



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Arquitectura Diseño y Arte

Departamento de Diseño

Maestría en Diseño y Desarrollo de Producto

Tesis

**“Diseño de un sistema de monitoreo con un
sistema de alerta para neonatos mientras
duerme”**

Maestría en Diseño y Desarrollo de Producto es del

Nombre del alumno:

Aylin Rodríguez Acosta

Director de tesis: Christian Chapa González

Codirector de tesis: David Cortes Sáenz

Ciudad Juárez, Chihuahua, Sept del 2024

Índice

Introducción	4
1 Objetivos	5
1.1. Objetivo general.....	5
1.2. Objetivos particulares.....	5
1.3. Hipótesis.....	5
1.4. Preguntas de Investigación.....	5
1.5. Planteamiento del Problema.....	5
1.6. Justificación y Delimitación.....	6
2 Marco teórico	7
2.1. Antecedentes teóricos.....	7
2.2. Muerte de cuna.....	8
2.3. Factores de riesgo.....	9
2.4. Clasificación de muerte súbita de lactantes.....	10
2.4.1. Muerte adquirida.....	10
2.4.2. Muerte inexplicada.....	11
2.5. Antropometría.....	11
2.5.1. Posiciones.....	12
2.5.2. Índice de Masa Corporal IMC de neonatos.....	12
2.5.1. Percentil en adultos.....	13
2.5.2. Medidas de cuna.....	16
2.5.3. Medidas del colchón para cunas.....	17
2.6. Textil inteligente.....	17
2.6.1. Textiles antimicrobianos.....	17

2.6.2.	Phase Change Material (PCM).....	18
2.7.	Acrílico.....	18
2.8.	Moldeo.....	18
2.8.1.	Moldeo a alta presión.....	19
2.8.2.	Moldeo a baja presión.....	20
2.9.	Sensores.....	20
2.9.1.	Sensores de temperatura.....	21
2.9.2.	Sensor de pulso XD-58C.....	23
2.9.3.	Mini Sensor Pir SR602 IR.....	23
2.9.4.	Bluetooth.....	24
2.9.5.	Arduino.....	24
2.10.	Programación.....	25
2.10.1.	Java.....	25
2.10.2.	Python.....	25
2.10.3.	Kotlin.....	25
2.11.	Seguridad.....	26
3	Método.....	29
3.1.	Metodología de investigación.....	29
3.2.	Método de diseño.....	30
3.2.1.	Identificación de necesidades.....	30
3.2.2.	Investigación preliminar.....	31
3.2.3.	Planteamiento de objetivo.....	33
3.2.4.	Especificaciones de desempeño.....	34

3.2.5.	Ideación e invención.....	36
3.2.6.	Análisis.....	39
3.2.7.	Selección.....	40
3.2.8.	Diseño detallado.....	41
3.2.9.	Creación de prototipos y pruebas.....	42
3.3.	Materiales.....	42
3.4.	Prototipo de circuitos.....	44
3.4.1.	Aplicación.....	46
3.5.	Estructura de prototipo.....	47
3.6.	Validación.....	48
3.6.1.	Prueba de comparación de temperaturas con un termómetro y el sensor...	48
3.6.2.	Prueba de función.....	50
3.6.3.	Prueba medición de temperatura del sensor.....	50
3.7.	Usabilidad entrevistas a pediatras.....	51
3.7.1.	Entrevista/encuesta.....	52
3.7.2.	Resultados de encuestas.....	53
3.7.3.	Sugerencias de usuarios.....	56
3.8.	Propuesta final.....	56
3.9.	Conclusiones.....	57
3.10.	Recomendaciones.....	58
4	Bibliografía	59
3.10.1.	Índice de Tablas.....	63
3.10.2.	Índice de Figuras.....	64

Introducción

Desde la década de 1980, se ha establecido como evidencia la existencia de varios factores que aumentan el riesgo a presentar en el Síndrome de la Muerte Súbita de Lactantes (SMSL) (Ruiz Botia et al., 2020). Según la Institución Nacional de Salud Infantil menciona que la principal causa de muerte en niños es el síndrome de la muerte súbita de lactantes, o como muchos lo conocen muerte de cuna, en edades de un mes a un año de vida (Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano, 2021).

