitar aún más su comprensión durante el primer uso. Estos hallazgos permitieron confirmar la aceptación de la propuesta y orientar futuras mejoras enfocadas en optimizar la experiencia del usuario.

# III. Estimación de costos

## 3.1 Presupuesto

### 3.1.1. Personal (Recursos Humanos)

Esta tabla comprende los costos asociados al personal técnico responsable del desarrollo del proyecto. Incluye las actividades relacionadas con el diseño del producto, el modelado tridimensional, la programación del sistema electrónico y el desarrollo de la interfaz del dispositivo.

**Tabla 2. Recursos del proyecto**

| Partida | Descripción | Tipo | Unidad | Cant. | Costo Unitario | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diseño industrial y modelado 3D | Desarrollo formal, CAD y preparación de archivos | CF | Mes | 2 | 2,500 | 5,000 |
| Desarrollo electrónico y programación | Programación ESP32, integración de sensores e interfaz TFT | CF | Mes | 1 | 2,500 | 2,500 |
| **TOTAL** | | | | | | **7,500** |

### 3.1.2. Materiales y componentes

En esta sección se presentan los materiales y componentes empleados para la fabricación del prototipo funcional de Halo. Se consideran tanto los elementos electrónicos como los insumos utilizados durante el proceso de impresión 3D y ensamblaje del dispositivo.

**Tabla 3. Materiales del proyecto**

| Partida | Descripción | Tipo | Unidad | Cant. | Costo Unitario | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ESP32 + MQ135 + Pantalla TFT | Componentes electrónicos principales | CV | Kit | 1 | 280 | 280 |
| Ventiladores 12V | Sistema de circulación de aire | CV | Unidad | 2 | 6 | 12 |
| Filtro HEPA | Filtración principal | CV | Unidad | 1 | 45 | 45 |
| Filtro carbón activado | Filtración secundaria | CV | Unidad | 1 | 55 | 55 |
| Filamento PLA | Fabricación del prototipo | CV | Kg | 2 | 50 | 100 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Componentes electrónicos adicionales | Ensamblaje | CV | Kit | 1 | 60 | 60 |
| Algodón + esencia natural | Sistema de aromaterapia | CV | Global | 1 | 20 | 20 |
| **TOTAL** | | | | | | **572** |

### 3.1.3. Inversión de producción estimada del producto final

La siguiente tabla contempla los costos estimados para la fabricación del producto final, considerando el uso de plástico HDPE reciclado, el proceso de moldeo por compresión, la elaboración del molde y las actividades de ensamblaje y acabado necesarias para su producción.

**Tabla 4. Inversión de activos fijos**

| Partida | Descripción | Tipo | Unidad | Cant. | Costo Unitario | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fabricación de molde metálico | Moldeo por compresión | CI | Unidad | 4 | 1,500 | **6,000** |

**Tabla 5. Inversión de activos variables**

| Partida | Descripción | Tipo | Unidad | Cant. | Costo Unitario | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HDPE reciclado triturado | Materia prima para producción | CV | kg | 2 | 30 | 60 |
| Moldeo por compresión | Fabricación de las piezas | CV | Golpe | 2 | 5 | 10 |
| Acabado y ensamblaje | Unión de componentes | CV | Unidad | 1 | 20 | 20 |
| Empaque ecológico | Caja reciclable | CV | Unidad | 1 | 8 | 8 |
| **TOTAL** | | | | | | **98** |

#### 3.1.3.1. Equipamiento

Se incluyen los equipos y herramientas requeridos para el desarrollo, fabricación y ensamblaje del prototipo. Estos recursos representan una inversión inicial que permite llevar a cabo las diferentes etapas del proyecto.

