

Universidad de los Andes  
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Bogotá D.C., Colombia



## Informe de Avance Proyecto Especial I

---

### Mitigación de accidentes domésticos en primera infancia mediante un enfoque basado en robótica

---

**Estudiante:** Leffer Andrés Trochez Chate - [l.trochez@uniandes.edu.co](mailto:l.trochez@uniandes.edu.co)

**Asesor:** Nicanor Quijano Silva - [nquiijano@uniandes.edu.co](mailto:nquiijano@uniandes.edu.co)

**Co-asesor:** Jorge Alfredo López Jimenez - [jorgelopez@uniandes.edu.co](mailto:jorgelopez@uniandes.edu.co)

8 de octubre de 2024

# Índice

1 Resumen ejecutivo . . . . .	4
2 Introducción . . . . .	5
3 Marco teórico . . . . .	6
3.1 Conceptos clave . . . . .	6
3.1.1 Robot doméstico . . . . .	6
3.1.2 Seguridad infantil en el hogar . . . . .	6
3.1.3 Accidentes domésticos . . . . .	6
3.1.4 Peligro . . . . .	6
3.1.5 Riesgo . . . . .	6
3.1.6 Domótica . . . . .	6
3.1.7 Entorno doméstico . . . . .	7
3.1.8 Sensores . . . . .	7
3.1.9 Inteligencia artificial . . . . .	7
3.1.10 Monitorización continua . . . . .	7
3.1.11 Sistema de alerta y notificaciones . . . . .	7
3.1.12 Interacción Humano-Robot . . . . .	7
3.1.13 Algoritmos de control . . . . .	8
3.2 Revisión de literatura . . . . .	8
3.2.1 Estadísticas y causas de accidentes domésticos en primera infancia . . . . .	8
3.2.2 Prevención de accidentes domésticos en primera infancia . . . . .	16
3.2.3 Nivel de conocimiento de los cuidadores en el tema . . . . .	19
3.2.4 Relación de accidentes domésticos con el nivel económico . . . . .	21
3.3 Antecedentes externos . . . . .	26
3.3.1 Kuri . . . . .	26
3.3.2 iPal . . . . .	27
3.3.3 Astro . . . . .	27
3.3.4 NAO . . . . .	28
3.3.5 PaPeRo . . . . .	29
3.3.6 Moxie . . . . .	29
3.3.7 CuboAI . . . . .	30
3.3.8 Buddy . . . . .	30
3.3.9 Leka . . . . .	31
3.4 Antecedentes locales . . . . .	32
3.4.1 Castor . . . . .	32
3.5 Tecnología en robots domésticos . . . . .	32
3.5.1 Sensores y cámaras . . . . .	32
3.5.2 Visión por computadora . . . . .	33
3.5.3 Reconocimiento de voz . . . . .	33
3.5.4 Inteligencia artificial y machine learning . . . . .	33
3.5.5 Sistemas de control . . . . .	33
3.5.6 Conectividad . . . . .	33
3.5.7 Interfaz de usuario . . . . .	33
3.5.8 Baterías y gestión de energía . . . . .	34
3.5.9 Software y frameworks . . . . .	34
3.6 Domótica y supervisión infantil . . . . .	34
3.6.1 Cerraduras y sensores de puertas y ventanas . . . . .	34

3.6.2	Sensores de movimiento y presencia . . . . .	34
3.6.3	Cámaras de seguridad inteligentes . . . . .	34
3.6.4	Termostatos inteligentes . . . . .	35
3.6.5	Iluminación inteligente . . . . .	35
3.6.6	Asistentes de voz . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>36</b>
4.1	Objetivo general . . . . .	36
4.2	Objetivos específicos . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Metodología . . . . .</b>	<b>37</b>
5.1	Diagnóstico y evaluación preliminar del problema . . . . .	37
5.1.1	Descripción detallada de la situación . . . . .	37
5.1.2	Limitaciones . . . . .	37
5.1.3	Condicionantes . . . . .	37
5.1.4	Normas y regulaciones . . . . .	37
5.1.5	Riesgo ético . . . . .	37
5.2	Modelo de investigación . . . . .	37
5.2.1	Tema . . . . .	38
5.2.2	Objeto de investigación . . . . .	38
5.2.3	Problema de investigación . . . . .	38
5.2.4	Pregunta de investigación . . . . .	38
5.3	Búsqueda y clasificación de información . . . . .	38
5.4	Diseño del robot . . . . .	38
5.4.1	Especificaciones de diseño . . . . .	38
5.4.2	Sensores . . . . .	38
5.5	Hardware . . . . .	42
5.5.1	Sistema de energía . . . . .	42
5.5.2	Sistema electrónico . . . . .	44
5.5.3	Sistema mecánico . . . . .	45
5.6	Software . . . . .	47
5.6.1	Análisis de imágenes . . . . .	47
5.6.2	Sistema de software . . . . .	48
5.6.3	Sistema de control . . . . .	49
5.7	Implementación . . . . .	50
5.8	Pruebas . . . . .	52
5.9	Validación del robot . . . . .	52
<b>6</b>	<b>Resultados . . . . .</b>	<b>53</b>
6.1	Presentación de datos . . . . .	53
6.2	Análisis de resultados . . . . .	53
6.3	Comparación con tecnologías existentes . . . . .	53
6.4	Limitaciones . . . . .	53
6.5	Trabajo futuro . . . . .	53
<b>7</b>	<b>Conclusiones . . . . .</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>Referencias . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>Autodiagnóstico . . . . .</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>Evaluación . . . . .</b>	<b>59</b>

# 1 Resumen ejecutivo

## ~~Descripción del problema~~

Los accidentes domésticos son una causa principal de lesiones graves en niños pequeños debido a su exploración natural y falta de supervisión adecuada. Las tecnologías actuales de seguridad no están diseñadas para la supervisión activa y autónoma de niños, lo que crea una oportunidad para contribuir mediante la robótica en el cuidado de los bebés o niños.

## ~~Introducción, objetivo general y específicos~~

Así, en el presente proyecto se desarrolla un sistema robótico estático con sensores y procesamiento de imágenes para detectar situaciones de riesgo y emitir alertas, notificando automáticamente a los adultos responsables mediante mensajes y alarmas sonoras. Este sistema actúa como un asistente para los padres en el cuidado de sus hijos, operando con protocolos de protección que resguardan la salud y el entorno del niño, mitigando o evitando posibles accidentes que puedan perjudicar su bienestar. Para lo anterior, se pretende implementar un protocolo de comunicación automático para notificar a los adultos responsables y emitir alertas sonoras, asegurando una intervención rápida y efectiva ante situaciones de riesgo.

## ~~Ambiente en el que actuará el robot~~

El robot está diseñado para ubicarse en áreas específicas de la vivienda donde ocurren más accidentes domésticos y existen mayores riesgos; generalmente en la sala de estar ya que esta tiene acceso a la mayoría de zonas del hogar. Desde esta ubicación, el robot puede vigilar el entorno, recopilar datos y tomar medidas preventivas para garantizar la seguridad de los niños.

## ~~Metodología~~

## ~~Resultados y análisis~~

## ~~Conclusiones~~

## ~~Recomendaciones~~

## ~~El alcance logrado hasta el momento~~

## ~~El trabajo por hacer~~

## ~~Ajuste en los objetivos o alcances del proyecto~~

Ahora también se usará Reflex, Fusion 360.

## 2 Introducción

### ~~Contexto y relevancia e identificación del problema~~

En la etapa de la infancia, los accidentes domésticos son una de las principales causas de lesiones graves y fatales. Los bebés o niños pequeños al estar en su fase de exploración y aprendizaje son particularmente vulnerables a riesgos como ahogamientos, caídas, quemaduras, intoxicaciones y asfixias. Estas situaciones de peligro surgen cuando los niños realizan actividades comunes a su desarrollo, como correr, escalar y experimentar con objetos. La falta de supervisión adecuada por parte de los adultos responsables incrementa significativamente la probabilidad de que estos accidentes ocurran. Por lo tanto, es crucial implementar estrategias de prevención que protejan a los niños y aseguren su bienestar.

### ~~Incluir estadísticas sobre lo anterior?~~

### ~~Antecedentes en el área de estudio~~

A pesar de los avances en tecnología de seguridad doméstica, como los sistemas de domótica y diversas soluciones robóticas, la prevención de accidentes en bebés y niños sigue siendo un reto considerable. Las soluciones actuales no están diseñadas específicamente para la supervisión activa de niños y requieren la vigilancia constante de los cuidadores. Al momento no se tiene conocimiento de sistemas robóticos que operen de forma autónoma en la detección y prevención de riesgos infantiles, creando una oportunidad significativa para innovar en este campo.

### ~~Objetivos de investigación, lo que se espera lograr~~

El presente proyecto de fin de carrera tiene como objetivo desarrollar un sistema robótico estático equipado con sensores y capacidades de procesamiento de imágenes para la detección de situaciones de riesgo y la emisión de alertas. Este sistema actuará como un asistente para los padres, operando con protocolos de protección que resguardan la salud y el entorno del niño, mitigando o evitando posibles accidentes. Se busca implementar un protocolo de comunicación automático que notifique a los adultos responsables mediante mensajes y alarmas sonoras cuando se detecte una situación de riesgo, asegurando una intervención rápida y efectiva.

### ~~Contribución del estudio y sus aplicaciones~~

El desarrollo de este sistema no solo representa un avance tecnológico en este campo, sino también una herramienta valiosa para los padres, al brindar una capa adicional de seguridad en el hogar. Al ofrecer una vigilancia activa y autónoma, el sistema complementa la supervisión humana, ayudando a crear un entorno más seguro para los niños y reduciendo la incidencia de accidentes domésticos graves durante la infancia.

# 3 Marco teórico

~~Expliar la estructura de esta sección~~

## 3.1 Conceptos clave

### 3.1.1. Robot doméstico

Un robot es una máquina diseñada para realizar tareas automáticamente, utilizando sensores y cámaras para monitorear su entorno. En la seguridad doméstica, estos robots pueden prevenir accidentes detectando riesgos y alertando o interviniendo directamente para proteger la integridad de los integrantes del hogar.

### 3.1.2. Seguridad infantil en el hogar

La seguridad infantil en este contexto se refiere a las medidas y prácticas implementadas para proteger a los niños pequeños de lesiones y accidentes dentro del hogar. Esto incluye la instalación de barreras de seguridad en escaleras y ventanas, el uso de protectores de enchufes, el almacenamiento de productos químicos y medicamentos fuera del alcance de los niños, asegurar muebles y electrodomésticos para evitar que se vuelquen, y la supervisión constante de los niños para prevenir caídas, quemaduras, intoxicaciones y otros accidentes comunes en el hogar.

### 3.1.3. Accidentes domésticos

Los accidentes domésticos son incidentes no intencionales que ocurren en el hogar y pueden causar lesiones físicas, especialmente en niños pequeños y personas mayores. Estos incluyen caídas, quemaduras, cortes, intoxicaciones, asfixia, electrocuciones y ahogamientos. La prevención de estos accidentes implica medidas como mantener el hogar libre de peligros, supervisar a los niños y educar a la familia sobre prácticas seguras.

### 3.1.4. Peligro

Se refiere a peligro cualquier fuente, situación o acto con el potencial de producir daño en términos de lesión, enfermedad, daño a la propiedad, al medio ambiente o una combinación de éstos. Los peligros pueden clasificarse en físicos, como objetos corto-punzantes, esquinas agudas, objetos de vidrio sobre mesas, caídas y golpes; químicos, como intoxicación por productos de limpieza o medicamentos accesibles al niño; y biológicos, como la ingestión de juguetes pequeños que pueden ser ingeridos.

### 3.1.5. Riesgo

Se define como riesgo a la probabilidad de que ocurra un evento o exposición a un peligro que pueda causar una lesión o enfermedad. Los riesgos pueden incluir quemaduras, como el contacto con superficies calientes o el derrame de líquidos calientes; y riesgos eléctricos, como la electrocución con enchufes o tomas corrientes y cables caídos.

### 3.1.6. Domótica

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, permitiendo una gestión eficiente de los recursos, mayor seguridad, comodidad y

bienestar. Mediante la integración de sistemas y dispositivos conectados. La domótica permite controlar aspectos como la iluminación, climatización, seguridad, electrodomésticos y sistemas de entretenimiento desde un dispositivo central o de forma remota a través de smartphones o tablets. Además, la domótica puede mejorar la eficiencia energética, reduciendo el consumo y optimizando el uso de recursos en el hogar.

### **3.1.7. Entorno doméstico**

Un entorno doméstico se refiere al ambiente y las condiciones dentro de una vivienda o hogar donde las personas viven y realizan sus actividades diarias. Este entorno incluye todos los aspectos físicos y materiales del hogar, como los muebles, electrodomésticos, instalaciones y dispositivos, así como las interacciones sociales y familiares que ocurren en ese espacio.

### **3.1.8. Sensores**

Los sensores son dispositivos que detectan y responden a entradas físicas del entorno, como luz, calor, movimiento, humedad, presión y sonido. Convierten esta información en señales eléctricas que pueden ser medidas e interpretadas por sistemas electrónicos, como microcontroladores o computadoras. Ejemplos comunes incluyen sensores de temperatura, luz, movimiento, presión, proximidad, humedad y sonido.

### **3.1.9. Inteligencia artificial**

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que crea sistemas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana, como aprendizaje, razonamiento, percepción y toma de decisiones; esta se basa en algoritmos y modelos matemáticos. La IA procesa y aprende de datos, adaptándose a nuevas situaciones. La IA se aplica en asistentes virtuales, vehículos autónomos, diagnóstico médico, robots, y más.

### **3.1.10. Monitorización continua**

La monitorización continua implica el uso de sensores y tecnología para supervisar constantemente el entorno y las actividades del un agente (en este caso el bebé o niño) en tiempo real. Esto garantiza la seguridad y el bienestar del mismo, permitiendo al sistema de monitoreo responder rápidamente a situaciones peligrosas o inusuales, como cambios en el estado de salud, ofreciendo una supervisión ininterrumpida y proactiva.

### **3.1.11. Sistema de alerta y notificaciones**

Un sistema de alertas y notificaciones informa a quien convenga (a los cuidadores en este caso) en tiempo real sobre eventos críticos, como caídas o cambios en la salud del niño, y proporciona informes regulares sobre su estado y actividades. Utiliza múltiples canales, como aplicaciones móviles y mensajes de texto. Esto asegura una comunicación rápida y adecuada en caso de cualquier incidente.

### **3.1.12. Interacción Humano-Robot**

La Interacción Humano-Robot (HRI) es el estudio y diseño de sistemas para la comunicación y colaboración efectiva entre humanos y robots. Incluye métodos para que los robots comprendan y respondan a comandos verbales, gestos y expresiones faciales, así como el diseño de robots que puedan trabajar de manera segura y eficiente junto a humanos. También abarca

la creación de interfaces intuitivas, el uso de sensores para interpretar el entorno y las acciones humanas, y el desarrollo de comportamientos socialmente aceptables en robots.

### **3.1.13. Algoritmos de control**

Los algoritmos de control son conjuntos de reglas matemáticas diseñadas para gestionar el comportamiento de sistemas dinámicos, asegurando estabilidad y eficiencia. Se aplican en diversos campos como los sistemas robóticos. Los tipos comunes incluyen el control PID (control proporcional, integral y derivativo), que ajusta salidas para minimizar errores; control adaptativo, que ajusta parámetros en tiempo real; control predictivo, que usa modelos para prever y ajustar acciones; control óptimo, que optimiza criterios de rendimiento; entre otros.

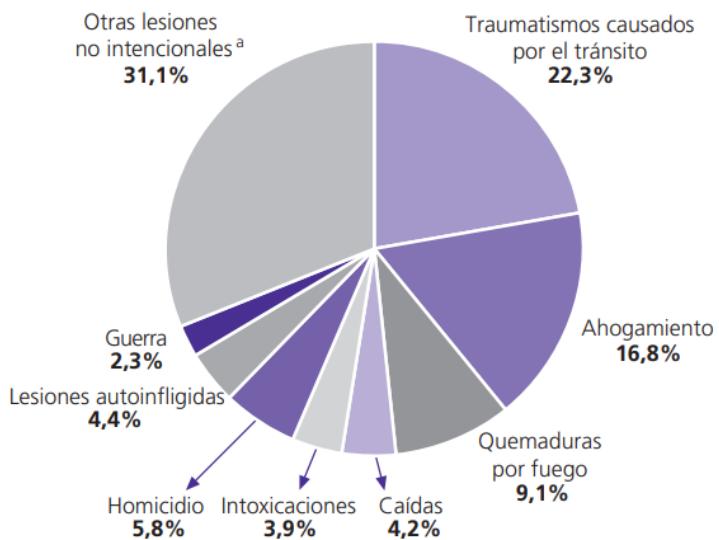
## **3.2 Revisión de literatura**

### **3.2.1. Estadísticas y causas de accidentes domésticos en primera infancia**

En el informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños elaborado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) [1] aborda la gravedad y prevención de las lesiones no intencionales en niños. En este informe se describen los principales tipos de lesiones tales como traumatismos de tránsito, ahogamientos, quemaduras, caídas e intoxicaciones. Además, se detallan los factores de riesgo, las intervenciones eficaces y las estrategias para la prevención destacando la necesidad de políticas integrales, cooperación intersectorial y mejor financiación. El informe subraya que la mayoría de estas lesiones son prevenibles y propone recomendaciones basadas en evidencia para reducir la incidencia y mejorar la salud infantil global.

A continuación, resaltaré las partes más importantes y relevantes del estudio en relación con la presente investigación para este proyecto.

En el Capítulo 1 referente a las lesiones en los niños y su contexto se dice que los niños tienen derecho a un ambiente seguro y libre de violencia, según la Convención sobre los Derechos del Niño. Las instituciones deben cumplir normas de seguridad y salud, y aunque es difícil, es posible proteger estos derechos con acciones concertadas dado que estos están expuestos a peligros y riesgos en su diario vivir. Las lesiones en niños son un serio problema de salud pública el cual requiere atención inmediata. A nivel global, son una de las principales causas de mortalidad infantil, causando alrededor de 950,000 muertes anuales en niños y jóvenes menores de 18 años, según la actualización de 2004 de la Carga Mundial de Morbilidad de la OMS. La mayoría de estas lesiones son resultado de colisiones en las vías de tránsito, ahogamientos, quemaduras por fuego o líquidos muy calientes, caídas e intoxicaciones. Estas se encuentran identificadas como lesiones no intencionales y representan el 60 % de todas las muertes infantiles causadas por lesiones, tal como se observa en la figura [1].