Las muertes neonatales en los primeros 28 días de vida representan el 47% de todas las muertes de menores de cinco años en todo el mundo y son un foco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU) (Patel et al., 2020). Más de 3,500 bebés en E.U. mueren de manera inesperada mientras duermen, unos de los casos son por SMSL de manera accidental por asfixia o estrangulamiento mientras duermen (Suffocation, 2017).

Por todo lo anterior, el objetivo de la presente investigación es el diseño de una herramienta que ayude con el monitoreo del bebé, cuando no está a la vista de un adulto, principalmente mientras duerme, tratando que el bebé no esté tan involucrado con el objeto, con medidas de seguridad y así prevenir algunas enfermedades como alguna infección o inclusive poder prevenir la muerte de cuna mediante una aplicación que le avisaría al tutor cuando el bebé presente alguna anomalía como alta temperatura, falta de respiración, entre otras cosas.

1 Objetivos

1.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de alerta que indique al tutor cuando el bebé se encuentre en una posición médicamente adecuada y monitoree su temperatura desde una distancia adecuada por medio de sensores.

1.2. Objetivos particulares

- Identificar los factores de riesgo a evaluar con un neonato en su cuna
- Identificar la antropometría de un neonato para la ergonomía del diseño
- Determinar cómo monitorear al bebé mientras duerme
- Diseñar un sistema que permita monitorear al bebé
- Aplicar un sistema de alerta que avise al padre o tutor a cargo

1.3. Hipótesis

Con un sistema de monitoreo que mantenga una distancia no invasiva con el bebé, se prevé la seguridad y bienestar de este mismo informando el estado al tutor para la prevención de algunos síndromes como el síndrome de muerte de cuna entre otras.

1.4. Preguntas de Investigación

¿Como monitorear al bebé mientras duerme?

¿Qué beneficios proporciona el monitorear adecuado del bebé?

¿Cuáles son los principales parámetros fisiológicos que se tiene que monitorear?

1.5. Planteamiento del Problema

La tercera causa de muerte en bebés es el síndrome muerte de cuna. El 90% en los casos de SMSL ocurre durante los primeros 6 meses de edad, la mayor parte sucede entre 2 a 4 meses de vida, con más frecuencia en infantes del sexo

masculino, mayormente este incidente ocurre en el periodo de sueño durante la noche (Tatiana Monge Jiménez, 2010).

Por esto se crearon diferentes diseños, para hacer ropa inteligente, monitoreos incorporados en los neonatos, cunas inteligentes, unos cables cercanos a los bebés, incluso se analizó en la postura del bebé para prevenir la muerte de cuna. Por otro lado, en este proyecto se busca evitar que el tutor compre una cuna de cierto tamaño predeterminado, no adherir al bebé algo que pueda quitar o inclusive pueda manipular el bebé y que se pueda monitorear la mayor causa que ocasiona este síndrome.

Por esa razón, el diseño debe incluirse en el lugar donde duerme el recién nacido, un lugar que no pueda alcanzar con facilidad, pero que pueda seguir monitoreando mientras duerma, y les avise a los tutores o las personas encargadas cuando algo no está bien con el bebé.

1.6. Justificación y Delimitación

Aportar a tutores que cuiden a bebés de 1 mes a 1 año de nacidos, una herramienta que mantenga una distancia segura y funcional que facilite el monitoreo de los bebés mientras duermen, y que aporte contra el síndrome de muerte súbita, ayudado por pediatras, doctores y antropometría; todo con una aplicación, que tendrá sistema de alerta y trabajará en conjunto con sensores.

Con la recopilación de información bibliográfica y, asesoría profesional se diseñará la herramienta necesaria de acuerdo con los requerimientos obtenidos en la recolección de datos. El tiempo límite para culminar el desarrollo de este proyecto será de dos años, que dura la maestría.

2 Marco teórico

En el siguiente capítulo se mencionan los temas relacionados con la investigación, uno de ellos es: la muerte de cuna, los factores de riesgos, antecedentes, medidas de seguridad, material que serán usados, entre otros. Esto es mencionado ya que, es necesario que el lector tenga un conocimiento previo del tema.