**Tabla 6. Equipamiento**

| Partida | Descripción | Tipo | Unidad | Cant. | Costo Unitario | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Impresora 3D | Fabricación del prototipo | CI | Unidad | 1 | 2,500 | 2,500 |
| Estación de soldadura | Ensamblaje electrónico | CI | Global | 1 | 450 | 450 |
| Herramientas manuales | Corte y acabado | CI | Global | 1 | 200 | 200 |
| **TOTAL** | | | | | | **3,150** |

### 3.1.4. Operacionales y Servicios de Validación

Esta categoría reúne los costos generados durante las actividades de validación y funcionamiento del proyecto, incluyendo servicios básicos, pruebas con usuarios, evaluación por parte del especialista y gastos logísticos asociados al desarrollo de las pruebas.

**Tabla 7. Recursos operacionales**

| Partida | Descripción | Tipo | Unidad | Cant. | Costo Unitario | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Electricidad e internet | Desarrollo y pruebas | CF | Global | 1 | 50 | 50 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Validación especialista | Neumólogo | CF | Sesión | 1 | 350 | 350 |
| Validación usuarios | Materiales e incentivos | CV | Global | 1 | 280 | 280 |
| Transporte | Traslado del prototipo | CV | Global | 1 | 120 | 120 |
| **TOTAL** | | | | | | **800** |

Finalmente, la siguiente tabla consolida el presupuesto total del proyecto, agrupando los costos por categoría e incorporando un porcentaje destinado a contingencias para cubrir posibles imprevistos durante el desarrollo.

**Tabla 8 Presupuesto total y contingencias**

| Categoría | Total (S/.) |
|---|---|
| Recursos humanos | 7,500 |
| Materiales del prototipo | 572 |
| Producción estimada | 6,098 |
| Equipamiento | 3,150 |
| Validación y operación | 800 |
| **Subtotal** | **18,120** |
| Contingencia (10%) | **1,812** |
| **TOTAL GENERAL** | **S/ 19,932** |

**Tabla 9 Retorno de Inversión**

| | Primer año | Segundo año | Tercer año |
|---|---|---|---|
| Unidades fabricadas | 100 unidades | 0 unidades | 100 unidades |
| Inversión | S/ 19,932 | S/ 800 | S/ 6,898 |
| Unidades vendidas | 50 | 50 | 50 |
| Precio unitario | S/ 530 | S/ 530 | S/ 530 |
| Ingresos por Ventas | S/ 26,500 | S/ 26,500 | S/ 26,500 |
| **Ganancia Neta** | **S/ 6,568** | **S/ 25,700** | **S/ 19,602** |

# IV. Conclusiones y recomendaciones

## 4.1 Conclusiones

En conclusión, los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto fueron cumplidos satisfactoriamente. En primer lugar, se analizaron las condiciones de calidad del aire en interiores y las necesidades de los usuarios, lo que permitió identificar las principales dificultades relacionadas con la percepción de contaminantes y la comprensión de los usuarios respecto a la información ambiental. Con dicha información, se establecieron las funciones y requerimientos del dispositivo, incorporando un sistema de guía y concientización mediante estímulos visuales y sensoriales.

Además, se desarrolló y validó el funcionamiento técnico del dispositivo mediante pruebas de sensores, componentes electrónicos, programación y ensamblaje, permitiendo comprobar la integración de los diferentes sistemas que conforman la propuesta.

De igual manera, se diseñó y prototipó la propuesta formal aplicando principios de biomímesis y humanización tecnológica, buscando una integración armónica con el entorno doméstico. Además, el lenguaje formal inspirado en la naturaleza permitió diferenciar la propuesta de los purificadores convencionales, favoreciendo una mayor integración con el entorno doméstico.

Asimismo, mediante las entrevistas presenciales realizadas con usuarios, se evaluó su comprensión, percepción e interacción con el dispositivo, permitiendo identificar el nivel de claridad de la información presentada y la respuesta frente a la interacción con el producto. En conjunto, los resultados obtenidos permitieron comprobar que la propuesta no solo

responde a la necesidad de monitorear y purificar el aire, sino que también busca acercar la información al usuario de manera comprensible e interactiva, contribuyendo a una mayor conciencia sobre la calidad del ambiente dentro del hogar.