<sup>a</sup> En el apartado de "otras lesiones no intencionales" se incluye el ahogamiento, la asfixia, el atragantamiento, las mordeduras de serpientes u otros animales, la hipotermia y la hipertermia.

Figura 1: Distribución de las defunciones debidas a lesiones en todo el mundo en niños de 0 a 17 años, según la causa, 2004 [1].

Por otro lado, se ha encontrado una correlación entre las lesiones en los niños independientemente de la causa con el nivel de ingresos del país en que estos viven como se evidencian en los cuadros 1 y 2. Los países de ingresos bajos y medianos (PIBM) presentan tasas de mortalidad significativamente más altas en comparación con los países de ingresos altos (PIA), especialmente en los menores de 1 año. Las categorías de lesiones como ahogamientos, quemaduras, caídas e intoxicaciones también contribuyen significativamente a las muertes infantiles, destacando la necesidad de intervenciones específicas en estos países y grupos de edad.

	LESIONES NO INTENCIONALES						TOTAL
	Traumati- smos causados por el tránsito	Ahoga- mientos	Quema- duras por fuego	Caídas	Intoxica- ciones	Otras <sup>b</sup>	
PIA	7,0	1,2	0,4	0,4	0,5	2,6	12,2
PIBM	11,1	7,8	4,3	2,1	2,0	14,4	41,7
Todo el mundo	10,7	7,2	3,9	1,9	1,8	13,3	38,8

<sup>a</sup> Estos datos se refieren a los menores de 20 años.

<sup>b</sup> "Otras" incluye el ahogamiento, la asfixia, el atragantamiento, las mordeduras o picaduras de serpientes u otros animales, la hipotermia y la hipertermia.

PIA = países de ingresos altos; PIBM = países de ingresos bajos y medianos.

Cuadro 1: Tasas de mortalidad en todo el mundo por lesiones no intencionales por 100 000 niños, <sup>a</sup> según la causa y el nivel de ingresos del país, 2004 [1]

	EDAD (en años)					
	< 1	1–4	5–9	10–14	15–19	> 20
PIA	28,0	8,5	5,6	6,1	23,9	12,2
PIBM	102,9	49,6	37,6	25,8	42,6	41,7
Todo el mundo	96,1	45,8	34,4	23,8	40,6	38,8

PIA = países de ingresos altos; PIBM = países de ingresos bajos y medianos.

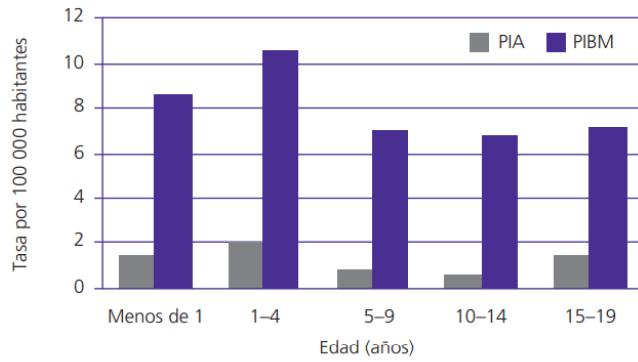
Fuente: OMS (2008), Carga Mundial de Morbilidad: actualización del 2004.

Cuadro 2: Tasas de mortalidad en todo el mundo por lesiones no intencionales por 100 000 niños, según la edad y el nivel de ingresos del país, 2004 [1]

De lo anterior se ha visto que los factores socioeconómicos tiene relación en el riesgo de lesiones. En las familias pobres, los padres pueden no poder cuidar adecuadamente a sus hijos, dejándolos solos o al cuidado de un hermano, ni costear equipos de seguridad como detectores de humo o cascos. Los niños que viven en la pobreza pueden estar expuestos a entornos peligrosos, como la falta de espacios seguros para jugar, condiciones de vida precarias con poco espacio y necesidad de hacer fuego al aire libre, y ventanas, tejados y escaleras sin protección adecuada. La vigilancia es crucial para proteger a los niños de lesiones, ya que se estima que el 90 % de estas ocurren en el hogar. Lo anterior implica observar, escuchar, mantener proximidad física y tener intervención verbal y física continua. Factores como la distracción, la salud mental, el consumo de sustancias y la supervisión inadecuada por parte de otros niños pueden comprometer la vigilancia. Se necesita más investigación para definir y evaluar modelos eficaces de vigilancia según la edad y los riesgos del entorno del niño.

La promoción de dispositivos de seguridad, como cascos y detectores de humo reduce las lesiones e incidentes. Los detectores de humo aumentan en los hogares, pero su impacto en la reducción de incendios y lesiones es limitado, se requiere de otro tipo de dispositivos para cubrir esta necesidad enorme.

En el Capítulo 3, que aborda el ahogamiento, se señala que para muchos niños el agua representa diversión y juego. No obstante, también es peligrosa, ya que un niño pequeño puede ahogarse en pocos centímetros de agua, como en un balde o en el baño. El ahogamiento es una de las tres principales causas de muerte por lesiones no intencionales en numerosos países, especialmente en niños menores de 5 años. Los estudios en Asia Sudoriental revelan que el ahogamiento provoca el 90 % de las muertes por lesiones en niños de 1 a 4 años y más del 50 % en los de 5 a 9 años. En Estados Unidos, es la principal causa de muerte por lesiones en niños de 1 a 2 años, y en China, en niños de 1 a 14 años. En Brasil, el ahogamiento es la principal causa de muerte por lesiones en niños de 1 a 4 años, representando el 26 % de las muertes por lesiones no intencionales en niños de 0 a 14 años. Además, se mantiene la relación entre los casos de lesiones, en este caso por ahogamiento, respecto al nivel de ingresos de cada país, como se muestra en la figura [2].



PIA = países de ingresos altos; PIBM = países de ingresos bajos y medianos.

Figura 2: Tasas mundiales de ahogamientos mortales por 100 000 niños, por edad y nivel de ingresos del país, 2004 [1]

En dicho cuadro se resalta una necesidad urgente de intervenciones específicas para prevenir ahogamientos, especialmente en los niños más pequeños, que son los más vulnerables. El riesgo de ahogamiento en niños varía según su etapa de desarrollo. Los menores de un año suelen ahogarse porque se quedan solos cerca del agua o están al cuidado de personas no cualificadas. Los niños más móviles y curiosos, aunque sin conciencia del peligro, pueden alejarse del adulto que los vigila y caer en masas de agua cercanas lo cual puede ser fatal.

En el Capítulo 4, referente a las quemaduras, se dice que los niños son naturalmente curiosos, comienzan a explorar su entorno desde que pueden moverse, lo que les ayuda a desarrollar habilidades necesarias pero también los expone a riesgos de lesiones graves, como quemaduras. Estas lesiones son dolorosas y pueden tener secuelas a largo plazo. La tasa de mortalidad por quemaduras en países de ingresos bajos y medianos es 11 veces mayor que en países de ingresos altos. En los más pequeños, la curiosidad y falta de coordinación aumentan el riesgo, especialmente en el hogar. Los detectores de humo pueden reducir significativamente las muertes por incendios, pero deben ser mantenidos adecuadamente. En la figura 3 se muestra que la mortalidad por ahogamiento es mucho mayor en países de ingresos bajos y medianos (PIBM), especialmente en niños menores de 1 año y de 1 a 4 años lo cual es esperado ya que a este es el rango de edad en cual desarrollan sus habilidades.

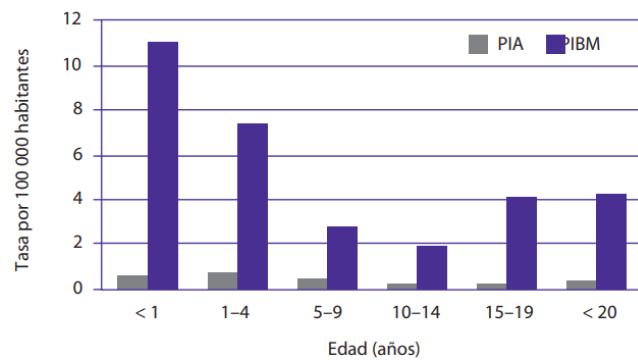
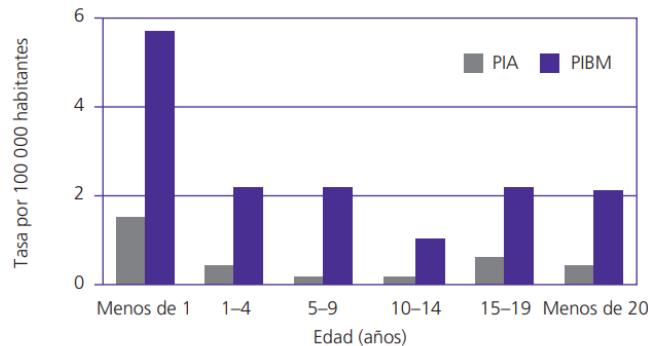


Figura 3: Tasas mundiales de quemaduras mortales por fuego por 100 000 niños, por edad y nivel de ingresos del país, 2004 [1]

En el Capítulo 5, se habla sobre las caídas en la cuales la gravedad de las caídas a veces excede la capacidad del cuerpo humano y de la superficie de contacto para absorber la energía,

lo que convierte a las caídas en una causa significativa de lesiones en la infancia. Estas lesiones pueden resultar en discapacidades permanentes o incluso la muerte. La figura 4 muestra que los niños menores de un año en PIBM tienen una tasa significativamente más alta de mortalidad por caídas en comparación con los PIA. Esta tendencia también se mantiene, aunque en menor medida, en los grupos de edad de 1-4 años y 5-9 años.



<sup>a</sup> Estos datos se refieren a los menores de 20 años de edad.

PIA = Países de ingresos altos; PIBM = Países de ingresos bajos y medianos.

Figura 4: Tasas de traumatismos mortales causados por caídas por 100 000 niños, <sup>a</sup> en todo el mundo, por edad y nivel de ingresos del país, 2004 [1]

Para finalizar con el informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños; en el Capítulo 6, se aborda el tema de las intoxicaciones. El hogar y sus alrededores representan riesgos significativos para los niños debido a intoxicaciones accidentales. La curiosidad natural de los niños los lleva a explorar, resultando en millones de llamadas anuales a centros de tratamiento de intoxicaciones. Miles de niños son atendidos en urgencias por consumir productos químicos domésticos, medicamentos o plaguicidas de manera involuntaria. Se estima que 45,000 muertes anuales de menores de 20 años son causadas por intoxicaciones agudas, con tasas más altas en países de ingresos bajos y medianos, especialmente en menores de un año y en niños en comparación con niñas. En la figura 5 se evidencia que las tasas de mortalidad por intoxicación son más altas en niños menores de un año y de 1 a 4 años. Esta tendencia resalta la mayor vulnerabilidad de los niños pequeños a las intoxicaciones accidentales. Las investigaciones muestran que el 56 % de las intoxicaciones accidentales en niños pequeños ocurre en su propio hogar, y el 17 % en la casa de otra persona o sus alrededores, por lo que se debe prestar atención en reducir el acceso de los niños a sustancias tóxicas en el hogar.

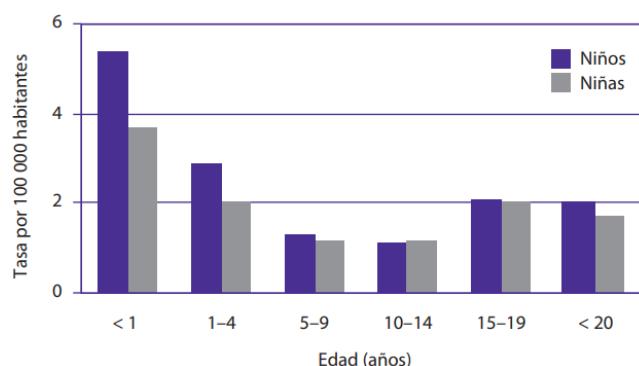


Figura 5: Tasas de mortalidad debida a intoxicación por 100 000 niños, por edad y sexo, en el mundo, 2004 [1]

Ahora, el estudio titulado factores de riesgo relacionados con los accidentes domésticos [2] analiza los factores que contribuyen a los accidentes en el hogar mediante la observación de 176 hogares durante 12 meses. Los apartamentos se clasifican en tres grupos según el número de factores de riesgo detectados y se visitan trimestralmente. Se encontró que el 30 % de los hogares concentraba el 63 % de los accidentes, con mayor morbilidad en hogares con más factores de riesgo. Esto sugiere que el trabajo educativo debe ser planificado y diferenciado, enfocándose en modificar conductas en hogares de alto riesgo para una prevención más efectiva.

Riesgos detectados	Hogares	
	No.	%
Acceso libre al área de la cocina	173	98,0
Muebles que pueden ser tirados al piso	74	41,0
Objetos cortantes y punzantes	73	41,0
Cocinas defectuosas o mal manipuladas	71	40,0
Fármacos con fácil acceso o mal identificados	67	38,0
Pisos mojados y manchados	63	36,0
Fósforos, encendedores y similares al alcance	59	34,0
Fuentes de electricidad mal protegidas	56	32,0
Juguetes y objetos pequeños al alcance de los niños	53	30,0
Recipientes con queroseno y otras sustancias tóxicas	51	29,0
Escaleras y balcones con barandas inseguras	51	29,0
Juguetes, muebles y otros objetos en desorden	51	29,0
Iluminación deficiente	49	28,0
Animales capaces de producir mordeduras	47	27,0
Depósitos de agua destapados	33	19,0
Otros	33	19,0
Cunas o camas mal protegidas	31	18,0
Bolsas de nylon al alcance de los niños	29	16,0
Niños dejados solos	25	14,0
Fugas de gas	25	14,0

Cuadro 3: Riesgos detectados en orden de frecuencia [2].

Del cuadro [3] se evidencia que ningún hogar estuvo exento de factores de riesgo. El acceso libre a la cocina es un problema estructural común en el diseño de los apartamentos. Las tijeras se encuentran frecuentemente en la sala-comedor y los cuchillos están expuestos en la cocina, junto con fogones defectuosos y fugas de gas. Cigarros, fósforos y encendedores están al alcance de niños y ancianos. Las fuentes de electricidad mal protegidas están en las escaleras, donde la iluminación es deficiente y las barandas son inseguras o inexistentes. Por otro lado, el cuadro [4] muestra que el lugar del hogar con la mayor cantidad de accidentes es la cocina con alrededor del 44 % del valor total de accidentes, seguido por las escaleras.

Zona del hogar	Accidentes ocurridos	
	No.	%
Cocina	25	43,8
Escaleras	10	17,5
Sala comedor	7	12,2
Patio	5	8,7
Jardín	3	5,2
Balcón	2	3,5
Azotea	2	3,5
Dormitorio	2	3,5
Baño	1	1,7
Total	57	100,0

Cuadro 4: Área de la vivienda en que ocurrió el accidente [2].

Por último, en este estudio se evidenció en que la mayoría de los riesgos y accidentes se concentran en un número pequeño de familias; y en los apartamentos con más personas presentan más factores de riesgo y mayor morbilidad por accidentes domésticos.

Segundo, el artículo Domestic accidents among under-5 year children: a study on the modern day epidemic [3] examina los accidentes domésticos en niños menores de cinco años en áreas periurbanas de Aligarh, India. A través de entrevistas con madres o cuidadores, se encontró que las caídas eran la causa más común de accidentes, seguidas de lesiones por objetos cortantes y quemaduras. El nivel educativo de las madres mostró una asociación significativa con la ocurrencia de accidentes. El estudio resalta la importancia de la educación de las madres, la supervisión parental y las modificaciones en el hogar como estrategias efectivas para prevenir lesiones en niños pequeños. De este estudio se comprueba mediante la figura 6 que los accidentes domésticos en niños menores de cinco años son más frecuentes en interiores, especialmente entre los 1 y 3 años. Esto destaca la necesidad de mejorar la seguridad dentro del hogar.

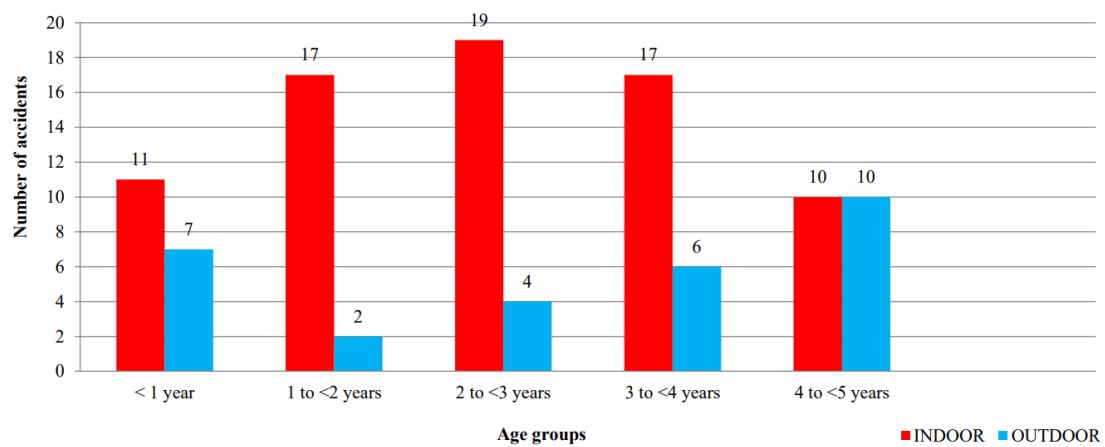


Figura 6: Distribución de los accidentes en función del lugar de ocurrencia [3].

También, en el artículo titulado evaluación de impacto de la intervención Módulo Ambientes Seguros para la prevención de accidentes domésticos durante la primera infancia [4] publicado en la revista Latinoamericana de Psicología trata sobre la evaluación de la efectividad del módulo de intervención llamado 'Ambientes Seguros'. Este módulo está diseñado para prevenir accidentes domésticos en niños durante su primera infancia. La evaluación se realizó a través de visitas domiciliarias para probar su impacto. El estudio busca determinar si la intervención reduce la ocurrencia de accidentes domésticos en los hogares que participaron en el programa.