1.1. Antecedentes teóricos

Dice Munkel Ramírez et al. (2018) que desde hace mucho tiempo el SMSL es considerado de origen multifactorial, tal porque ocurre cuando un bebé frágil en tiempo crítico, pero de igual manera inestable en el desarrollo del control homeostático, experimentando un factor estresante externo, dando lugar a una combinación de problemas como: asfixia progresiva, bradicardia, hipotensión, acidosis metabólica y jadeo ineficaz, conduciendo a la muerte.

Desde que se conoció de este síndrome ha tratado de prevenir o ayudar de muchas maneras posibles, tanto cambiando la forma de dormir del recién nacido como haciendo prototipos, como ejemplo, diseños simples y otros con diseños ya utilizando monitoreo, por ejemplo en el sistema de monitoreo electrónico de asfixia neonatal se presenta una forma de monitoreo de pulsos cardiacos del lactante: esto se da cuando se detecta un ritmo diferente al normal, con la ayuda del uso de internet de las cosas (IdC), emitiendo de inmediato una notificación, también se encontró un estudio en el cual se realizaron pruebas para la medición de cardiaca a larga distancia por medio de frecuencias de sonido de 18 a 22 kHz en un rango de 28 ms aproximadamente (Wang et al., 2021).

Además, se utiliza tecnología open hardware y software de Arduino. El dispositivo se compone de sensores piezoeléctricos, microcontrolador, látex y cables. En la producción de este dispositivo, se necesitó de una máquina de prototipado de placa de circuitos impresos (Hernández Soberón et al., 2020).

1.2. Muerte de cuna

El síndrome de muerte súbita del lactante, (SMSL) es el fallecimiento de bebés menores de 1 año, la cual su muerte es inesperado, al parecer esto ocurre durante el sueño; todavía no tiene explicación, se han realizado autopsias para encontrar la razón de su fallecimiento examinando el sitio en que ocurrió y asimismo en Estados Unidos hubo hay una incidencia más de 2,500 bebés cada año, al mismo tiempo en Australia hubo casi 100 muertes al año, siendo la principal causa de muerte en países occidentales (Horne, 2019).

En recién nacidos la incidencia del SMSL fue de 0.26/1,000, disminuyendo desde 0.74 (entre 1991 a 1995) a 0.07 (desde 2011–2020). Su porcentaje con relación muerte total disminuyó del 11.2 al 2.5%. En el SMSL sobresalió la categoría IB en San Diego con el 67% y los neonatos entre 1 a 4 meses con 63% (Belmonte, Monzó, y Morentin 2022). La incidencia anual de SMSL de Estados Unidos fue de 1.3- 1.4 por cada 1,000 nacidos vivos (unos 7,000 lactantes cada año) antes de 1992, momentos en el cual se empezó a recomendar que los lactantes durmieran en una posición distinta al decúbito prono para reducir el riesgo de SMSL. Desde entonces, en 1994, se ha observado una minoración progresiva de la incidencia de este síndrome (Robert M. Kliegman 2022).

Como se muestra en la Tabla 1 este suceso es un problema mundial, donde también muchos tratan de prevenir por medio de métodos diferentes, tanto cambiando las posturas de los bebés como haciendo un diseño para prevenir el SMSL.

Tabla 1 Nivel internacional de la mortalidad infantil y la incidencia de la muerte súbita del lactante (SMSL) en 2005 (Wu, 2010)

	Mortalidad infantil*	Mortalidad posneonatal*	SMS L*
Corea	5	1.0	0.56
EE. UU.	7	2.3	0.54
Alemania	4	1.4	0.43
Irlanda	4	1.1	0.38
Taiwán	5	2.4	0.35
Australia	5	1.3	0.32
Reino Unido	5	1.6	0.30

Noruega	3	1.0	0.30
Canadá	5	1.3	0.24
Suecia	3	1.0	0.23
Japón	3	1.4	0.16

Nota: Grafica de comparación de mortalidad con SMSL en bebés nivel internacional

En la Tabla 2 se puede observar el descenso que ha habido desde el 2006 hasta el 2016 de casos en el síndrome muerte de cuna en el Reino Unido, aún con la disminución de dicha muerte sigue siendo una de las primeras causas de muerte en cuna.

Tabla 2 UK SIDS cases between 2006 and 2016, birth to one year (The Lullaby Trust, 2019).