Los resultados obtenidos demostraron que la propuesta facilita la comprensión del estado de la calidad del aire mediante una comunicación visual intuitiva, respondiendo al objetivo de traducir información técnica compleja en mensajes accesibles para usuarios sin conocimientos especializados.

Finalmente, el proyecto permitió comprobar la viabilidad conceptual, funcional y técnica de la propuesta, identificando oportunidades de mejora relacionadas con la comunicación de algunos controles, la interfaz gráfica y la incorporación de nuevos parámetros ambientales que podrán fortalecer futuras versiones del dispositivo.

### 4.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar el desarrollo tecnológico del proyecto incorporando sensores ambientales de mayor precisión, especialmente para la medición de partículas PM2.5 y humedad relativa, con el fin de ampliar la capacidad de monitoreo del dispositivo y brindar información más completa sobre la calidad del aire interior.

Asimismo, se sugiere optimizar la interfaz de usuario mediante mejoras en la comunicación visual de los botones, el incremento del tamaño de algunos elementos gráficos y la incorporación de una guía rápida de uso que facilite la interacción desde el primer contacto con el producto.

Finalmente, se recomienda realizar nuevas validaciones con una muestra más amplia y diversa de usuarios, evaluando el desempeño del dispositivo en distintos tipos de viviendas y condiciones ambientales. Del mismo modo, sería conveniente implementar un seguimiento periódico del funcionamiento de los sensores y filtros para garantizar el correcto desempeño del sistema y establecer un proceso de mejora continua basado en la retroalimentación de los usuarios.

## V. Referencias Bibliográficas

1. **United States Environmental Protection Agency. (2026).** *The impact of volatile organic compounds on indoor air quality.* Washington, DC: EPA. https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-de-los-compuestos-organicos-volatiles-en-la-calidad-del-aire-interior
2. **Gonzales Loli, M. R., Carrasco Salazar, C., Cavero Soto, L. A., & Bellina Schrader, L. Y. (2021).** Contaminación del aire por falta de educación ambiental y tasa de mortalidad por COVID-19. *Revista Delectus.* https://revista.inicc-peru.edu.pe/index.php/delectus/article/view/137
3. **Paterson, J., Carter, S., Wallace, L., & Sarnat, J. (2021).** Indoor air quality and health: A systematic review of the association between indoor air pollutants and respiratory outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* https://doi.org/10.3390/ijerph18094567
4. **Shah, K. B., Kim, D., Pinakana, S. D., Hobosyan, M., Montes, A., & Raysoni, A. U. (2024).** Evaluating indoor air quality in residential environments: A study of PM2.5 and CO2 dynamics using low-cost sensors. *Environments.* https://doi.org/10.3390/environments11110237
5. **Kephart, J. L., Fandiño-Del-Rio, M., Williams, K. N., Malpartida, G., Steenland, K., Naeher, L. P., & Checkley, W. (2020).** *Indoor air pollution exposure in Peru: A cross-sectional study of households using biomass fuels*. Environmental Health https://doi.org/10.1186/s12940-020-00612-y
6. **Tapia, V., Steenland, K., Sarnat, S. E., Vu, B., Liu, Y., Sánchez-Ccoyllo, O., & Gonzales, G. F. (2020).** *Time-series analysis of ambient PM2.5 and cardiorespiratory emergency room visits in Lima, Peru*. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology https://doi.org/10.1038/s41370-019-0189-3
7. **Molina Esquivel, E. (2015).** Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: Factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032015000100008&script=sci_arttext