En 2007, se identificaron las cinco principales causas de accidentes domésticos en Bogotá como caídas de altura (2014 casos, 56 % del total), principalmente de escaleras, balcones, terrazas, sillas y superficies resbaladizas; golpes con objetos contundentes (561 casos, 16 %), incluyendo objetos pesados que caen o con los que tropiezan los niños; quemaduras (285 casos, 8 %) causadas por líquidos o vapores hirviéntes, fogones, fósforos, encendedores y planchas; heridas por objetos cortopunzantes (159 casos, 4 %), como cuchillos, cuchillas, bisturíes o tijeras; e intoxicaciones (125 casos, 3 %) debido a la ingestión de raticidas, medicamentos o productos de limpieza. Utilizando información de 127 347 hogares con niños menores de cinco años en 28 países en desarrollo, ellos analizaron las condiciones del hogar y del entorno (calidad de la vivienda, recursos materiales, materiales de aprendizaje) y establecieron relaciones con el índice de desarrollo humano (IDH) y el producto interno bruto (PIB) de cada país. Los autores argumentaron que la baja calidad de la vivienda y la falta de recursos materiales debilitan el desarrollo de competencias y dificultan mantener estándares adecuados de seguridad y bienestar.

Tipo de accidente	Lesión leve	Lesión severa	Total
Accidente por caída	40	3	43
Accidente por objeto cortopunzante	15	1	16
Accidente por mordedura animal	11	1	12
Accidente por objeto pesado	11	0	11
Accidente por intoxicación	3	3	6
Accidente por ahogamiento	6	0	6
Accidente por electrocución	4	0	4

Cuadro 5: Frecuencia de ocurrencia y gravedad de accidentes domésticos sufridos por los niños [4].

Dado el análisis del estudio se obtuvieron los datos plasmados en el cuadro 5 en el cual predominan los accidentes por caídas y objetos cortopunzantes. Además, en el estudio se encontró cualitativamente que las viviendas tenían escaleras sin barandas, azoteas descubiertas y en construcción, algunas fácilmente accesibles para los niños. En las azoteas se observaban palos, varillas, tejas y materiales de construcción, así como cables eléctricos y conexiones expuestas, además de instalaciones eléctricas artesanales. Se encontraron productos de limpieza, medicamentos, objetos cortopunzantes (cuchillos, tijeras), licor al alcance de los niños y cocinas sin puertas. También se observaron albercas, canecas y lavaderos con depósitos de agua destapados, así como fugas de gas y cilindros de gas propano en el lugar donde duerme la familia. Se identificaron objetos grandes y pesados (como televisores) que podían caer fácilmente y objetos pequeños al alcance de los niños (bolitas de cristal y fichas). Los pisos peligrosos incluían baldosas quebradas, huecos, desniveles y pedazos de tablas o tapetes que podían provocar caídas. Los techos presentaban grietas, humedades y filtraciones, construidos con materiales reciclables.

En varias viviendas se percibieron olores a humedad y las cuidadoras reportaron enfermedades en los niños por esa causa. Algunas viviendas tenían paredes hechas con materiales reciclados o mixtos como cemento y madera. Se visitaron casas terminadas y sin terminar, observando ventanas con vidrios rotos, sin rejas y a la altura de los niños, así como habitaciones sin ventanas, iluminación o ventilación. Se observaron viviendas cerca de cables de alta tensión, avenidas transitadas o vecindarios peligrosos, así como cerca de zonas con acumulación de basura, ríos o zonas industriales. Así, este corresponde a un estudio muy completo y detallado sobre las principales causas de los accidentes domésticos en los niños y niñas.

Por otro lado, el trabajo llamado evaluación de proceso de una intervención para la prevención de accidentes domésticos en la primera infancia [5] realizada por Jenny Amanda Ortiz Muñoz en la Universidade Federal do Rio Grande do Sul evalúa el módulo ambientes seguros, implementado con 16 familias de Bogotá, por lo que es un estudio con población local. La intervención fue parte de un estudio mayor y se centró en mejorar la calidad de los datos para futuras evaluaciones. En dicho estudio proporcionan la gráfica mostrada en la figura 7. En ella se puede observar que hubo un pico en el número de muertes en 2002 y 2003, con un total de aproximadamente 30 muertes en cada uno de esos años, por lo que se resalta la importancia de las intervenciones preventivas, mostrando las fluctuaciones en las muertes infantiles relacionadas con accidentes domésticos a lo largo de los años.

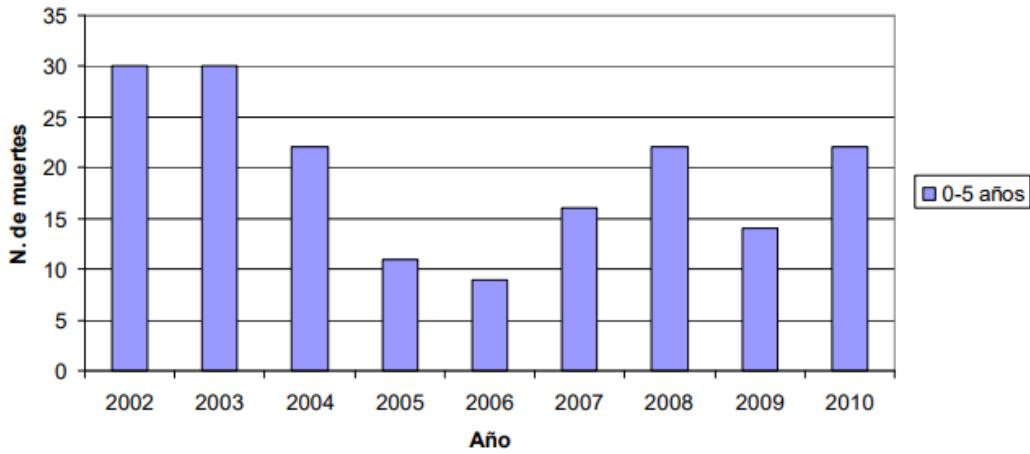


Figura 7: Muertes por accidentes domésticos de niños y niñas entre 0-5 años en Bogotá [5].

### 3.2.2. Prevención de accidentes domésticos en primera infancia

En el análisis de la prevención de accidentes domésticos en la primera infancia se resalta el artículo titulado prevención de riesgos domésticos y accidentes infantiles de Jesús Miguel Jiménez Morago [6], publicado en el Boletín del Real Patronato sobre Discapacidad, aborda la importancia de prevenir accidentes domésticos en niños. Describe los principales riesgos en el hogar, como la electricidad, la mecanización doméstica y la presencia de sustancias tóxicas. Además, resalta la necesidad de adaptar los entornos domésticos a las necesidades infantiles y promueve la concienciación sobre la prevención de accidentes para reducir su incidencia.

En este artículo se dice que los avances de la vida moderna y los estilos de vida actuales están introduciendo nuevos factores de riesgo que no se adaptan a las necesidades infantiles, como el aumento de la movilidad, la mecanización doméstica, la electricidad, y el diseño de viviendas y mobiliario, así como la presencia de sustancias tóxicas en el hogar. Estos factores han

convertido los accidentes infantiles en un problema sanitario, social y educativo significativo. La conciencia creciente sobre este problema ha llevado a un cambio en la percepción de los accidentes, pasando de considerarlos como eventos al azar a entender que la mayoría pueden prevenirse. Los estudios indican que el hogar es el lugar más frecuente de accidentes en niños menores de 4-5 años, destacándolo como el principal escenario de estos incidentes. Para prevenir accidentes infantiles, se proponen los siguientes elementos en los programas dirigidos a padres y educadores:

- 1. Enfoque comunitario y multidisciplinar:** Implicar a padres, agentes sociales, y profesionales de educación y salud en áreas pequeñas.
- 2. Mensajes positivos:** Diseñar materiales impresos y audiovisuales sobre seguridad.
- 3. Mejora de conocimientos y comportamientos:** Alternar actividades formativas y dinámicas de grupo sobre desarrollo infantil y seguridad.
- 4. Material formativo adecuado:** Usar materiales específicos para las acciones formativas.
- 5. Supervisión y visitas al hogar:** Monitores o voluntarios apoyan y supervisan a las familias.

Estas estrategias buscan integrar la educación y prevención en el entorno familiar para reducir accidentes. Además, se propone integrar el esquema mostrado en el cuadro 6 para orientar a los padres en el tema según la edad de sus hijos.

0-2 Años	2-6 Años	6-14 Años
estudiar los riesgos de la casa y prepararla	estudiar nuevos riesgos y preparar espacios	colegios y áreas de juego seguros
comprar juguetes seguros	juguetes adaptados y seguros	equipos y materiales seguros
adoptar punto de vista del niño/a	!	!
prestarle atención	supervisar	discreto control
ayudarle cuando lo necesite	!	!
enseñarle jugando )	enseñarle jugando anticipando situaciones	enseñarle a identificar y afrontar riesgos
ofrecerle buenos modelos	! razonar y explicar	! razonar, explicar y recordar
animarle a hacer las cosas bien	!	! reforzar su propia opinión

Cuadro 6: ¿Qué pueden hacer los padres por la seguridad de sus hijos? 6.

Por otro lado, otro documento que habla sobre la prevención de este tipo de accidentes es el artículo sobre la prevención de lesiones infantiles por accidentes 7, el cual revisa estrategias para prevenir accidentes domésticos y de tráfico en niños, destacando su importancia como causa de muerte en esta población. La prevención se basa en adaptar los consejos según la etapa de desarrollo del niño y personalizarlos según los riesgos específicos. Además, se subraya

la necesidad de educar en seguridad desde la consulta pediátrica, involucrando a padres y profesionales de salud en la implementación de medidas efectivas.

Los accidentes infantiles, que causan mortalidad y morbilidad, son siempre evitables. Por lo tanto, la prevención es crucial para abordar los accidentes infantiles. Se destacan varias recomendaciones y medidas preventivas que deben ser implementadas para minimizar los riesgos y proteger a los niños, tales como:

1. **Crear un hogar seguro:** Para mejorar la seguridad en el hogar, se recomienda instalar equipamientos de seguridad como barandillas en escaleras y protecciones en enchufes. Es importante almacenar productos peligrosos, medicamentos y objetos cortopunzantes fuera del alcance de los niños. Además, asegurar muebles y televisores grandes para evitar que puedan caer sobre los niños.
2. **Educación y concienciación:** Para mantener un entorno seguro, es fundamental educar a los padres y cuidadores sobre medidas de seguridad específicas. Además, se debe desaconsejar el uso de andadores debido a los riesgos asociados con estos dispositivos.
3. **Regulación y normativas:** Para mejorar la seguridad en los hogares, se deben implementar normativas para la instalación de vallas en piscinas privadas y promover la instalación de alarmas contra incendios.
4. **Atención y preparación:** Es esencial capacitar a los padres en primeros auxilios y cómo actuar en situaciones de emergencia. También se debe orientar a las familias sobre los riesgos específicos en cada etapa del desarrollo infantil y cómo adaptarse a ellos.

Así mismo, en la tesis llamada prevención de accidentes domésticos relacionado con la seguridad del hogar en niños de 2 a 5 años de edad del Centro de Salud Estratégico de Putina, periodo 2023 de Carmen Rosa Fajoo Canaza [8], se investiga la relación entre la prevención de accidentes domésticos y la seguridad del hogar en niños de 2 a 5 años. Utilizando un enfoque descriptivo y cuantitativo, el estudio encuestó a 271 madres. Los resultados muestran que el 46,13 % de las madres tienen un nivel moderado de prevención de accidentes y el 21,03 % tienen un nivel alto. En términos de seguridad del hogar, el 53,87 % de las madres presentan un nivel moderado y el 18,45 % un nivel bajo. Se concluye que existe una relación significativa entre la prevención de accidentes domésticos y la seguridad en el hogar. La tesis realiza las siguientes prevenciones dependiente del tipo de accidente doméstico:

1. **Prevención de caídas:** Para prevenir caídas, mantén suelos y pasillos despejados, asegura barandillas en escaleras, usa alfombrillas antideslizantes en tinas y barras de protección en ventanas bajas. Protege áreas peligrosas, vigila a los niños cuando saltan en muebles, no uses muebles como soporte para alcanzar objetos y asegúrate de que los muebles estén en superficies planas.
2. **Prevención de quemaduras:** Para evitar quemaduras, utilice tapas al cocinar, mantenga a los niños alejados de elementos calientes, guarde velas y fósforos. No permita que jueguen con fuegos artificiales, use protectores en tomascorrientes y mantenga aparatos electrónicos fuera de su alcance.
3. **Prevención de intoxicaciones:** Para prevenir intoxicaciones, guarde productos peligrosos en lugares seguros y etiquetados. No transfiera sustancias tóxicas a envases de alimentos usados, y mantenga almacenamiento separado para alimentos, medicamentos y sustancias tóxicas. Guarde medicamentos lejos de los niños.

4. **Prevención de asfixia por atragantamiento:** Para evitar la asfixia, asegúrese de que los niños no manipulen elementos pequeños o juguetes que puedan desarmarse. Supervise a los niños mientras comen, evitando que jueguen o hablen durante las comidas. No permita que los niños metan juguetes u otros objetos en la nariz o la boca.

Además, se brindarán recomendaciones para incrementar la seguridad dentro del hogar, tales como:

1. **Cocina:** Lave las manos adecuadamente, no dé agua caliente a los niños, mantenga la cocina limpia y libre de extensiones, apague electrodomésticos cuando no se usen, ventile si usa cocina de leña, guarde dulces y objetos peligrosos fuera del alcance de los niños, limpie el piso para evitar resbalones y no use envases de alimentos para productos de limpieza.
2. **Dormitorio:** Asegure una buena iluminación en la cama del bebé, evite velas y fuego en el dormitorio, prohíba fumar y lave la ropa de cama del niño con agua caliente semanalmente.
3. **Cama del niño:** Evite camas con pintura de plomo, asegure espacio suficiente para evitar asfixia, no use almohadas ni ropa de cama suelta, mantenga al bebé en posición supina al dormir, y asegúrese de que no se sobrecaliente y de mantenerlo alejado de ventanas.
4. **Baño:** Mantenga el suelo seco, acompañe a los niños pequeños al baño, ventile adecuadamente y asegure una buena iluminación.
5. **Escaleras:** Mantenga las escaleras despejadas, bien iluminadas y con barandas resistentes. Evite que los niños pequeños usen las escaleras solos y no use exceso de cera en el suelo para prevenir resbalones.

### **3.2.3. Nivel de conocimiento de los cuidadores en el tema**

Es importante saber sobre el conocimiento por parte de los cuidadores ya que esto puede influir en la razón por la cual los accidentes domésticos existen o persisten en el hogar. Para ello, se analiza el documento llamado la figura del cuidador en los accidentes infantiles [9]. En este se analiza el papel crucial del cuidador en la prevención de accidentes en la infancia. A través de la revisión de literatura y encuestas, se identifica que los accidentes son la principal causa de muerte en la infancia y una importante causa de morbilidad. Los estudios destacan que la mayoría de los accidentes ocurren en el hogar, siendo los niños menores de 5 años los más afectados. Se enfatiza que los accidentes no son inevitables y pueden prevenirse mediante medidas adecuadas de prevención, educación para la salud y la participación activa de los cuidadores. Además, se destaca la importancia de educar a los padres y cuidadores sobre los riesgos y la prevención de accidentes para reducir la incidencia y gravedad de las lesiones en los niños. Los puntos clave de este estudio nos dicen:

1. El 57% de las madres reconoce que los accidentes domésticos son más frecuentes en menores de 6 años, especialmente en el hogar. El 64% sabe que la edad de 1 a 3 años es la de mayor riesgo.
2. Principalmente son madres mayores de 30 años con estudios primarios o secundarios. Menos de la mitad trabaja fuera del hogar.
3. El 94% considera que la cocina es la habitación más peligrosa. La mayoría recibe información sobre prevención de accidentes de la enfermera de pediatría y prefieren explicaciones detalladas durante la consulta.

4. La educación en prevención de accidentes domésticos debe dirigirse a los padres, quienes inculcan hábitos de seguridad en sus hijos.
5. El 82 % de las cuidadoras piensa que existe un riesgo permanente de accidentes, mostrando una alta sensibilización hacia la prevención.

Por otro lado, el estudio 'Conocimientos de un grupo de madres sobre prevención de accidentes en el hogar' en Güines, Cuba [10], evaluó el conocimiento de 136 madres de niños menores de cinco años. Se encontró que el 90 % de las madres tenía conocimientos insuficientes sobre prevención de accidentes domésticos, independientemente de la edad, escolaridad o estado civil. Se concluye que es necesario realizar intervenciones educativas para mejorar estos conocimientos y reducir el riesgo de accidentes en el hogar.

De este estudio se obtuvieron los resultados mostrados en los cuadros 7, 8 y 9. En el cuadro 7 se muestra que 122 madres, equivalentes al 90 % del total, tienen conocimientos insuficientes sobre la prevención de accidentes en el hogar, mientras que solo 14 madres, el 10 %, tienen conocimientos suficientes. En el cuadro 8 se muestra que tanto las madres jóvenes (20-30 años) como las mayores de 30 años tienen conocimientos insuficientes sobre la prevención de accidentes en el hogar. Ninguna madre joven tiene conocimientos suficientes, y solo el 10 % de las mayores de 30 años los posee. Por último, en el cuadro 9 se evidencia que la mayoría de las madres tienen educación universitaria (45 %), seguidas por preuniversitario (30 %) y secundario (25 %). El 35 % de las madres universitarias y todas las de niveles preuniversitario y secundario tienen conocimientos insuficientes sobre prevención de accidentes en el hogar. Las diferencias no son estadísticamente significativas, lo que sugiere que la falta de conocimientos no está vinculada al nivel educativo. Se necesita educación continua y específica para todas las madres.

Nivel de conocimientos				Total	
Suficiente		Insuficiente			
No.	%	No.	%	No.	%
14	10	122	90	136	100

Cuadro 7: Conocimientos de las madres sobre prevención de accidentes en el hogar [10].

Edad	Nivel de conocimiento				Total	
	Suficiente		Insuficiente			
	No.	%	No.	%	No.	%
20 – 30 años	-	-	68	50	68	50
> 30 años	14	10	54	40	68	50
Total	14	10	122	90	136	100

Cuadro 8: Relación entre la edad de las madres y los conocimientos sobre la prevención de accidentes en el hogar [10].