	England & Wales	Scotland	Northern Ireland	UK Total	UK rate per/1,000 live births
2016	226	18	3	247	0.32
2015	195	21	4	220	0.28
2014	217	14	4	235	0.30
2013	252	17	9	278	0.36
2012	234	29	2	265	0.33
2011	247	29	5	281	0.34
2010	261	26	5	292	0.36
2009	283	24	3	310	0.39
2008	287	22	3	312	0.39
2007	273	31	4	308	0.40
2006	285	29	1	315	0.42

Nota: Gráfica comparando el descenso y/o incremento en casos de SMSL en Reino Unido del 2006 al 2016.

1.3. Factores de riesgo

Según Loreto Tarraga Marcos et al. (2022) Para disminuir el SMSL se cuenta con varios factores que tienen mayor impacto, es debido al tener una buena postura mientras duerme, además, se descubrieron otros factores relacionados que puede ayudar a prevenir este síndrome, por ejemplo:

- Postura del lactante mientras duerme: las posturas menos recomendables para el recién nacido son: decúbito prono, decúbito lateral, con mayor riesgo que el decúbito supino, ya que aumenta la frecuencia de la plagiocefalia, por esto mismo, la recomendable es el prono bajo supervisión mientras esté despierto.

- Ambiente del dormitorio: influye mucho el ambiente donde duerme el neonato.
 - Superficie de descanso blanda.
 - Otros accesorios sueltos: mantas sueltas, almohadas, juguetes.
 - El encobijar excesivo y sobrecalentar la cuna: el sobrecalentamiento se asocia normalmente con el mayor riesgo, sobre todo si la cabeza está cubierta, por esa razón la temperatura que se recomienda es de 20 a 22 °C.
 - Uso de chupete sin listones o cordones al dormir.
 - Compartir habitación, pero el neonato debe de dormir en una cuna o cama aparte, sin compartir (monitoreo).

De acuerdo con el pediatra Joanne Murren, MD es especialista en pediatría cuando un bebé de 3 meses o menos de vida, llega a tener temperatura de 38 °C o mayor, el cuidador debe de llamar al médico o ir inmediato a urgencias, ya que esto puede indicar una infección potencialmente grave (Joanne Murren-Boezem, 2018).

1.4. Clasificación de muerte súbita de lactantes

Para los patólogos es importante facilitar el diagnóstico para excluir la muerte de cuna y así poder prevenir nuevos casos, esto lo hacen por medio de clasificaciones anatomopatológicas de las autopsias realizadas a los fallecidos; es importante clasificar también cada una de las muertes para poder realizar una evaluación que permita dar un significado a las lesiones que ellos observen, independientemente de la importancia de la lesión. Por lo tanto, se cataloga en tres tipos de muerte súbita de lactantes (Figura 1), las cuales son: la congénita, hereditaria y la genética.

1.4.1. Muerte adquirida

Es a causa de enfermedades que contraen las personas con el paso del tiempo, por alguna enfermedad o por sufrir un accidente, ocasionándole secuelas. Son las enfermedades que se pueden desarrollar en el momento del nacimiento del bebé o durante su desarrollo, como, por ejemplo:

- Fiebre reumática
- Inmunodeficiencia
- Infección
- Traumatismo

1.4.2. Muerte inexplicada

La muerte inexplicada, o también conocida como muerte súbita, se acuñó su definición en 1997 por un grupo de expertos. Es una muerte donde no hay evidencia que se ha sufrido una crisis epiléptica al morir, una convulsión, o donde la autopsia no puede proporcionar evidencia alguna de la causa anatómica o tóxica de muerte, por ejemplo, la muerte de cuna o el SMSL.