8. **Ruiz Guajala, M. E., Álvarez Jiménez, E. M., Mayorga Abril, C. M., & Vaca, W. (2024).** El consumo de los hogares y la contaminación en el Ecuador. *Ciencia UNEMI*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9752387
9. **Iriarte, J. J., Álvarez, A. L., & Rodríguez, Y. (2025).** Impacto de los productos de limpieza domésticos en la calidad del aire interior y la salud respiratoria. *Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud*. https://revistasalud.sangregorio.edu.ec/index.php/salud/article/view/3144
10. **Kim, S., & Li, M. (2020).** Awareness, understanding, and action: A conceptual framework of user experiences and expectations about indoor air quality visualizations. En *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3313831.3376521
11. **Márquez, B., Hanampa, L., & Portilla, M. (2021).** Design thinking aplicado al diseño de experiencia de usuario. *Revista Innovación y Software*. https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft/article/view/35
12. **Biduski, D., Bellei, E. A., Rodrigues, J. P. M., Zaina, L. A. M., & De Marchi, A. C. B. (2020).** Assessing long-term user experience on a mobile health application through an in-app embedded conversation-based questionnaire. *Computers in Human Behavior*. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106169
13. **Saini, J., Dutta, M., & Marques, G. (2020).** Indoor Air Quality Monitoring Systems Based on Internet of Things: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* https://doi.org/10.3390/ijerph17144942
14. **Sostenible, D. (1986). Objetivos de Desarrollo Sostenible.** *Food and Agriculture Organization: Rome, Italy*. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/56af381e-d4be-49a4-bff8-b9a7e4978a32/content

15. **CORNEJO, J. M. A., & LIVIAC, D. D. G. (2023).** Morbilidad por enfermedad respiratoria y calidad de aire ambiental en Lima Metropolitana, 2012-2022. *Facultad de Medicina*, 210530-210530. https://duict.upch.edu.pe/revision-ug/index.php/FAMED/article/view/6388
16. **Davila Cordova, J. E., Tapia Aguirre, V., Vasquez Apestegui, V., Ordoñez Ibarguen, L., Vu, B. N., Steenland, K., & Gonzales, G. F. (2020).** Association of PM2. 5 concentration with health center outpatient visits for respiratory diseases of children under 5 years old in Lima, Peru. *Environmental Health*, *19*(1), 7. https://link.springer.com/article/10.1186/s12940-020-0564-5
17. **Morán, R. C. D., Corzo, E. D. C. A., Tarazona, V. A., García, J. H. P., Reyes, G. R., Díaz, N. D. C. P., & Chávez, F. R. M. (2022).** Calidad del aire interior mediante indicadores ecológicos y sociales asociados a la inmisión de material particulado (PM10) en la zona este 2. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, *62*(3), 607-613. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/11/1398811/519-1586-1-pb-1.pdf
18. **Vilela-Estrada, A. L., Lazo-Porras, M., Bernabe-Ortiz, A., Priebe, S., Bird, V. J., Ariza-Salazar, K., ... & Diez-Canseco, F. (2025).** Association between comorbid anxiety and depression symptomatology, quality of life, social support and use of mental health services in youth from Bogota, Buenos Aires, and Lima. *Journal of Affective Disorders*, 120305. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165032725017471
19. **U.S. Environmental Protection Agency. (2026, August 13).** *AQI breakpoints*. Air Quality System. https://aqs.epa.gov/aqsweb/documents/codetables/aqi_breakpoints.html
20. **World Health Organization. (2021).** *WHO global air quality guidelines: Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/551b515e-2a32-4e1a-a58c-cdaecd395b19/content