Nivel de escolaridad	Nivel de conocimiento				Total	
	Suficiente		Insuficiente			
	No.	%	No.	%	No.	%
Secundaria Básica terminada	-	-	34	25	34	25
Pre-universitario terminado	-	-	40	30	40	30
Universitario terminado	14	10	48	35	62	45
Total	14	10	122	90	136	100

Cuadro 9: Relación entre el nivel de escolaridad de las madres y los conocimientos sobre la prevención de accidentes en el hogar [10].

Por último, el documento titulado 'Mothers' knowledge of domestic accident prevention involving children in Baghdad City' [11] analiza el nivel de conocimiento de las madres sobre la prevención de accidentes domésticos en niños en Bagdad. Se realizó un estudio transversal en 20 centros de atención primaria de salud, mostrando que más del 90 % de las madres tenían conocimientos insuficientes sobre la prevención de accidentes por productos químicos, aparatos eléctricos, instrumentos cortopunzantes y quemaduras. Las madres mayores y con más hijos mostraron mejor conocimiento, mientras que las madres con educación superior no necesariamente tenían mejores conocimientos. La figura 8 revela que las madres mayores y con más hijos tienen mejor conocimiento sobre la prevención de accidentes domésticos, mientras que las madres más educadas tienen menos conocimiento. Esto sugiere que la experiencia práctica es más crucial que la educación formal, y que los programas educativos deben enfocarse más en intervenciones prácticas y aprendizaje experiencial.

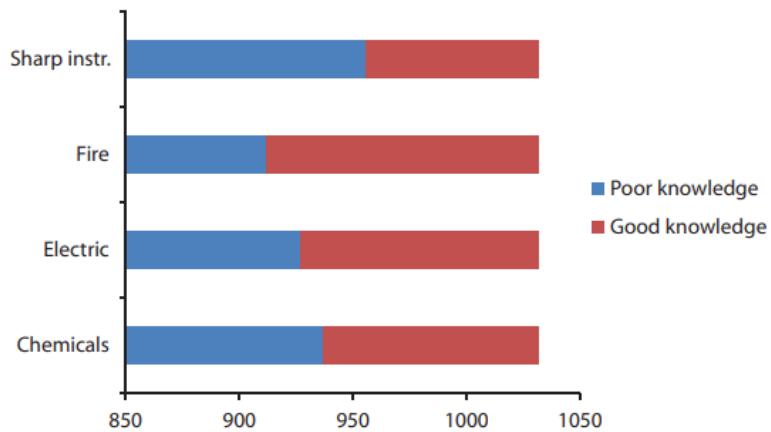


Figura 8: Level of mothers' knowledge regarding the four types of domestic accidents [11].

### 3.2.4. Relación de accidentes domésticos con el nivel económico

Un factor influyente en la aparición de accidentes domésticos en la primera infancia es el nivel de ingresos del país. Para esta sección, se analizarán estudios realizados en Colombia sobre la pobreza, el índice de desarrollo humano (IDH), el producto interno bruto (PIB) y el coeficiente de GINI. Este análisis permitirá establecer un estudio local sobre la situación colombiana.

Se analiza la tesis de Estefanía Acosta Echavarría llamada 'Persistencia de la pobreza e informalidad laboral en Colombia: un estudio para hogares de ingresos bajos y medios' [12]. Esta analiza cómo la informalidad laboral afecta la persistencia de la pobreza en hogares de ingresos bajos y medios en Colombia. Usando datos de la Encuesta Longitudinal Colombiana (ELCA) de 2010, 2013 y 2016, el estudio encuentra que hogares con jefes de hogar en trabajos informales tienen mayor probabilidad de ser pobres de manera persistente. Factores como la educación, el acceso al crédito y la dependencia económica también influyen significativamente en la probabilidad de pobreza persistente y transitoria. El cuadro 10 muestra la distribución de hogares según su condición de pobreza en un estudio longitudinal. Un 43,07 % de los hogares nunca ha experimentado pobreza, reflejando estabilidad económica. El 21,40 % ha enfrentado pobreza de manera transitoria, indicando vulnerabilidad a fluctuaciones económicas. Un significativo 35,53 % de los hogares sufre pobreza persistente, señalando problemas estructurales profundos. Estos datos resaltan la necesidad de políticas diferenciadas para abordar tanto la

pobreza crónica como la transitoria, con el objetivo de mejorar las condiciones económicas y reducir la incidencia de la pobreza en Colombia.

	Nunca pobre	Pobre transitorio	Pobre persistente	Total hogares
Número de hogares (porcentaje)	1457 (43,07)	724 (21,40)	1202 (35,53)	3383 (100)

Cuadro 10: Hogares por categoría de pobreza [12].

Ahora, por parte del Índice de Desarrollo Humano (IDH) se estudia el documento 'Convergencia regional en el índice de desarrollo humano en Colombia' [13] el cual investiga si las diferencias en bienestar y riqueza entre las regiones colombianas están disminuyendo, utilizando técnicas econométricas de datos de panel para analizar el IDH durante 1990-2010. Los autores encontraron convergencia en educación y esperanza de vida, indicando mejoras más rápidas en las regiones menos desarrolladas en estos aspectos, pero no en el ingreso per cápita, señalando una divergencia en la riqueza. El estudio subraya la necesidad de políticas públicas enfocadas en reducir estas disparidades para un desarrollo equitativo y sostenible.

La figura [9] muestra que los departamentos de Arauca, Casanare, Meta, Santander y San Andrés han experimentado un incremento continuo en el índice de ingresos entre 1990 y 2010, con Meta y Santander alcanzando los niveles más altos, cerca de 1 en 2010. Esto sugiere una convergencia económica significativa entre estos departamentos, especialmente a partir del año 2000, indicando que las disparidades en ingresos se están reduciendo. Aunque hay fluctuaciones anuales.

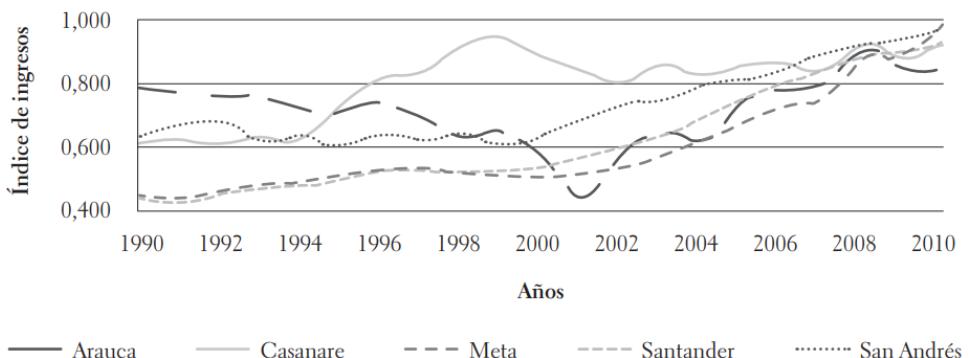


Figura 9: Departamentos con mayor índice de ingresos en Colombia, 1990-2010 [13].

La figura [10] evidencia que los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño, Putumayo y Sucre han tenido índices de ingresos consistentemente bajos entre 1990 y 2010, con Putumayo destacándose por un aumento significativo gracias a inversiones en minería y energías no renovables. A pesar de las mejoras hacia el final del período, estos departamentos permanecen por debajo del promedio nacional, reflejando una persistente divergencia en ingresos. Las fluctuaciones anuales y la limitada mejora en algunos departamentos sugieren la influencia de factores socioeconómicos y políticos, como la violencia y el conflicto armado.

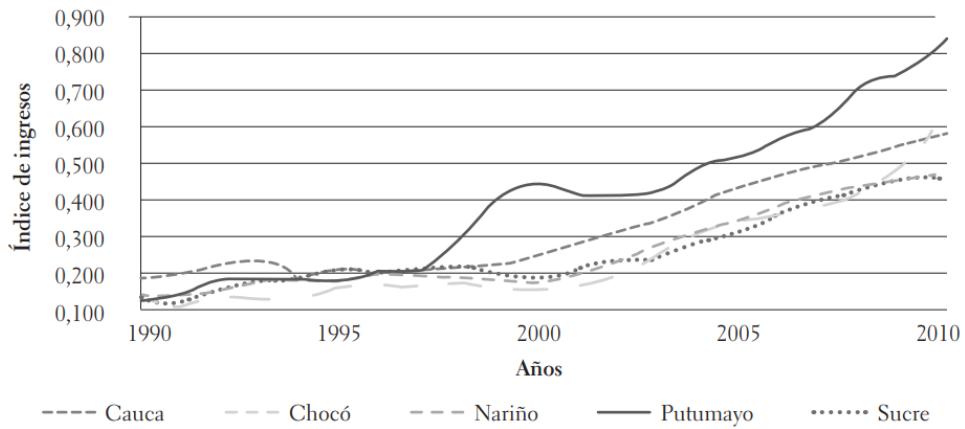


Figura 10: Departamentos con menor índice de ingresos en Colombia, 1990-2010 [13].

Relacionado a la esperanza de vida se tiene la figura 11 la cual muestra un incremento constante en el índice de esperanza de vida en los departamentos de Atlántico, Bogotá D.C., Boyacá, Santander y Valle del Cauca, con Bogotá D.C. alcanzando el índice más alto. Todos los departamentos se acercan a un índice de 1 para 2010, indicando mejoras significativas en salud y condiciones de vida. Sin embargo, se ve la necesidad de mantener estas políticas para seguir mejorando la calidad de vida ya la calidad de vida influye proporcionalmente en los accidentes domésticos.

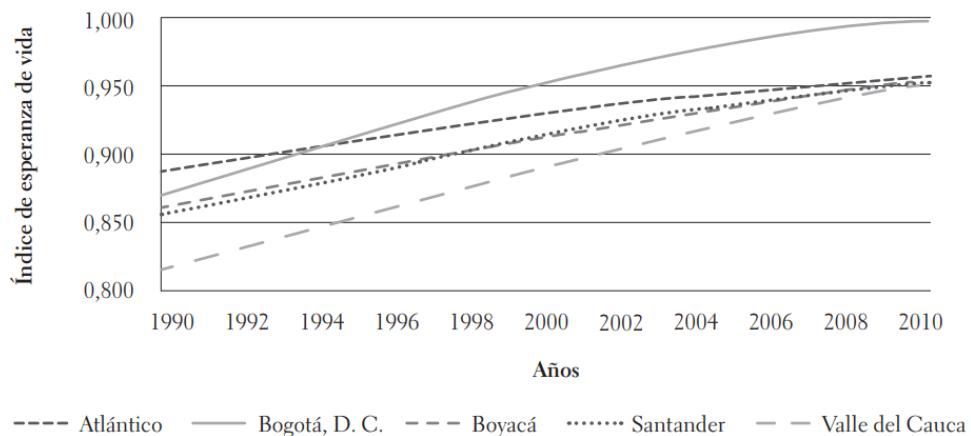


Figura 11: Departamentos con mayor índice de esperanza de vida, 1990-2010 [13].

Por último, en este documento se presenta la figura 12 en la cual se observa un incremento gradual en el índice de esperanza de vida en los departamentos de Arauca, Caquetá, Chocó, el grupo de la Amazonía y Putumayo, con Chocó teniendo el índice más bajo y Putumayo mostrando el mayor incremento, alcanzando 0,897 en 2010. Aunque hay mejoras generales, las disparidades persisten, sugiriendo una convergencia limitada.

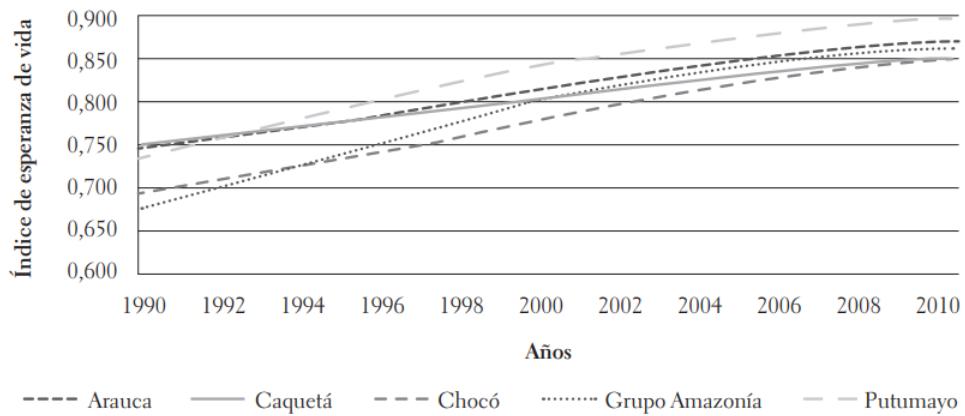


Figura 12: Departamentos con menor índice de esperanza de vida, 1990-2010 [13].

Otro aspecto importante a analizar es el Producto Interno Bruto (PIB). Para ello el artículo "Crecimiento económico y desarrollo humano en Colombia (2000-2010)" de Verena Marrugo Arnedo [14] analiza cómo el crecimiento del PIB en Colombia durante esa década no se tradujo en una reducción proporcional de la pobreza ni en una mejora significativa en el desarrollo humano. A pesar del crecimiento económico, la desigualdad en la distribución del ingreso persiste, con un alto coeficiente de GINI y un Índice de Desarrollo Humano (IDH) ajustado por desigualdad que revela una gran disparidad en el acceso a servicios esenciales. En el cuadro [11] muestra un crecimiento sostenido del PIB de Colombia entre 2000 y 2011, con un promedio anual del 3.8% y del 2.2% en el PIB per cápita. Durante la crisis global de 2008, Colombia mantuvo un crecimiento positivo del 3.55%, impulsado principalmente por el sector minero. Sin embargo, es necesario evaluar cómo este crecimiento afectó la reducción de la pobreza y la distribución del ingreso.

Fin de:	Total			Por habitante		
	Miles de Millones de pesos	Variación anual %	Millones de dólares de 2005	Pesos	Variación anual %	Dólares de 2005
2000	284.761	-	122.701	7.066.808	-	3.045
2001	289.539	1,68	124.760	7.094.190	0,39	3.057
2002	296.789	2,50	127.884	7.181.162	1,23	3.094
2003	308.418	3,92	132.895	7.369.789	2,63	3.176
2004	324.866	5,33	139.982	7.667.632	4,04	3.304
2005	340.156	4,71	146.570	7.931.153	3,44	3.417
2006	362.938	6,70	156.387	8.361.479	5,43	3.603
2007	387.983	6,90	167.179	8.832.464	5,63	3.806
2008 (p)	401.744	3,55	173.108	9.037.877	2,33	3.894
2009 (p)	408.379	1,65	175.967	9.079.360	0,46	3.912
2010 (p)	424.719	4,00	183.008	9.332.518	2,79	4.021
2011 (p)	449.900	5,93	193.858	9.770.961	4,70	4.210

Cuadro 11: PIB total y por habitantes, a precios constantes 2005, Colombia (p)-Provisional [14].

Por otro lado, en el cuadro 12 se evidencia que el Coeficiente de GINI en Colombia entre 2000 y 2010 fluctuó entre 0.56 y 0.61, indicando una alta desigualdad en la distribución del ingreso a pesar del crecimiento económico. La desigualdad se mantuvo persistente, con pequeñas variaciones anuales. Lo anterior evidencia que Colombia sigue siendo uno de los países más desiguales de América Latina.

COEFICIENTE DE GINI		
2000 – 2010		
Fin de:	GINI	Variación anual %
2000	0,59	
2001	0,58	-0,011
2002	0,61	0,046
2003	0,58	-0,046
2004	0,58	0,007
2005	0,56	-0,037
2006	0,59	0,045
2007	0,59	0,004
2008	0,57	-0,028
2009	0,57	-0,010
2010	0,56	-0,013

Cuadro 12: Coeficiente de GINI, 2000- 2010, Colombia [14].

Ahora, en la figura 13 del Índice de Desarrollo Humano (IDH) de Colombia se observa fluctuaciones entre 0.60 y 0.80, indicando variabilidad en el progreso social. A pesar de estar en el grupo de países con IDH alto, estas fluctuaciones reflejan que el crecimiento económico no siempre se traduce en un desarrollo humano sostenido y equitativo.

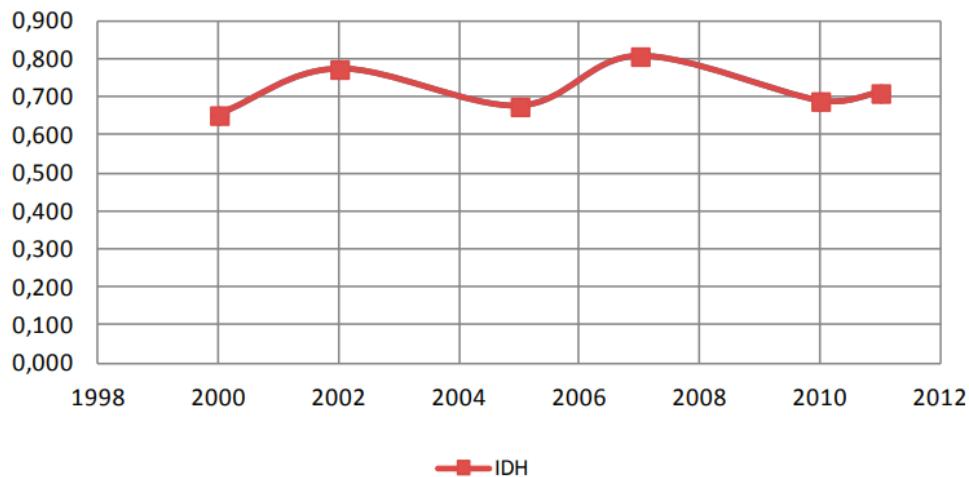


Figura 13: Índice de Desarrollo Humano, Colombia [14].

De lo analizado anteriormente, se puede concluir que la alta desigualdad en la distribución del ingreso, medida por el coeficiente de GINI, indica que los beneficios del crecimiento no se distribuyen equitativamente entre la población colombiana. Según [12] en Colombia existe persistencia en la pobreza, al menos a nivel de municipios y departamentos. Por lo tanto, la relación existente entre los accidentes domésticos en la primera infancia y el nivel de ingresos es notable. Así, la incidencia de estos accidentes es mayor debido a la falta de recursos para implementar medidas de seguridad en el hogar, menor acceso a educación sobre prevención de accidentes y condiciones de vivienda más peligrosas. A pesar del crecimiento económico de Colombia, la persistencia de la desigualdad y la pobreza en algunas regiones aumenta el riesgo de accidentes domésticos ya que muchas familias no pueden costear mejoras en la seguridad del hogar o recibir educación adecuada sobre prevención de accidentes.

### 3.3 Antecedentes externos

~~Explicar la estructura de esta sección~~

#### 3.3.1. Kuri

El robot Kuri, desarrollado por Mayfield Robotics, es un robot doméstico diseñado para acompañar a las personas y ayudar con tareas del hogar. Mide 50 cm y tiene un diseño amigable al consumidor. Kuri utiliza inteligencia artificial para navegar y evitar obstáculos, reconoce gestos faciales y diferencia entre personas y animales. Equipado con una cámara HD de 1080p, puede capturar momentos y ser controlado mediante una aplicación móvil. Aunque Kuri ya no está disponible para la venta debido al cierre de Mayfield Robotics, se destacó por su funcionalidad y diseño atractivo [15].



Figura 14: Robot Kuri [15]

### 3.3.2. iPal

El robot iPal, desarrollado por AvatarMind, mide 103 cm y pesa 12.5 kg. Está diseñado para educación infantil, cuidado de niños y ancianos, y comercio minorista. Posee una pantalla de 6 pulgadas, ejecuta aplicaciones Android y cuenta con 6 micrófonos para detectar sonidos. En el cuidado de niños, iPal ofrece contenido educativo e interactivo, mientras que en el cuidado de ancianos, monitorea medicamentos y puede alertar en emergencias. En el comercio, asiste a clientes y ofrece información [16].



Figura 15: Robot iPal [16]

### 3.3.3. Astro

Astro es un robot doméstico de Amazon diseñado para monitoreo del hogar con Alexa. Con la app de Astro, puedes ver en vivo tu hogar, monitorear habitaciones, personas y objetos específicos y recibir alertas de actividad.

Astro aprende el mapa de tu casa durante la configuración y puede moverse de manera autónoma, evitando obstáculos a su paso y manteniéndose a una distancia segura de personas, mascotas y escaleras. Cuando estás en casa, Astro te sigue de habitación en habitación, reproduce música y notifica llamadas, recordatorios y alarmas. Puede enviar mensajes o recordatorios a otras personas y regresar automáticamente a su base de carga cuando la batería está baja. Astro también ofrece funciones avanzadas de monitoreo en tiempo real con la suscripción a

Ring Protect Pro, que incluye la capacidad de investigar ruidos sospechosos, como vidrio roto, y almacenar videos en la nube por hasta 180 días. Además, Astro puede controlar puertas y ventanas, y enviar notificaciones sobre su estado. Astro es compatible con Amazon Kids para control parental y respuestas de Alexa aptas para niños. También puede detectar y notificar la presencia de mascotas en casa [17].



Figura 16: Robot Astro [17]

### 3.3.4. NAO

El robot NAO, creado por Aldebaran Robotics, es un robot humanoide altamente versátil y programable, utilizado principalmente en educación e investigación. Con una altura de 58 cm y 25 grados de libertad, NAO puede realizar una variedad de movimientos complejos. Está equipado con sensores táctiles en la cabeza, manos y pies, posee sonares para detectar obstáculos, y una unidad inercial para mantener el equilibrio. También cuenta con 4 micrófonos direccionales, altavoces, y dos cámaras HD para reconocimiento de imágenes y videos. NAO es capaz de hablar y entender 20 idiomas diferentes, lo que lo hace ideal para aplicaciones educativas y de comunicación. La versión más reciente, NAO 6, ha sido utilizada en diversas áreas como la asistencia a niños con diabetes y autismo, y en programas educativos que promueven la robótica y la programación en las aulas. NAO puede realizar tareas como el reconocimiento facial, análisis de voz y detección de sonidos específicos, y su software es personalizable para adaptarse a diferentes necesidades y proyectos [18].



Figura 17: Robot NAO [18]

### 3.3.5. PaPeRo

PaPeRo Petit es un robot desarrollado por NEC, diseñado para la interacción social y entretenimiento. Mide 385 mm de altura y pesa 6.5 kg. Está equipado con cámaras CCD para reconocimiento facial, micrófonos sensibles, bocinas estereofónicas y varios sensores táctiles, ultrasónicos y de golpe para evitar obstáculos. PaPeRo puede conectarse a internet para proporcionar información y tiene LEDs que indican su estado y emociones. Utiliza una batería de litio-ion recargable y cuenta con interfaces como puertos USB y conexión inalámbrica. Es utilizado en entornos domésticos y educativos proporcionando compañía [19].



Figura 18: Robot PaPeRo [19]

### 3.3.6. Moxie

Moxie es un robot avanzado desarrollado por Embodied Inc., diseñado para ayudar a niños de entre 5 y 10 años a desarrollar habilidades sociales, emocionales y cognitivas a través de interacciones lúdicas y educativas. Utiliza inteligencia artificial, procesamiento de lenguaje natural y visión por computadora para entablar conversaciones empáticas y responder de manera adecuada a las emociones de los niños. Moxie se centra en mantener conversaciones significativas en lugar de solo realizar tareas o proporcionar información, lo que ayuda a los niños a desarrollar habilidades de empatía y comunicación. Además, proporciona un espacio seguro para que los niños expresen sus sentimientos y practiquen la meditación, la afirmación

diaria y ejercicios de respiración. Los niños pueden leer en voz alta a Moxie, lo que mejora sus habilidades de lectura y expresión oral, y recibir datos educativos y hablar sobre eventos históricos, fomentando la curiosidad y el aprendizaje. Requiere acceso Wi-Fi y puede operarse con una batería recargable con hasta 4 horas de uso continuo [20].



Figura 19: Robot Moxie [20]

### 3.3.7. CuboAI

El CuboAi Plus Smart Baby Monitor es un monitor inteligente diseñado para brindar tranquilidad a los padres al proporcionar notificaciones proactivas cuando el bebé necesita atención. Ofrece video en 1080p HD con visión nocturna clara, detección de cubierta facial y vuelcos, detección de llanto y tos, y análisis de sueño. Incluye un soporte móvil, soporte de piso, y montaje en cuna, además de una suscripción gratuita de un año a CuboAi Premium. También cuenta con sensores de temperatura y humedad, audio bidireccional, y funciones de captura automática de fotos y música de cuna integrada [21].



Figura 20: Robot CuboAI [21]

### 3.3.8. Buddy

Buddy es un robot social y emocional desarrollado por Blue Frog Robotics, diseñado para ser un compañero multifuncional en diversos entornos como hogares, educación, cuidado de

ancianos y hospitalidad. Mide 56 cm de altura, pesa 5 kg y está equipado con una pantalla táctil de 8 pulgadas que muestra sus expresiones faciales. Utiliza inteligencia artificial avanzada para interactuar a través de voz, visión y tacto, permitiendo una comunicación efectiva y natural con los usuarios. Se desplaza sobre tres ruedas y utiliza sensores de ultrasonido, cámaras 3D y sensores para evitar obstáculos y detectar caídas. Es una herramienta educativa valiosa que permite a los estudiantes aprender de manera interactiva y divertida. Buddy también sirve como asistente personal y proporciona telepresencia, permitiendo a los usuarios estar presentes virtualmente en diferentes ubicaciones. Las cámaras de Buddy le permiten detectar y reconocer rostros y objetos, facilitando la interacción personalizada, y puede aprender y adaptarse a las preferencias y rutinas de los usuarios [22].



Figura 21: Robot Buddy [22]

### 3.3.9. Leka

Leka es un robot educativo diseñado para ayudar a niños con discapacidades como autismo y síndrome de Down a desarrollar habilidades motoras, cognitivas, sensoriales y sociales. Con forma esférica y controlado mediante una aplicación en iPad, Leka utiliza colores, sonidos y luces para captar la atención y enseñar a través de actividades interactivas. Actúa como mediador entre el niño y los adultos, facilitando la terapia y el aprendizaje. Leka ofrece más de 72 actividades educativas personalizadas y es utilizado por terapeutas en centros especializados, así como en entornos domésticos. Además de ser una herramienta valiosa en terapias, Leka también está diseñado para el uso en el hogar, brindando a los padres una manera efectiva de apoyar el desarrollo de sus hijos diariamente. Sus aplicaciones prácticas incluyen centros terapéuticos y educativos, donde mejora la interacción y el aprendizaje en niños con necesidades especiales [23].



Figura 22: Robot Leka [23]

### 3.4 Antecedentes locales

~~Expliar la estructura de esta sección~~

#### 3.4.1. Castor

El robot Castor, desarrollado por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, es una herramienta terapéutica diseñada para trabajar con niños con autismo. Parte del Proyecto Castor, este robot social utiliza tecnología de robótica blanda y un sistema de monitoreo para cuantificar el comportamiento del paciente. Castor ayuda a los niños a mejorar en áreas como el reconocimiento de emociones, la imitación y la atención compartida. El diseño del robot involucra a los niños en un proceso participativo, asegurando que sus características sean adecuadas para el uso terapéutico [24].



Figura 23: Robot Castor [24]

### 3.5 Tecnología en robots domésticos

#### 3.5.1. Sensores y cámaras

Los robots domésticos utilizan una variedad de sensores para monitorear su entorno. Estos incluyen sensores de movimiento, cámaras de alta definición, sensores de proximidad y sensores táctiles. Estos componentes permiten al robot detectar y analizar su entorno en tiempo real,

identificar posibles peligros y reaccionar de manera adecuada. Por ejemplo, un sensor de movimiento puede alertar al robot sobre la presencia de un niño cerca de una escalera, y una cámara puede identificar si el niño está en una situación de riesgo.

### **3.5.2. Visión por computadora**

La visión por computadora es un campo de la inteligencia artificial que permite a las máquinas interpretar y comprender el mundo visual a través de imágenes y videos. Esta tecnología es esencial ya que les permite detectar objetos, reconocer rostros y analizar situaciones en tiempo real, mejorando su capacidad para identificar y reaccionar ante peligros potenciales.

### **3.5.3. Reconocimiento de voz**

El reconocimiento de voz es una tecnología que permite a las máquinas comprender y procesar el lenguaje hablado. En el contexto de la robótica doméstica, esta tecnología permite a los robots recibir y ejecutar comandos verbales, facilitando la interacción con niños y cuidadores y mejorando la capacidad del robot para responder a situaciones de emergencia.

### **3.5.4. Inteligencia artificial y machine learning**

La inteligencia artificial (IA) y el machine learning (ML) son fundamentales para el funcionamiento avanzado de los robots domésticos. Estas tecnologías permiten el procesamiento de imágenes, que incluye el reconocimiento de objetos, personas y escenarios, así como la implementación de algoritmos de navegación para el mapeo y la planificación de rutas. Además, el aprendizaje automático permite una mejora continua del rendimiento de los robots a través de la experiencia y la interacción con el entorno.

### **3.5.5. Sistemas de control**

Los sistemas de control son esenciales para la gestión del hardware y la ejecución de algoritmos en robots domésticos. Microcontroladores y procesadores, como Arduino, Raspberry Pi o Nvidia Jetson se utilizan para el control de hardware y la ejecución de algoritmos y sistemas operativos para ejecutar programas.

### **3.5.6. Conectividad**

La conectividad es una característica importante que permite la comunicación y el control remoto de los robots domésticos. Tecnologías como Wi-Fi y Bluetooth facilitan la comunicación y el control remoto, y el uso de protocolos de comunicación permite la integración con sistemas domóticos y otros dispositivos inteligentes, mejorando así la funcionalidad y la interoperabilidad de los robots en el hogar.

### **3.5.7. Interfaz de usuario**

Las interfaces de usuario son vitales para la interacción fácil y eficiente con los robots domésticos. Las aplicaciones móviles permiten el control y monitoreo del robot a través de dispositivos móviles, mientras que la integración con asistentes de voz como Alexa y Google Assistant proporciona una forma conveniente de emitir comandos de voz, facilitando la interacción con el robot y mejorando la experiencia del usuario.

### **3.5.8. Baterías y gestión de energía**

La gestión de energía es crucial para el funcionamiento continuo y eficiente de los robots domésticos. Los robots suelen utilizar baterías recargables que proporcionan una mayor duración y eficiencia energética. Además, muchos robots domésticos están equipados con estaciones de carga que les permiten recargarse automáticamente cuando el nivel de batería es bajo, asegurando así su disponibilidad y funcionamiento continuo.

### **3.5.9. Software y frameworks**

El software y los frameworks proporcionan la base para el desarrollo y el control de los robots domésticos. Sistemas operativos como ROS (Robot Operating System) son ampliamente utilizados para el desarrollo y control de robots, mientras que frameworks de desarrollo como OpenCV para visión por computadora y TensorFlow y PyTorch para inteligencia artificial y machine learning facilitan la implementación de funciones avanzadas, mejorando así las capacidades de los robots domésticos.

## **3.6 Domótica y supervisión infantil**

La domótica complementa estos desarrollos al proporcionar una supervisión constante del hogar mediante sistemas integrados de cámaras y sensores de movimiento. Estos sistemas pueden detectar y alertar sobre situaciones de riesgo en tiempo real, contribuyendo así a un entorno más seguro para los niños. Sin embargo, la combinación de robótica avanzada y domótica es crucial para crear un sistema de supervisión infantil integral que pueda actuar de manera autónoma y efectiva.

### **3.6.1. Cerraduras y sensores de puertas y ventanas**

Para garantizar la seguridad de los niños en el hogar, se utilizan cerraduras inteligentes y sensores en puertas y ventanas. Estas tecnologías incluyen cerraduras inteligentes que permiten a los padres controlar el acceso a ciertas áreas de la casa, asegurando que los niños no puedan entrar en lugares peligrosos. Además, los sensores de puertas y ventanas envían alertas cuando una puerta o ventana se abre, permitiendo a los padres reaccionar rápidamente.

### **3.6.2. Sensores de movimiento y presencia**

Estos sensores se pueden colocar en diversas áreas de la casa para monitorear la actividad y garantizar la seguridad de los niños. Entre sus funciones se encuentran la detección de caídas, que alertan a los padres en caso de que un niño se caiga, y la monitorización de actividad, que permite a los padres saber si sus hijos están en áreas seguras y detectar actividades inusuales.

### **3.6.3. Cámaras de seguridad inteligentes**

Las cámaras de seguridad inteligentes pueden ser utilizadas para monitorear a los niños y garantizar su seguridad. Estas cámaras ofrecen detección de movimiento y sonido, enviando alertas cuando se detecta movimiento o sonido, permitiendo a los padres ver qué está ocurriendo en tiempo real. Además, algunas cámaras avanzadas pueden identificar a las personas mediante reconocimiento facial, alertando a los padres si alguien desconocido está cerca de sus hijos.

#### **3.6.4. Termostatos inteligentes**

Los termostatos inteligentes ayudan a mantener el hogar a una temperatura confortable y segura para los niños. Sus características incluyen control remoto, que permite ajustar la temperatura desde cualquier lugar usando una aplicación móvil y el monitoreo de la calidad del aire, asegurando un ambiente saludable para los niños.

#### **3.6.5. Iluminación inteligente**

La iluminación inteligente no solo mejora la seguridad, sino que también puede crear un ambiente agradable para los niños. Estas soluciones incluyen luces nocturnas automáticas que se encienden automáticamente en la noche para proporcionar una iluminación suave en las habitaciones de los niños, y el control de iluminación remoto, que permite a los padres ajustar las luces desde cualquier lugar, asegurando que las habitaciones estén bien iluminadas cuando sea necesario.

#### **3.6.6. Asistentes de voz**

Los asistentes de voz como Alexa y Google Assistant pueden integrarse con otras tecnologías domóticas para proporcionar una experiencia de cuidado infantil más fluida. Algunas de sus funcionalidades son el control por voz, que permite a los padres controlar dispositivos inteligentes mediante comandos de voz y las rutinas personalizadas que pueden configurar rutinas específicas, como apagar las luces y reproducir música relajante a la hora de dormir.

# 4 Objetivos

~~Expliar la estructura de esta sección~~

## 4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema robótico estático dotado de sensores y capacidades de procesamiento de imágenes para la detección de situaciones de riesgo y la emisión de alertas, con el propósito de contribuir a la prevención de accidentes domésticos en bebés y niños sin necesidad de interacción física ofreciendo un complemento a la supervisión realizada por los cuidadores.

## 4.2 Objetivos específicos

- Implementar un protocolo de comunicación automático en el sistema robótico que, al detectar una situación potencial de riesgo notifique al adulto responsable mediante mensajes y emita alertas sonoras para advertir de inmediato sobre la situación de peligro.
- Desarrollar un método de intervención indirecta que el sistema robótico pueda activar para mitigar o eliminar los riesgos de accidentes, como desconectar fuentes de energía o controlar la iluminación sin la necesidad de interacción física directa.

~~Se debería de colocar los alejantes?~~

# 5 Metodología

~~Expliar la estructura de esta sección~~

## 5.1 Diagnóstico y evaluación preliminar del problema

~~Expliar la estructura de esta sección~~

### 5.1.1. Descripción detallada de la situación

### 5.1.2. Limitaciones

Algunas limitaciones que se tiene hasta el momento son las siguientes:

- El robot podría depender de la automatización del hogar (si aplica) para cubrir o monitorear el mayor área del hogar posible.
- La interacción Robot-Humano (HRI) puede ser deficiente en esta primera iteración.
- Al depender de visión por computadora para monitorear patrones del bebé, este puede no llegar a comprender contextos muy complejos.
- Dado que el robot será estático, sensores como la cámara térmica puede medir temperatura a pocos metros del objeto, por lo que la distancia a la que ubique el robot será fundamental.

### 5.1.3. Condicionantes

El condicional de más peso en esta aplicación corresponde al hecho de que el robot no podrá moverse. Esto lo condiciona a solo monitorear su alrededor local, lo cual también puede tener desventajas dado el rango de medición de los sensores utilizados.

### 5.1.4. Normas y regulaciones

Ley de Protección de la Privacidad Infantil en Línea (COPPA)

Ley 1098 de 2006 – Código de la Infancia y Adolescencia

Ley 1804 de 2016 - Desarrollo Integral de la Primera Infancia de Cero a Siempre

UNICEF, Policy guidance on AI for children.

United Nations, General comment No. 25 (2021) on children's rights in relation to the digital environment.

Nao robot that has a certified (CE) conformity with European health, safety, and environmental protection standards. This means that within normal use, its users should not be in physical danger

the United Nations (UN) adopted the Comment 25 of the rights of the child in the digital environment and children's possible interactions within digital networks, content, services and applications including robotics

### 5.1.5. Riesgo ético

## 5.2 Modelo de investigación

~~Expliar la estructura de esta sección~~

### **5.2.1. Tema**

Uso de la robótica para la supervisión de seguridad infantil en el hogar.