## VI. Anexos

## 6.1 Anexo 1. Encuestas

*Figura 12 Pregunta 1 y 2.*

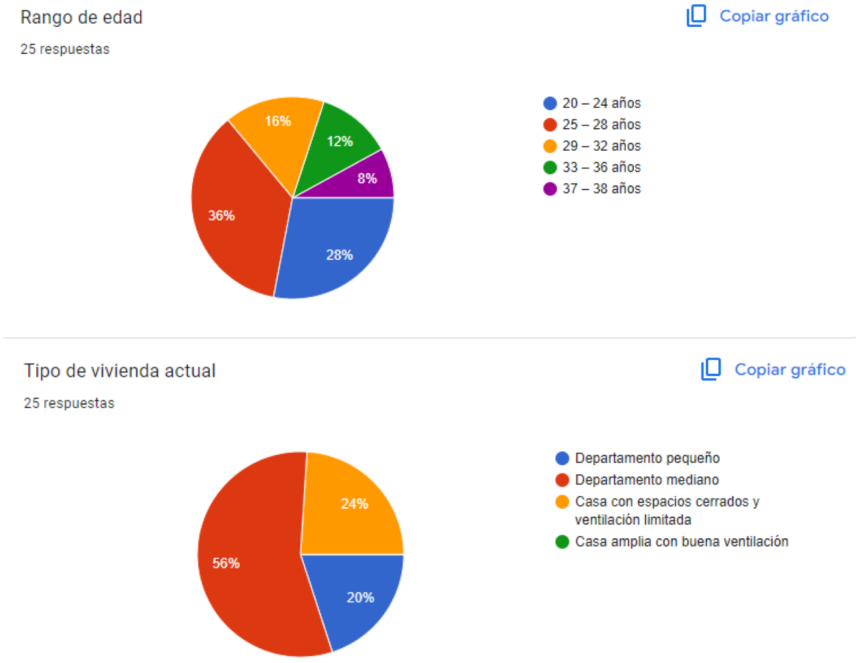



*Figura 13 Pregunta 3 y 4.*

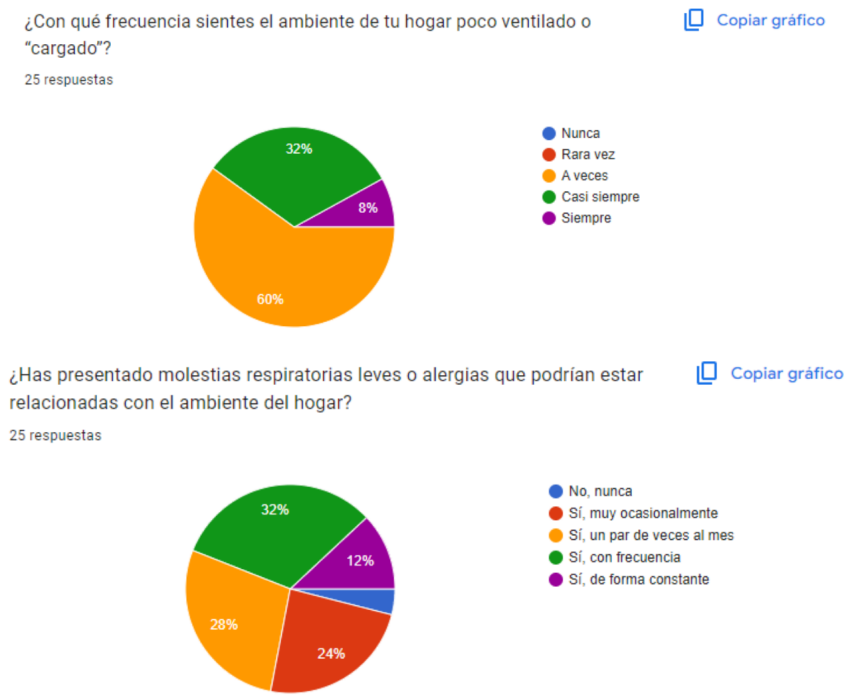



*Figura 14 Pregunta 5 y 6.*

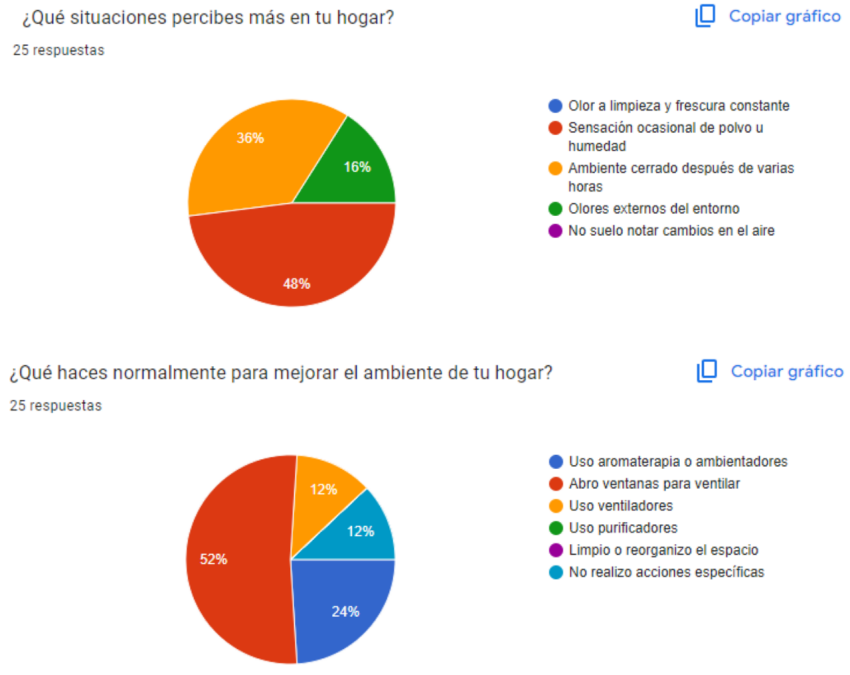



*Figura 15 Pregunta 7 y 8..*

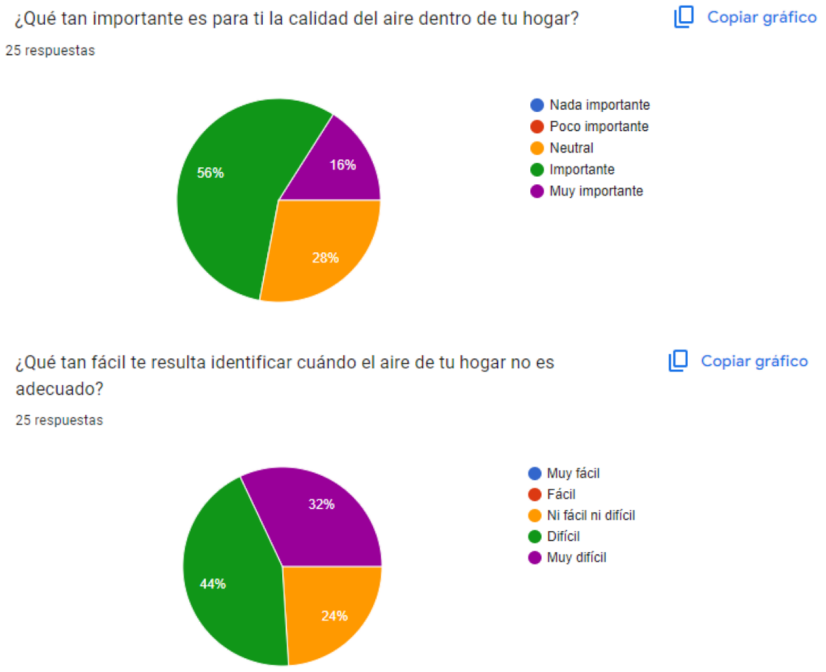



*Figura 16 Pregunta 9 y 10.*

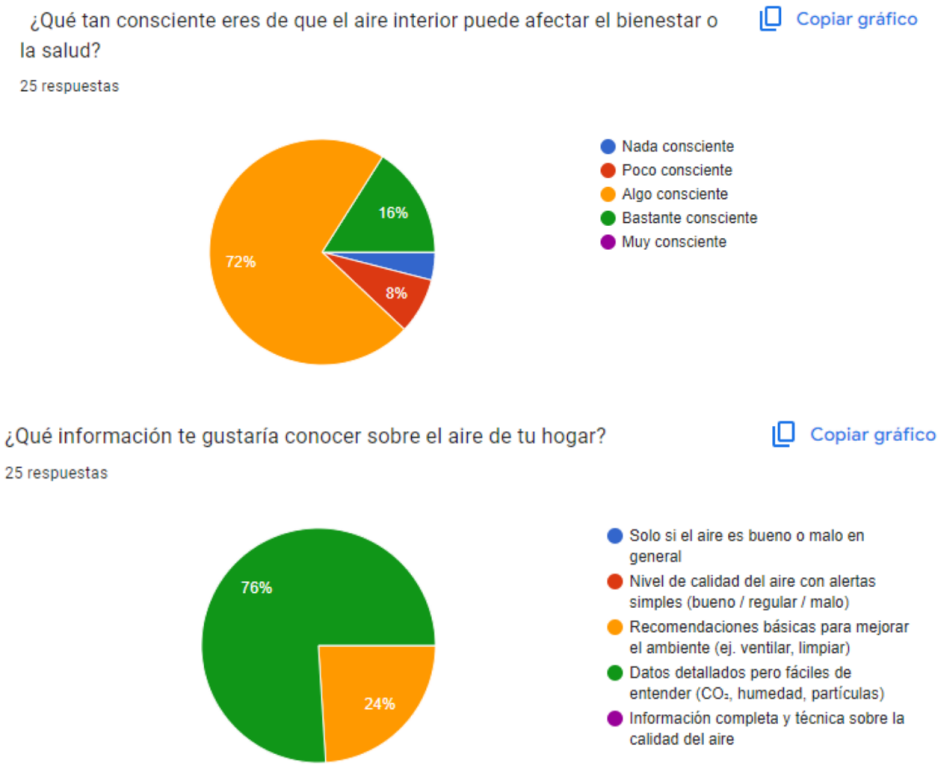
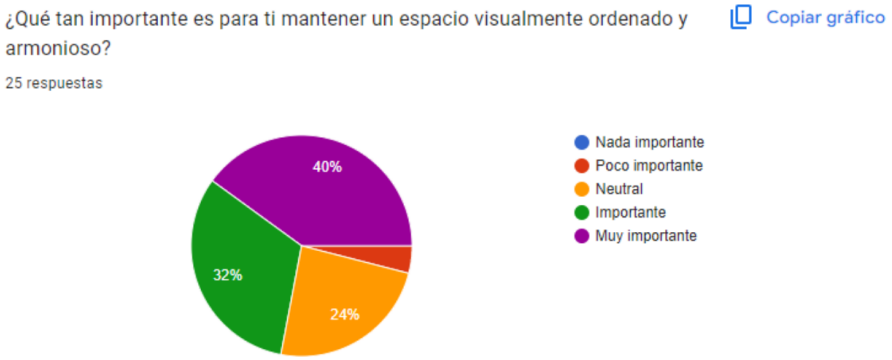



*Figura 17 Pregunta 11 y 12.*




### 6.2 Anexo 2. Formato de entrevistas

| **Entrevista aplicada a los adultos jóvenes entre 20 y 38 años para la evaluación del dispositivo Halo** |
|---|
| **Introducción al tema** |
| Hola buenas tardes, gracias por participar. Esta entrevista forma parte de un proyecto académico enfocado en el diseño de un dispositivo para el monitoreo y purificación del aire en el hogar. El objetivo es conocer su percepción e interacción con el producto, por lo que le mostraré el dispositivo y me gustaría que lo observe, lo interprete y me comparta su opinión. Puede responder con total libertad; no hay respuestas correctas o incorrectas. Toda la información será grabada y utilizada de manera confidencial, exclusivamente para este proyecto y únicamente con fines académicos. |
| **Preguntas** |
| **I. Preguntas sociodemográficas:**<br>• ¿Cuál es su nombre? |