### **5.2.2. Objeto de investigación**

Sistema robótico estático equipado con sensores y capacidad de procesamiento de imágenes para la supervisión de bebés y niños en el hogar.

### **5.2.3. Problema de investigación**

Pese a los avances en tecnología de seguridad doméstica como los sistemas de domótica, la prevención de accidentes que afectan a bebés y niños en el hogar sigue siendo un desafío considerable. Las soluciones actuales no están especializadas en la supervisión infantil activa y requieren la vigilancia constante de los cuidadores. No se dispone de sistemas robóticos específicamente diseñados para operar de forma autónoma en la detección y prevención de riesgos para los niños. Por tanto, se identifica una oportunidad significativa para desarrollar un sistema robótico estático, con sensores avanzados y capacidades de procesamiento de imágenes, capaz de brindar una vigilancia activa y autónoma, y de actuar de manera preventiva ante posibles situaciones de peligro, sin depender de la interacción o supervisión directa.

### **5.2.4. Pregunta de investigación**

¿Cómo puede un sistema robótico estático, equipado con sensores y tecnología de procesamiento de imágenes detectar situaciones de riesgo y contribuir a la prevención de accidentes domésticos en niños en la primera infancia, actuando de manera autónoma dentro de un hogar?

## **5.3 Búsqueda y clasificación de información**

## **5.4 Diseño del robot**

~~Expliar la estructura de esta sección~~

### **5.4.1. Especificaciones de diseño**

~~Resolver~~

### **5.4.2. Sensores**

- **Cámara Arducam 12MP PTZ:** La cámara Arducam 12MP PTZ está diseñada para plataformas Raspberry Pi y Jetson Nano. Equipado con un sensor Sony IMX477 de 12.3 MP, ofrece una resolución de 4056 x 3040 píxeles y un rango de zoom de 4.38-10.71mm, proporcionando un campo de visión de 96° a 33°. Sus características incluyen enfoque y zoom motorizados, un IR-Cut conmutable para visión diurna y nocturna y un shutter tipo rolling [25].



Figura 24: Cámara Arducam 12MP 477P Pan Tilt Zoom [25].

- **Sensor YDLidar:** El sensor Lidar YDLidar X4 es un dispositivo compacto y eficiente que ofrece un rango de medición de 0.12 m a 10 m con una precisión de  $\pm 2\%$  en distancias de 0.5 m a 6 m. Su frecuencia de escaneo es ajustable entre 5 y 12 Hz, y la resolución angular es de  $0.5^\circ$ . Funciona con una interfaz de comunicación UART y USB, opera a 5V con un consumo de energía de 2.4 W. El dispositivo tiene un rango de temperatura operativa de -10°C a 40°C, pesa 170 g y mide 70 mm x 70 mm x 40 mm [26].

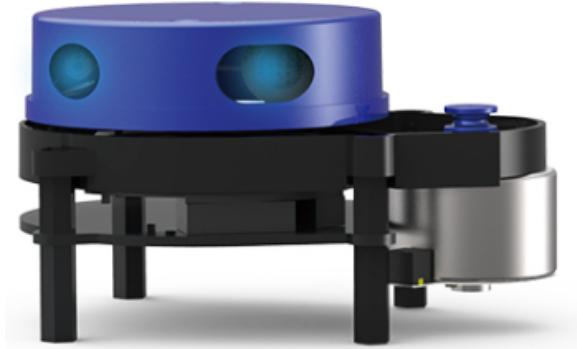


Figura 25: YDLidar X4 [26].

- **Wireless AC8265 Wifi y Bluetooth:** La Intel Wireless-AC 8265 es una tarjeta de red inalámbrica compatible con el módulo Jetson Nano, diseñada para desarrolladores. Soporta Wi-Fi 802.11ac y Bluetooth 4.2, ofreciendo alta velocidad y rendimiento. Con una interfaz M.2, es compatible con Windows y Linux, facilitando su integración en proyectos de inteligencia artificial y robótica [27].



Figura 26: Intel Wireless-AC 8265 tarjeta de red inalámbrica [27].

- **Buzzer pasivo:**

[Resolver](#)

- **Servomotor MG90S:** El Servo MG90S es un servomotor micro con engranajes de metal, ideal para proyectos de robótica y modelismo debido a su durabilidad y precisión. Proporciona un torque de hasta 2.2 kg-cm a 4.8V y una velocidad de 0.1 segundos por 60 grados. Funciona en un rango de voltaje de 4.8V a 6V y puede rotar aproximadamente 180 grados [28].



Figura 27: Servo MG90S [28].

- **Servomotor MG996R:** El Servomotor MG996R es un servomotor de alta potencia con engranajes de metal, ideal para robótica, modelismo y aplicaciones industriales. Propor-

ciona un torque de hasta 11 kg-cm a 6V, una velocidad de 0.15 segundos por 60 grados, y funciona en un rango de voltaje de 4.8V a 7.2V [29].



Figura 28: Servo MG996R [29].

- **Sensor GPS GY-NEO6MV2**

- **Sensor de calidad del aire MQ-135:** El Sensor de Gas MQ-135 es un dispositivo para monitorear la calidad del aire, capaz de detectar gases tóxicos como amoniaco, óxidos de nitrógeno, alcohol, benceno, humo y dióxido de carbono. Funciona con 5V y proporciona una salida analógica que permite medir la concentración de gases en el ambiente [30].



Figura 29: El Sensor de Gas MQ-135 [30].

- **Cámara térmica AMG8833 IR:** La Cámara Térmica AMG8833 IR 8x8 es un sensor térmico de matriz de 8x8 píxeles infrarrojos que mide temperaturas de 0°C a 80°C. Se comunica vía I2C, siendo compatible con Raspberry Pi y otros microcontroladores. Utilizada en detección de presencia humana, monitoreo de temperatura corporal y control de calidad industrial [31].

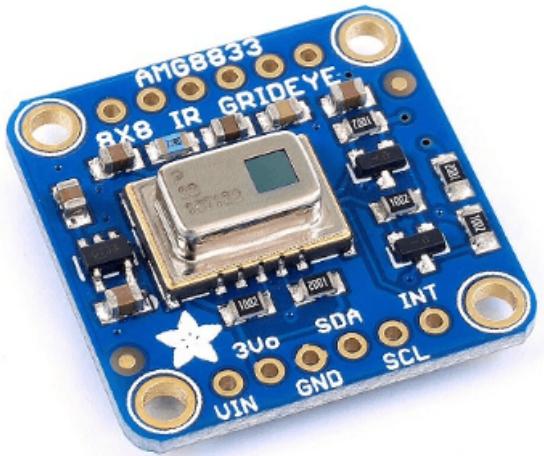


Figura 30: Cámara Térmica AMG8833 IR 8×8 [31].

- **Parlante 4Ohm 3W:** El Parlante de 3W y 4 Ohm es un componente de audio compacto ideal para proyectos de electrónica y sistemas de sonido pequeños. Con una potencia nominal de 3W y una impedancia de 4, es adecuado para aplicaciones como radios, reproductores de audio portátiles y sistemas de intercomunicación [32].



Figura 31: Parlante 3W 4 Ohm [32].

## 5.5 Hardware

~~Explicar la estructura de esta sección~~

### 5.5.1. Sistema de energía

- **Batería Litio-Ion 18650:** Es una batería recargable de iones de litio con tamaño estándar de 18 mm de diámetro y 65 mm de longitud, capacidad de 2900 mAh y voltaje

de 3.7V. Ofrece alta densidad de energía y larga vida útil, siendo ideal para dispositivos electrónicos que requieren una fuente de energía recargable y de alta capacidad [33].



Figura 32: Batería Litio-Ion 18650 [33].

- **BMS 2S:** El Módulo BMS 7.4V 2S es un sistema de gestión de baterías diseñado para paquetes de baterías de iones de litio en configuración 2S (7.4V). Ofrece protección contra sobrecarga, sobredescarga y cortocircuitos, además de equilibrar las celdas para garantizar una carga y descarga uniforme. Es ideal para proyectos electrónicos que requieren una gestión segura y eficiente de baterías recargables [34].

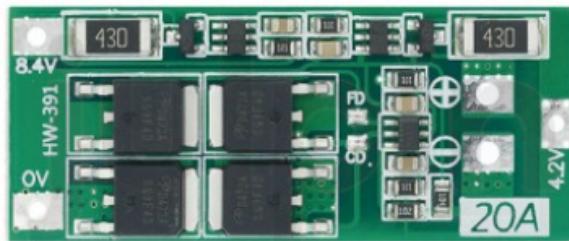


Figura 33: Módulo BMS 7.4V 2S [34].

- **Fuente de alimentación 12V 10A:** La fuente de alimentación de conmutación de 12V 30A convierte la corriente AC en DC, proporcionando 12V y hasta 30A de corriente. Ofrece protecciones contra sobrecarga, sobrevoltaje y cortocircuitos, asegurando un funcionamiento seguro y eficiente [35].



Figura 34: Fuente de alimentación de conmutación regulada - 12V 10A 120W [35].

- **Regulador Step-Down XL4016:** El Regulador Step-Down de 300W y 9A es un convertidor de voltaje eficiente que reduce un voltaje de entrada alto a un voltaje de salida más bajo, proporcionando hasta 300W de potencia y 9A de corriente. Con un rango de voltaje de salida ajustable [36].



Figura 35: Regulador Step-Down XL4016 de 300W y 9A [36].

### 5.5.2. Sistema electrónico

El sistema electrónico incluye sistema de potencia, el cual tiene la función de alimentar el robot, además del diseño de la PCB para integrar todos los circuitos electrónicos el cual integra los sensores, servo motores y demás componentes.

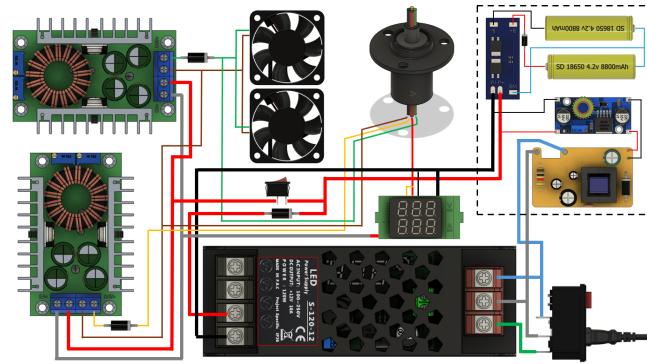


Figura 36: Esquemático del sistema eléctrico de potencia.

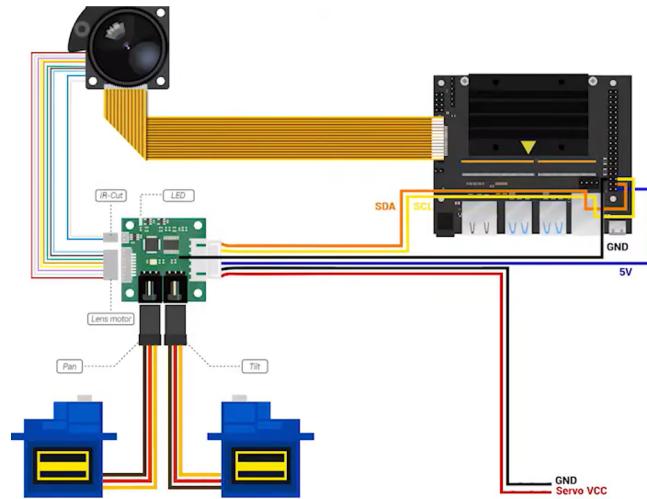


Figura 37: Conexiones de Cámara ArduCAM y Jetson Nano.

### 5.5.3. Sistema mecánico

El sistema mecánico se encuentra dividido en varias partes las cuales se ensamblan entre sí para formar el robot completo.



Figura 38: Diseño mecánico parte frontal.

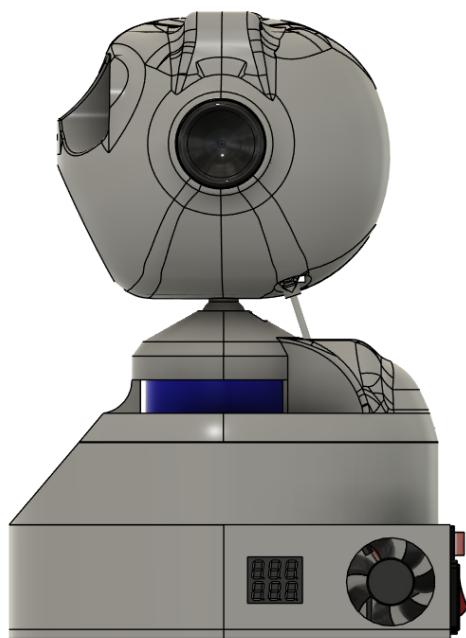


Figura 39: Diseño mecánico de perfil.

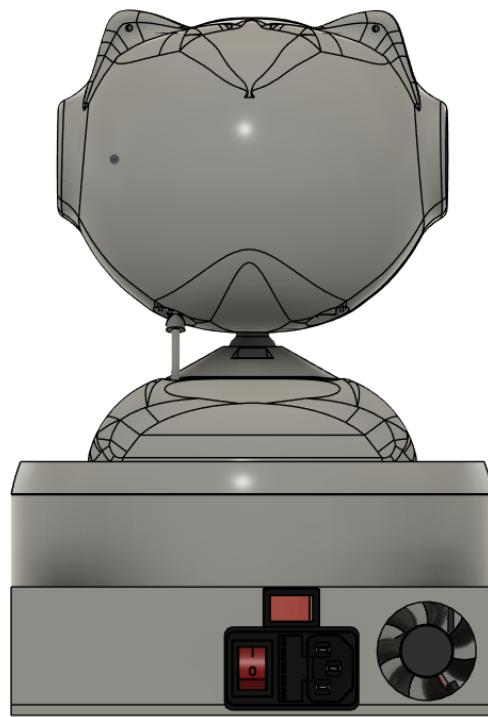


Figura 40: Diseño mecánico parte trasera.

De igual manera, se anexa la propuesta de verificación de mecanismo de movimiento realizada por consultorio IMEC de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes.

## 5.6 Software

### 5.6.1. Análisis de imágenes

Para realizar el la detección de imágenes en tiempo real se utiliza yolov8 mediante PyTorch en Python. Las clases a analizar son las siguientes: Tijera, Bebé, Canica, Cuchillo, Gato, Moneda, Muebles, Outlet, Pastillas, Perro y Persona.

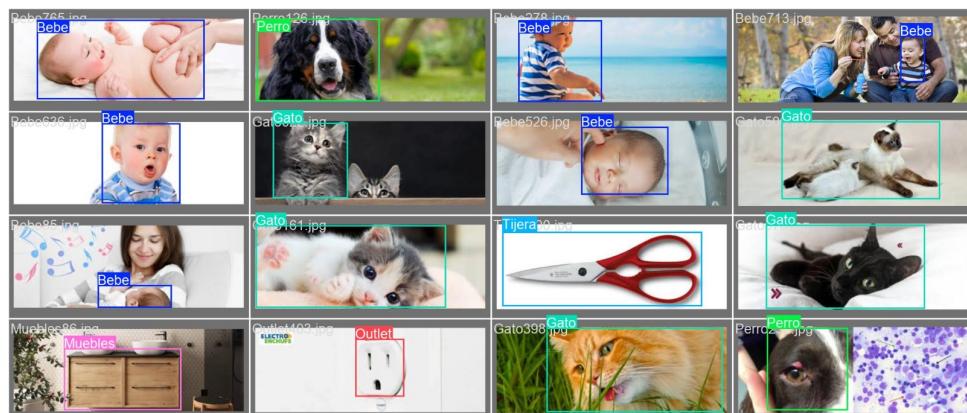


Figura 41: Resultado visuales reconocimiento de imágenes.

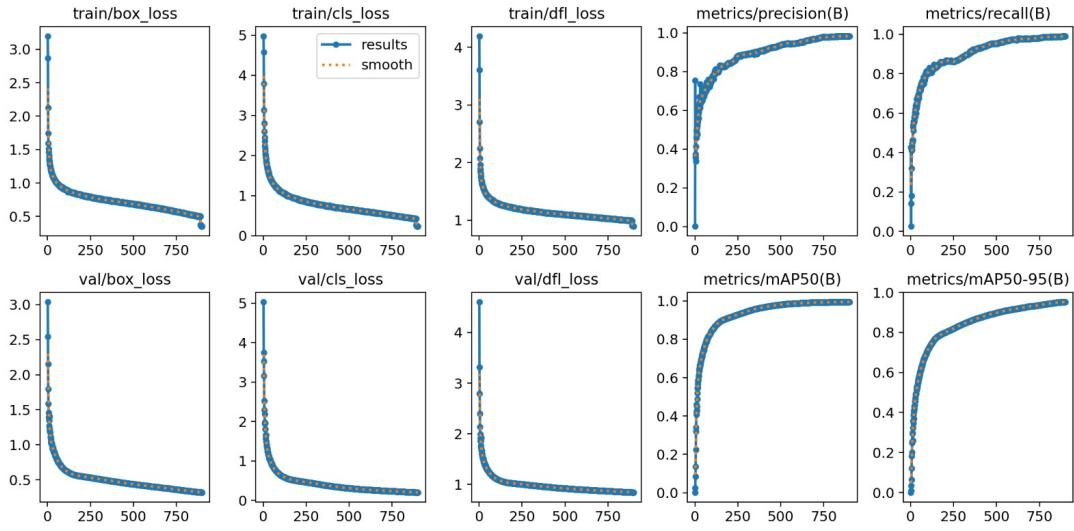


Figura 42: Resultado de las métricas de reconocimiento de imágenes.

Las Figuras 41 y 42 muestran los resultados de un entrenamiento usando la red neuronal Yolo. En las métricas (Figura 42) se observa una disminución constante de las pérdidas de las cajas delimitadoras (box\\_loss), clasificación (cls\\_loss) y distancia (dfl\\_loss), lo que indica que el modelo está mejorando su precisión en ambos conjuntos. Las métricas de evaluación, como precisión (precision), recall y el promedio de precisión (mAP50 y mAP50-95), aumentan y se estabilizan en valores cercanos a 1, lo que sugiere que el modelo tiene un buen rendimiento general en la detección de objetos y está bien entrenado para identificar correctamente las clases.