| |
|---|
| • ¿Qué edad tiene?<br>• ¿Con quién vive actualmente? |
| **II. Conocimiento y conciencia:**<br>• ¿Alguna vez ha tenido en cuenta la calidad del aire de su hogar?<br>• ¿Qué entiende al decirle la frase “aire contaminado en su hogar”? |
| **III. Evaluación funcional:**<br>• ¿Qué es lo primero que entiende o percibe al ver el producto?<br>• ¿Cómo describiría su funcionamiento? |
| **Presentación del producto, su función e interacción** |
| **IV. Aspectos más relevantes:**<br>• ¿Qué es lo que más le llama la atención del producto?<br>• ¿Qué parte o característica le parece más útil? |
| **V. Comprensión / Percepción:**<br>• ¿Qué entiende sobre la información que le muestra el dispositivo?<br>• ¿Le resulta claro lo que está pasando en el ambiente de su hogar según el producto?<br>• ¿Qué opina del diseño y apariencia del producto y cómo percibe sus materiales? |
| **VI. Usabilidad**:<br>• ¿Le resulta fácil entender cómo usar el dispositivo?<br>• ¿Cree que este producto sería útil en su día a día? ¿En qué situaciones o momentos lo usaría? |
| **VII. Mejoras**:<br>• ¿Qué cambiaría o mejoraría del producto?<br>• ¿Hay algo que le genere confusión? |
| **VIII. Emoción y acción:**<br>• ¿Qué sensación o emoción le genera este dispositivo?<br>• Si este dispositivo le indica que el aire está mal, ¿qué haría? |

| |
|---|
| Bueno, esas serían todas las preguntas, sus respuestas serán de gran ayuda para el desarrollo del proyecto. Y muchas gracias por su tiempo y por compartir su opinión. |

| **Entrevista aplicada a experto especializado en el área respiratorio para la evaluación del dispositivo Halo** |
|---|
| **Introducción al tema** |
| Hola buenas tardes, gracias por participar. Esta entrevista forma parte de un proyecto académico enfocado en el diseño de un dispositivo para el monitoreo y purificación del aire en el hogar. El objetivo es conocer su percepción e interacción con el producto, por lo que le mostraré el dispositivo y me gustaría que lo observe, lo interprete y me comparta su opinión. Puede responder con total libertad; no hay respuestas correctas o incorrectas. Toda la información será grabada y utilizada de manera confidencial, exclusivamente para este proyecto y únicamente con fines académicos. |
| **Preguntas** |
| **I. Preguntas sociodemográficas:**<br>● ¿Cuál es su nombre y especialidad?<br>● ¿Cuántos años de experiencia tiene en el área respiratoria? |
| **II. Conocimiento y conciencia:**<br>● Desde su experiencia, ¿qué tan importante considera la calidad del aire dentro del hogar?<br>● ¿Qué problemas respiratorios se pueden generar cuando el aire en el hogar está contaminado? |
| **III. Evaluación funcional:**<br>● ¿Qué es lo primero que entiende o percibe al ver el producto?<br>● ¿Cómo describiría su funcionamiento? |
| **Presentación del producto, su función e interacción** |
| **IV. Aspectos más relevantes:**<br>● ¿Qué elemento o característica del producto considera más útil para el usuario? |

**V. Comprensión / Percepción:**

- Desde su perspectiva profesional, ¿cómo percibe el diseño, apariencia y materiales del producto?

**VI. Usabilidad**:

- ¿Considera que una persona sin conocimientos técnicos podría interactuar fácilmente con el dispositivo?
- ¿Cree que este producto sería útil en el día a día de las personas? ¿Por qué?

**VII. Mejoras**:

- ¿Qué aspectos mejoraría o cambiaría del producto?
- ¿Considera que falta alguna función o información importante?
- ¿Existe algo que podría generar confusión en los usuarios?

**VIII. Emoción y acción:**

- ¿Considera que este producto podría ayudar a generar mayor conciencia sobre la calidad del aire en el hogar?
- Si un usuario detectara constantemente mala calidad del aire en su hogar, ¿qué recomendaciones le daría?

Bueno, esas serían todas las preguntas, sus respuestas serán de gran ayuda para el desarrollo del proyecto. Y muchas gracias por su tiempo y por compartir su opinión.