### 5.6.2. Sistema de software

Se está desarrollando un protocolo de seguridad el cual se programará en Python.

#### ■ ROS

Se utiliza ROS2 para realizar las conexiones en software de los diferentes componentes del robot, como los son el Arduino, cámara, sensores y mecanismos de movimiento.

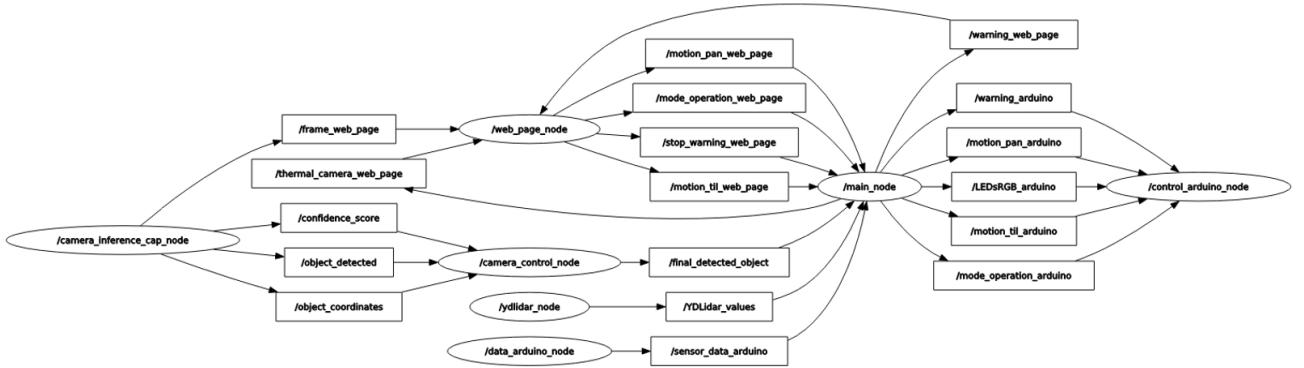


Figura 43: Diagrama de conexión de nodos en ROS, rqt\_graph

- **Fusión 360**

Es el software de diseño 3D utilizado para modelar los mecanismos del robot y generar los archivos para impresión 3D.

- **Reflex**

Se utiliza esta nueva tecnología para diseñar tanto el frontend como el backend de la página web. Esta página web está diseñada por el nodo de ROS especializado para enviar mensajes, controlar el robot y mostrar tanto el video en tiempo real como la temperatura corporal del bebé.

- **Python**

Python es el lenguaje de programación utilizado para diseñar el software del robot mediante Visual Studio Code.

- **Arduino IDE**

Arduino IDE se utiliza para realizar la programación en el Arduino Nano 33 BLE Sense rev2.

- **OpenCV**

OpenCV junto a PyTorch y Yolo permiten el desarrollo de análisis de imágenes.

**Resolver**

### 5.6.3. Sistema de control

- **Jetson Nano B01:** NVIDIA Jetson Nano es una plataforma de desarrollo potente para aplicaciones embebidas de inteligencia artificial y visión por computadora. Equipado con un procesador ARM Cortex-A57 de cuatro núcleos, una GPU NVIDIA Maxwell con 128 núcleos CUDA y 4 GB de memoria LPDDR4, es capaz de ejecutar múltiples redes neuronales y procesar datos de sensores de alta resolución. Ofrece conectividad USB 3.0, Gigabit Ethernet y soporte para módulos de expansión. Compatible con el kit de herramientas NVIDIA JetPack y principales plataformas de aprendizaje profundo [37].



Figura 44: NVIDIA Jetson Nano B01 [37].

- **Arduino Nano 33 BLE Sense Rev2:** La placa de desarrollo Arduino Nano 33 BLE Sense es un microcontrolador avanzado con un ARM Cortex-M4 a 64 MHz, conectividad Bluetooth Low Energy (BLE) y varios sensores integrados, incluyendo un IMU de 9 ejes, sensores de temperatura, humedad, presión barométrica, luz y un micrófono. Con 256 KB de memoria flash y 32 KB de SRAM [38].

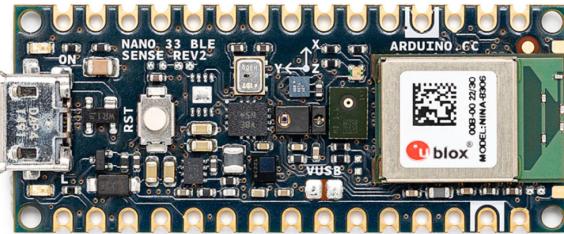


Figura 45: Arduino Nano 33 BLE Sense Rev2 [38].

## 5.7 Implementación

Las Figuras 46, 47 y 48 son los montajes experimentales realizados hasta el momentos, los cuales se encuentra alrededor del 90 % finalizados.

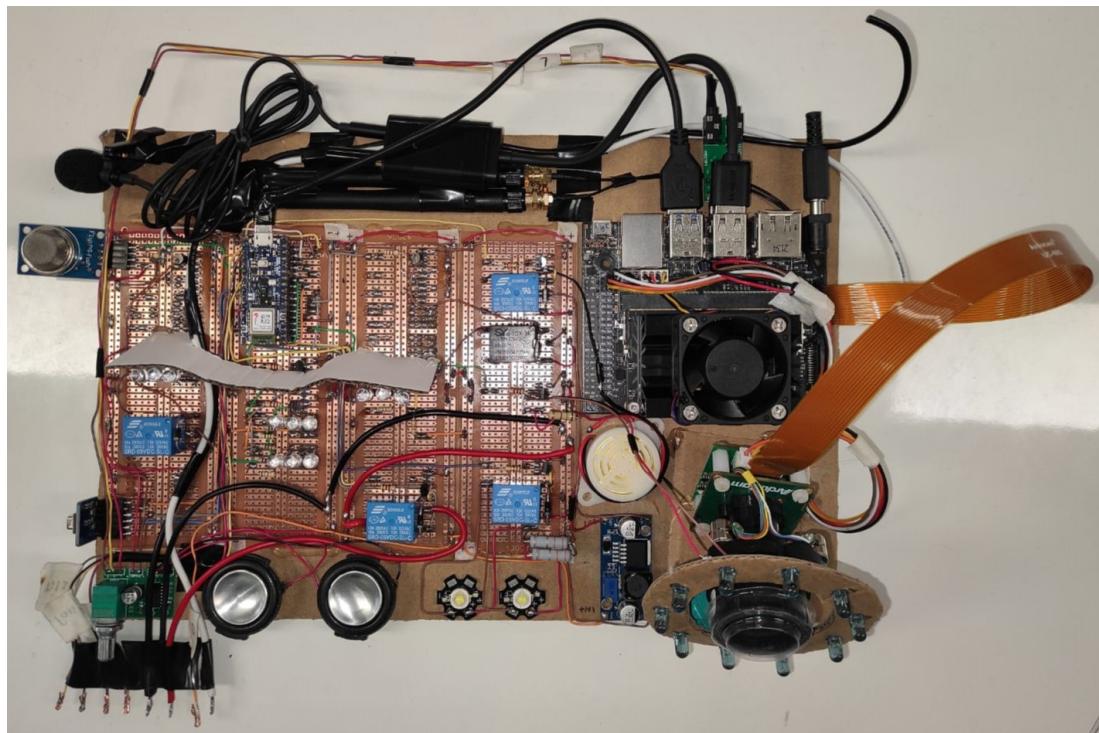


Figura 46: Implementación experimental, parte alta del robot (cabeza).

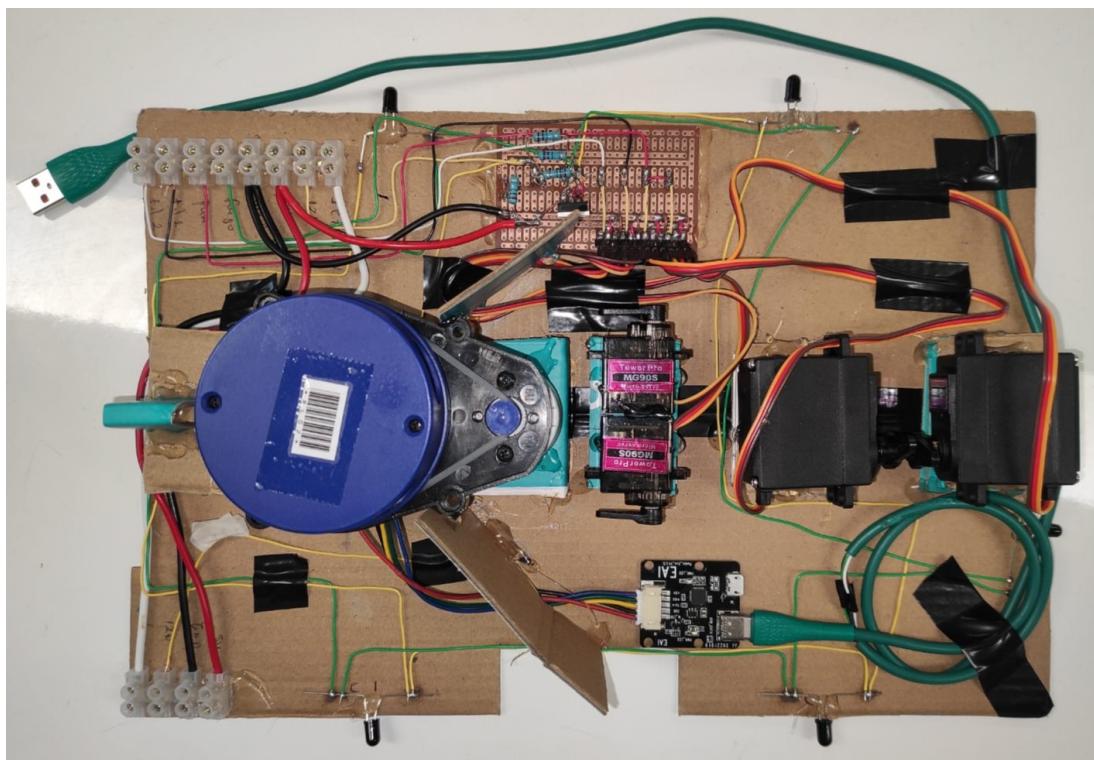


Figura 47: Implementación experimental, parte media del robot (mecanismos de movimiento).

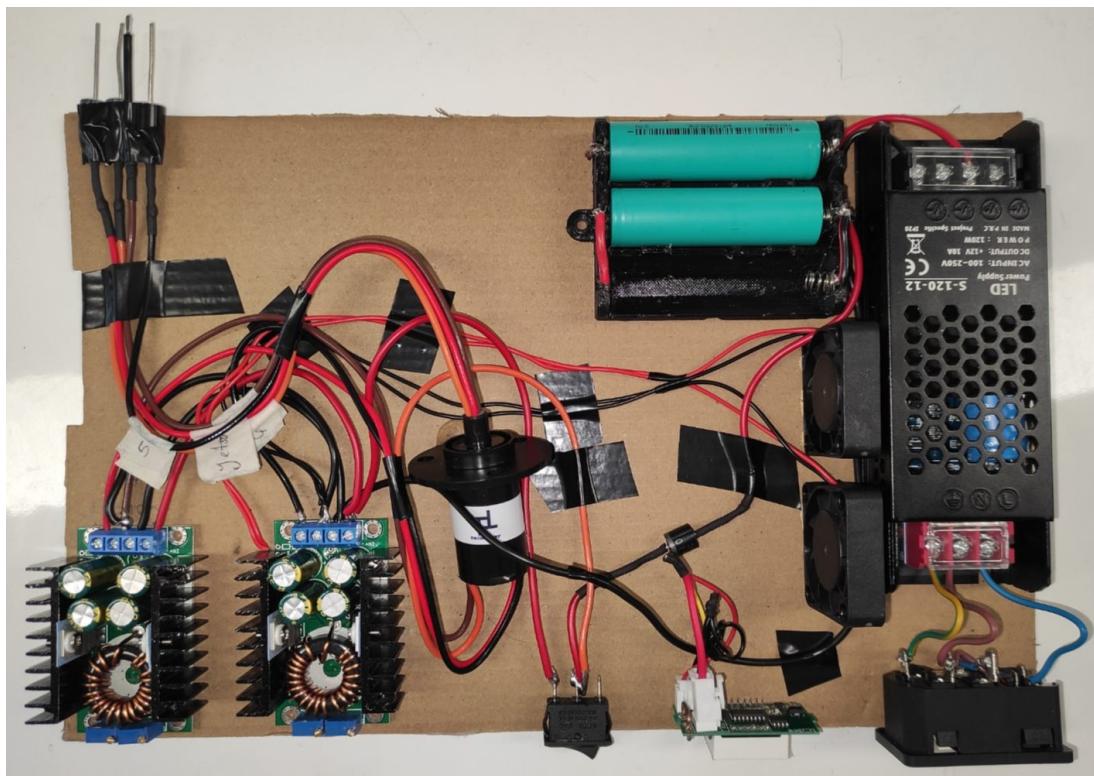


Figura 48: Implementación experimental, parte baja del robot (sistema de potencia).

## 5.8 Pruebas

Para controlar de manera eficiente la cámara de ArduCam, se caracterizó la misma en sus dos funciones principales, tales como Zoom y Enfoque. Con ello, se identificaron los valores reales de operación para realizar el código de control en Python.

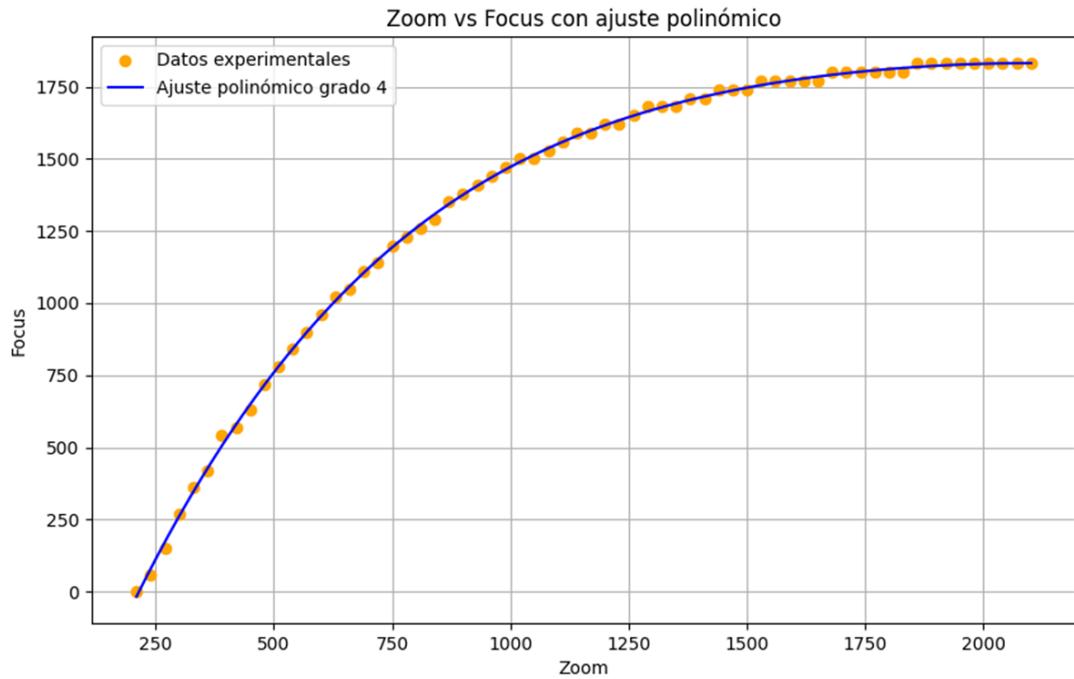


Figura 49: Caracterización de la Cámara ArduCam, enfoque y zoom.

## 5.9 Validación del robot

Hasta el momento, los resultados del robot son los esperados. Teniendo en cuenta que ninguna tarea se ha desarrollado al 100 % sino que todas se encuentra desarrollando en paralelo como se muestra en la Figura 50.

# 6 Resultados

En la Figura 46 que es la cabeza del robot, todos los componentes se encuentran integrados, los sensores y demás circuitos se encuentran funcionando bien. Sin embargo, el control y la lógica aún no se encuentran terminadas. Por otro lado, en la Figura 47, que es la parte media del robot en la cual se encuentran los mecanismos del movimiento, se encuentra totalmente terminada. Finalmente, en la Figura 48 que es la parte baja del robot (parte estática), la cual contiene todo el sistema de potencia no se encuentra aún terminada dado que hubieron problemas con algunas compras proveniente del proveedor Amazon.

## 6.1 Presentación de datos

[Resolver](#)

## 6.2 Análisis de resultados

[Resolver](#)

## 6.3 Comparación con tecnologías existentes

Se tienen los siguientes trabajos externos con los cuales se desea comparar el trabajo realizado:

- <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/20913/1/98T00398.pdf>
- <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/20913>
- El paper de la IEEE

[Resolver](#)

## 6.4 Limitaciones

[Resolver](#)

## 6.5 Trabajo futuro

[Resolver](#)

## 7 Conclusiones

Hasta el momento, el robot se ha desarrollado de manera efectiva. Sin embargo, he notado la complejidad en todos los subsistemas y mecanismos, por lo que en cada uno de ellos me he detenido más tiempo de lo normal, lo cual es necesario para garantizar un buen funcionamiento del robot.

## 8 Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud, Informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, 2012. dirección: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/77761/9789275316566\\_spa.pdf;jsessionid=83716BFC8C49ECB5C9BA4993B13462EC?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/77761/9789275316566_spa.pdf;jsessionid=83716BFC8C49ECB5C9BA4993B13462EC?sequence=1).
- [2] N. P. Alfonso y H. S. Casanova, «Factores de riesgo relacionados con los accidentes domésticos,» Revista Cubana de Medicina, vol. 14, n.º 5, págs. 440-444, 1998. dirección: <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v14n5/mgi06598.pdf>.
- [3] S. Khan, N. Tauheed, S. Nawab, S. Afzal y N. Khalique, «Domestic accidents among under-5 year children: a study on the modern day epidemic,» International Journal of Community Medicine and Public Health, vol. 6, n.º 4, págs. 1529-1535, 2019. DOI: [10.18203/2394-6040.ijcmph20191379](https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20191379). dirección: <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v14n5/mgi06598.pdf>.
- [4] A. Desconocidos, «Evaluación de impacto de la intervención Módulo Ambientes Seguros para la prevención de accidentes domésticos durante la primera infancia,» Revista Latinoamericana de Psicología, vol. 49, n.º 3, págs. 203-212, 2017. DOI: [10.1016/j.rlp.2016.12.001](https://doi.org/10.1016/j.rlp.2016.12.001). dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120053417300274>.
- [5] J. A. O. Muñoz, «Evaluación de proceso de una intervención para la prevención de accidentes domésticos en la primera infancia,» Accedido el 4 de agosto de 2024, Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR-RS, 2012. dirección: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/62102/000869079.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [6] J. M. J. Morago, «Prevención de riesgos domésticos y accidentes infantiles,» Boletín del Real Patronato sobre Discapacidades, vol. 54-55, págs. 152-158, 2003, ISSN: 1696-0998. dirección: <https://idus.us.es/handle/11441/73697>.
- [7] M. J. E. Olcina y G. P. I. y Adolescencia, «Prevención de lesiones infantiles por accidentes,» Revista Pediatría de Atención Primaria, vol. 11, n.º 44, págs. 152-158, 2009. dirección: [https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v11n44/12\\_previnfad.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v11n44/12_previnfad.pdf).
- [8] C. R. F. Canaza, «Prevención de accidentes domésticos relacionado con la seguridad del hogar en niños de 2 a 5 años de edad del Centro de Salud Estratégico de Putina, periodo 2023,» Tesis, Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú, 2023. dirección: [http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/760/Carmen\\_Rosa\\_FAIJOO\\_CANAZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/760/Carmen_Rosa_FAIJOO_CANAZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [9] I. Pozo Serrano, P. Martínez del Campo y T. Guijarro Martínez, «Figura del cuidador en los accidentes infantiles,» Enfermería Global, n.º 2, págs. 1-8, mayo de 2003. dirección: [http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/760/Carmen\\_Rosa\\_FAIJOO\\_CANAZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/760/Carmen_Rosa_FAIJOO_CANAZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [10] M. M. Pérez, H. G. Higuera, M. E. A. Cordero y L. H. Rodríguez, «Conocimientos de un grupo de madres sobre prevención de accidentes en el hogar,» Revista de Ciencias Médicas, vol. 21, n.º 2, págs. 335-345, 2015. dirección: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revciemedhab/cmh-2015/cmh152b.pdf>.
- [11] R. K. Lafta, S. A. Al-Shatari y S. Abass, «Mothers' knowledge of domestic accident prevention involving children in Baghdad City,» Qatar Medical Journal, vol. 2013, n.º 2, pág. 17, 2013. DOI: [10.5339/qmj.2013.17](https://doi.org/10.5339/qmj.2013.17). dirección: <https://www.qscience.com/docserver/fulltext/qmj/2013/2/qmj.2013.17.pdf?Expires=1722808477&id=id&accname=guest&checksum=7FBAA275CF4EE8E3F007651E80DAD5E8>.
- [12] E. A. Echavarría, «Persistencia de la pobreza e informalidad laboral en Colombia: un estudio para hogares de ingresos bajos y medios,» Tesis de maestría, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2022. dirección: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/27187/5/AcostaEstefan%C3%ADa\\_2022\\_PersistenciaPobrezaInformalidad.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/27187/5/AcostaEstefan%C3%ADa_2022_PersistenciaPobrezaInformalidad.pdf).

- [13] D. I. L. Nieto y H. F. R. Hernández, «Convergencia regional en el índice de desarrollo humano en Colombia,» Equidad Desarrollo, vol. 20, págs. 105-141, jul. de 2013, Documento basado en la investigación realizada en el marco del trabajo de grado Convergencia en el índice de desarrollo humano (IDH) en Colombia: un análisis de datos panel", dirigido por el profesor Héctor Ríos y presentado para optar al título de Economista de la Universidad de La Salle, ISSN: 1692-7311.
- [14] V. M. Arnedo, «Crecimiento económico y desarrollo humano en Colombia (2000-2010),» Revista de Economía del Caribe, vol. 11, págs. 127-143, 2013, ISSN: 2011-2106 (impreso), 2145-9363 (on line). dirección: <http://www.uninorte.edu.co/web/publicaciones/economia-del-caribe>.
- [15] Grupo ADD. «El robot Kuri.» (2024), dirección: <https://grupoadd.es/el-robot-kuri>.
- [16] Grupo ADD. «El robot iPal.» (2024), dirección: <https://grupoadd.es/el-robot-ipal>.
- [17] Amazon. «Presentamos Amazon Astro.» (2024), dirección: <https://www.amazon.com/-/es/Presentamos-Ar.../dp/B078NSDFSB>.
- [18] Aldebaran Robotics. «NAO Robot.» (2024), dirección: <https://www.aldebaran.com/es/nao>.
- [19] IEEE Spectrum. «NEC Shows Off PaPeRo Petit Robot.» (2024), dirección: <https://spectrum.ieee.org/nec-shows-off-papero-petit-robot>.
- [20] Embodied, Inc. «Moxie Robot.» (2024), dirección: <https://moxierobot.com/>
- [21] Cubo AI. «Cubo AI Plus: Smart Baby Monitor.» (2024), dirección: <https://us.getcubo.com/products/cubo-ai-plus>.
- [22] Blue Frog Robotics. «Buddy: Your Companion Robot.» (2024), dirección: <https://www.bluefrogrobotics.com/buddy-en>.
- [23] Leka. «Leka: Smart Toy for Children with Special Needs.» (2024), dirección: <https://leka.io/en/home/>.
- [24] Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. «Castor: el robot que trabaja de la mano de niños con autismo.» (2024), dirección: <https://www.escuelaing.edu.co/es/noticias/castor-el-robot-que-trabaja-de-la-mano-de-ninos-con-autismo/>.
- [25] Arducam, Arducam 12MP Pan Tilt Zoom (PTZ) Camera for Raspberry Pi and Jetson Nano, Arducam, [Online], Available: <https://www.arducam.com/product/arducam-12mp-pan-tilt-zoom-ptz-camera-for-raspberry-pi-and-jetson-nano/>, 2024.
- [26] YDLIDAR, YDLIDAR X4, YDLIDAR, [Online], 2024. dirección: <https://www.ydlidar.com/products/view/5.html>.
- [27] Intel, Intel Wireless-AC 8265 tarjeta de red inalámbrica, 2024. dirección: [https://www.amazon.com/-/es/Wireless-AC8265-inal%C3%A1mbrico-Developer-soporte-Bluetooth/dp/B07V9B5C6M/ref=sr\\_1\\_8\\_\\_mk\\_es\\_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&qid=2ZTNKRDOYMEY&dib=eyJ2IjoiMSJ9.ZZa3rSGihoxz2-IrFzQKG0nMik76dXEY22pWl75pL1itbgK2APv9mbU8B3ymRwJchDn1t-r6YwQZ94kRXrubLuayBD4xCvLkK7ZItZgT7CanqjcYSogiUuJnEYxRZzuP5gKL31bdMX3hIjFfjGer5yvP17uj6BoTWrcxv2o8h7ovAkflaxUdPlYGtX1vkNanJbWerIB7wtD9d\\_8CYrhcrJF0w\\_hccIhmdzxr3A . 9Za \\_f3Tm8KcfchGye2bc35AIpCh14Kz6dfLrHnG1G6c &dib\\_tag=se&keywords=Jetson+Nano+intel+8265+wifi+card&qid=1714242288&sprefix=jetson+nano+intel+8265+wifi+card+%2Caps%2C191&sr=8-8](https://www.amazon.com/-/es/Wireless-AC8265-inal%C3%A1mbrico-Developer-soporte-Bluetooth/dp/B07V9B5C6M/ref=sr_1_8__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&qid=2ZTNKRDOYMEY&dib=eyJ2IjoiMSJ9.ZZa3rSGihoxz2-IrFzQKG0nMik76dXEY22pWl75pL1itbgK2APv9mbU8B3ymRwJchDn1t-r6YwQZ94kRXrubLuayBD4xCvLkK7ZItZgT7CanqjcYSogiUuJnEYxRZzuP5gKL31bdMX3hIjFfjGer5yvP17uj6BoTWrcxv2o8h7ovAkflaxUdPlYGtX1vkNanJbWerIB7wtD9d_8CYrhcrJF0w_hccIhmdzxr3A . 9Za _f3Tm8KcfchGye2bc35AIpCh14Kz6dfLrHnG1G6c &dib_tag=se&keywords=Jetson+Nano+intel+8265+wifi+card&qid=1714242288&sprefix=jetson+nano+intel+8265+wifi+card+%2Caps%2C191&sr=8-8).
- [28] MovilTronics, Servo MG90S, 2024. dirección: <https://moviltronics.com/tienda/servo-mg90s/>.

- [29] Ferretrónica, Servomotor MG996R, 2024. dirección: <https://ferretronica.com/products/servomotor-mg996r>.
- [30] S. Electrónica, Sensor de Gas MQ-135, 2024. dirección: <https://www.sigmaelectronica.net/producto/mq-135/>.
- [31] U. Electronics, Cámara Térmica AMG8833 IR 8x8 para Raspberry Pi, 2024. dirección: <https://uelectronics.com/producto/camara-termica-amg8833-ir-8x8-raspberry/>.
- [32] Bigtronica, Parlante de 3W y 4 Ohm, 2024. dirección: <https://www.bigtronica.com/audio/parlantes-ensamble/523-parlante-3w-4-ohm-5053212005238.html>.
- [33] S. Electrónica, Batería Recargable TRC18650, 2024. dirección: <https://www.sigmaelectronica.net/producto/trc18650/>.
- [34] MovilTronics, Módulo BMS 7.4V 2S, 2024. dirección: <https://moviltronics.com/tienda/modulo-bms-7-4v-2s/>.
- [35] Bingotec, Fuente de Alimentación de Commutación de 12V 30A, 2024. dirección: [https://www.amazon.com/-/es/alimentaci%C3%B3n-conmutaci%C3%B3n-Convertidor-controlador-transformador/dp/B0CCL86TGY/ref=sr\\_1\\_10?\\_\\_mk\\_es\\_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&clid=326VKY3H4JETN&dib=eyJ2IjoiMSJ9.FaUtK8CvqWAeJXod0qXeimCuEqWf6kP0krsv26z1NPhAdPWqQNebP5v1xhmsK26RxNfNPmf0vFijfKHgx-WDwpawJEG6Uy9zKst7o4VX1AvZwy88uNFUp0x0D0NFPC5a\\_mHI-cgUFhjfRZ6FhCa524x\\_c0hg8nD9a1XJ1xtXlyWpBpPap-u8amnICwgB7w . 1C3o9u - RdfrVbo1pwLw3hP0zzGsxoAwfqWx2ZszF23c &dib\\_tag=se &keywords=power%2Bsupply%2B12V&qid=1721164130&sprefix=power%2Bsupply%2B12v%2Caps%2C162&sr=8-10&th=1](https://www.amazon.com/-/es/alimentaci%C3%B3n-conmutaci%C3%B3n-Convertidor-controlador-transformador/dp/B0CCL86TGY/ref=sr_1_10?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&clid=326VKY3H4JETN&dib=eyJ2IjoiMSJ9.FaUtK8CvqWAeJXod0qXeimCuEqWf6kP0krsv26z1NPhAdPWqQNebP5v1xhmsK26RxNfNPmf0vFijfKHgx-WDwpawJEG6Uy9zKst7o4VX1AvZwy88uNFUp0x0D0NFPC5a_mHI-cgUFhjfRZ6FhCa524x_c0hg8nD9a1XJ1xtXlyWpBpPap-u8amnICwgB7w . 1C3o9u - RdfrVbo1pwLw3hP0zzGsxoAwfqWx2ZszF23c &dib_tag=se &keywords=power%2Bsupply%2B12V&qid=1721164130&sprefix=power%2Bsupply%2B12v%2Caps%2C162&sr=8-10&th=1).
- [36] U. Tronics, Regulador Step-Down de 300W y 9A, 2024. dirección: <https://uelectronics.com/producto/regulador-step-down-300w-9a/>.
- [37] NVIDIA, NVIDIA Jetson Nano, 2024. dirección: <https://www.nvidia.com/es-la/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/product-development/>.
- [38] Arduino, Arduino Nano 33 BLE Sense Rev2, 2024. dirección: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano-33-ble-sense-rev2/>.

# 9 Autodiagnóstico

Listo  
En proceso  
No iniciado aún

## Cronograma de Gantt

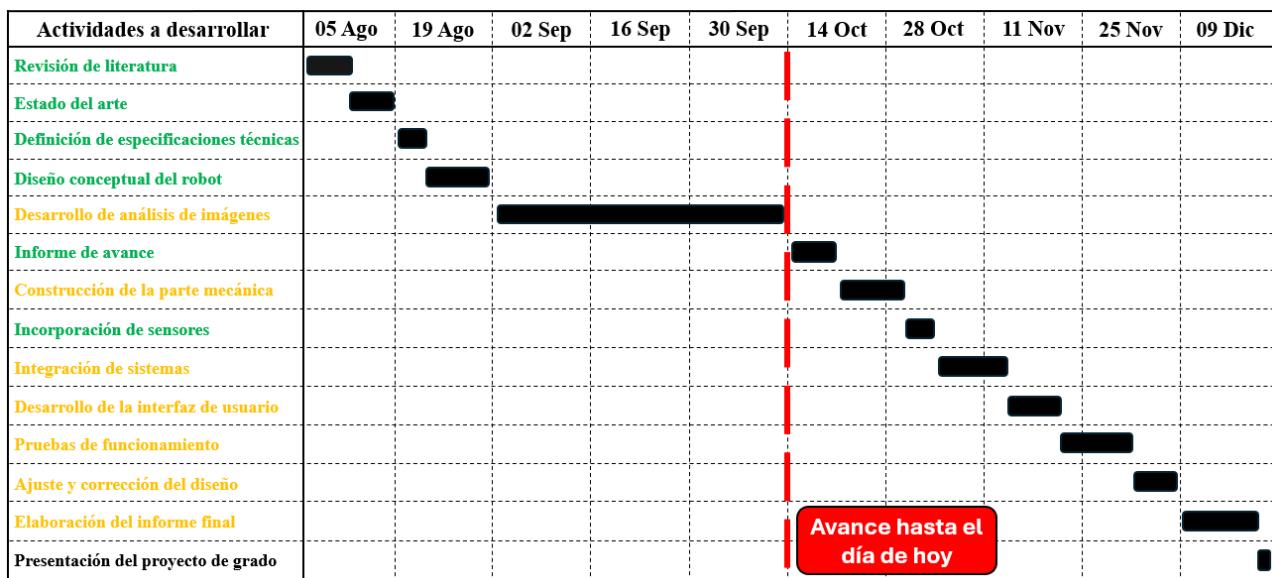


Figura 50: Cronograma de Gantt actualizado hasta el momento de entrega del informe de avance.

Según el cronograma de Gantt, este informe de avance (considerado más como un borrador del informe final) cumple con todas las actividades propuestas inicialmente. Sin embargo, el desarrollo de análisis de imágenes no se completó para esta entrega, debido a que se desarrollará al final. Por otro lado, otras actividades posteriores se han ido desarrollando paralelo a las anteriores, por que lo he avanzado en cada una de ellas (como se muestra en color amarillo).

## **10 Evaluación**

Se anexa el documento de evaluación del informe de avance, firmada por el asesor Nicanor Quijano Silva.

## Evaluación Informe de Avance

**Nombre del estudiante asesorado:** Leffer Andrés Trochez Chate

**Título del proyecto:** Mitigación de accidentes domésticos en primera infancia mediante un enfoque basado en robótica

¡Asesor!, por favor encierre/subraye la opción que mejor describa el ítem a evaluar:

El seguimiento al desarrollo del proyecto se ha realizado	De manera continua y efectiva	Moderado y suficiente	Mínimo u Ocasional	Insuficiente	Nulo
La apreciación general sobre el desarrollo del proyecto es	Excelente. Estudiante autónomo, ordenado, con altas probabilidades de éxito	Muy Bueno. Se esperan resultados completos.	Bueno	Regular	Malo
Respecto al informe de avances presentado	Es completo y claro. Acorde al trabajo desarrollado.	Es bueno, pero no refleja completamente el verdadero avance del proyecto	Incompleto. Falta un mejor esfuerzo en la realización del informe.	Pobre	Malo
Observaciones:					
Teniendo en cuenta el desarrollo actual del proyecto, se estima (sugiere):	Sustentación exitosa en las fechas establecidas.		Existen elementos de fuerza mayor que pueden justificar la consideración de la figura de Pendiente.	Dado el escaso avance podría considerarse el Retiro de la materia.	

Firma del asesor:

Nombre del asesor: Nicanor Quijano Silva

Fecha: 10-8-2024

## PROPUESTA DE TRABAJO CONSULTA C-51

<b>Fecha:</b>	24/09/2024
<b>Datos de contacto del consultor (nombre, teléfono o correo electrónico):</b>	Johnny Jay Wilches Kochinski 3115845510 j.wilchesk@uniandes.edu.co
<b>Cliente (empresa):</b>	Leffer Andres Trochez Chate
<b>Datos de contacto del cliente (nombre, teléfono o correo electrónico):</b>	Leffer Andres Trochez Chate l.trochez@uniandes.edu.co

### I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

*Leffer Trochez es un estudiante universitario que está desarrollando un robot estático destinado a mitigar accidentes domésticos en la primera infancia. Ha desarrollado una versión de los mecanismos de rotación e inclinación de la cabeza del robot y requiere apoyo para la validación del cumplimiento de su funcionalidad.*

### II. PROPUESTA

*Se propone realizar una validación de los mecanismos de rotación e inclinación de la cabeza del robot incluyendo sus rangos de operación, conformidad de los componentes seleccionados y su seguridad operativa.*

### III. ENTREGABLES

*Informe técnico que incluya:*

- Recomendaciones: Incluirá sugerencias para optimizar los mecanismos de rotación e inclinación de la cabeza tras un análisis de ambos mecanismos.*
- Observaciones: Comentarios sobre el diseño actual, destacando áreas que requieren ajustes o mejoras y señalando posibles debilidades.*
- Cotizaciones requeridas: Provisión de estimaciones de costos para implementar las mejoras recomendadas en caso de ser necesario.*

### IV. TIEMPO DE ENTREGA

*El tiempo de entrega de la respuesta a esta consulta será de 8 semanas apartir de la fecha de aceptación de esta propuesta. Se propone programar reuniones semanales de avance.*