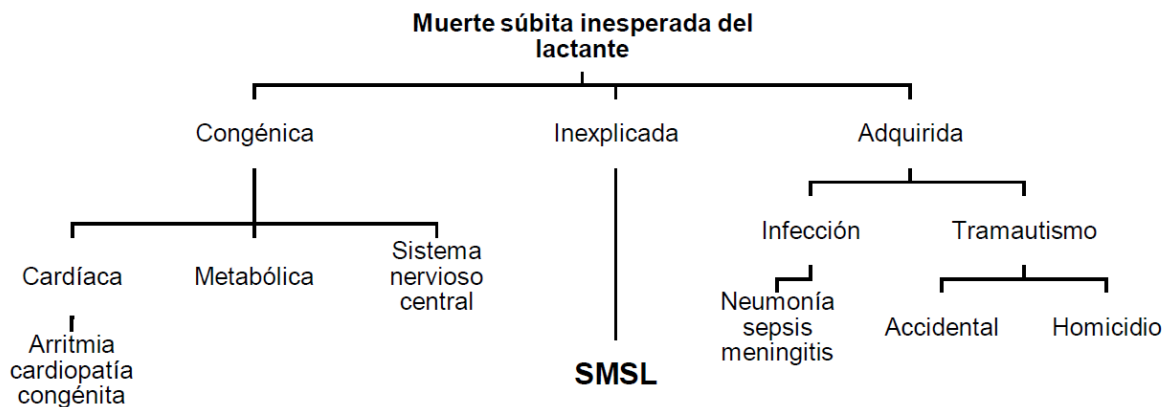


Figura 1 Muerte súbita inesperada del lactante (Camarasa F. et al., 2003)

Nota: Clasificaciones de la muerte súbita en lactantes con sus causas y cómo son identificadas

1.5. Antropometría

La antropometría son las dimensiones obtenidas al hacer medidas en partes específicas del cuerpo humano con el objetivo de obtener parámetros de dimensiones que se ajusten a las verdaderas características de los usuarios finales de un espacio u objeto (Lescay et al., 2017).

1.5.1.Posiciones

Munkel Ramírez et al. (2018) dice que durante los últimos años se ha descubierto que la posición es uno de los factores más importantes del bebé al dormir, entre ellos están los siguientes:

Decúbito supino: disminución de riesgo de aspiración.

Prono: ocasiona un mayor riesgo de dilatar las arterias capilares y posterior no puede respirar, disminución del oxígeno en el cerebro, aumento de sobrecalentamiento y aumento en el umbral para despertar.

La posición prona elevada a 30 grados aumenta el reflujo en los bebés que tienen reflujo gastroesofágico (RGE) durante su siesta, por otro lado, mientras que en posición supina o lateral son menores.

En México se realizó un estudio por Prian Gaudiano & Michel Macías (2022) donde entrevistaron a 265 padres de familia cual es la posición del bebé mientras duermen, en la cual el 45.8% de los padres duermen a sus bebés boca arriba o decúbito supino, el 27% duermen a sus bebés de lado y el 10% los duermen siempre boca abajo y el 17.2 utilizan la posición supina en la noche, pero durante el día duermen de diferente posición.

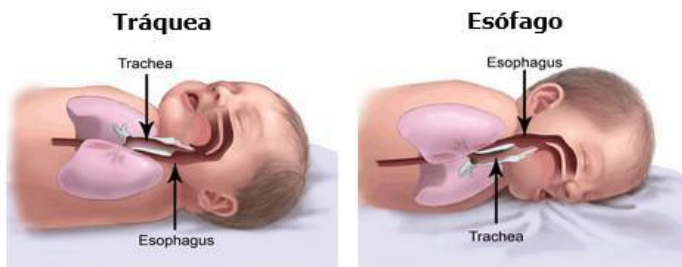


Figura 2 Posiciones de bebés mientras duermen <https://www.conocersalud.com/sindrome-muerte-subita-lactante/>

1.5.2.Índice de Masa Corporal IMC de neonatos

De acuerdo con en la tesis del posgrado de Diana Molina, en ecuador donde se realizó un estudio antropométrico se midió tanto la estatura (talla) como el peso del neonato, obteniendo de igual manera el percentil, usando la información recabada del documento antes mencionados arrojando la Tabla 3.

Tabla 3 Percentil en neonatos pretérmino y término (Diana Molina, 2017)

Edad gestacional	Peso (gr)			Percentil (cm)		
	Bajo	Normal	Sobrepeso	P<10	P10 – P90	P>90
Pretérmino	1500	2050	2475	-	42.7	43.9
Término	2230	3098	3955	41	48	50.6

Nota: Percentiles y peso de neonatos de pretérmino y término en México

Con la información antes mencionada se tomará en cuenta para hacer una comparación con los datos recabados por el IMSS, como se muestra en la Tabla 3. A continuación, en la Tabla 4 se mostrarán las medidas y peso según el IMSS en los niños recién nacidos y los niños de 11 meses.

Tabla 4 IMC niños recién nacidos y 11 meses (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023).

Sexo	Edad	Peso (Kg)		Estatura (cm)	
		Normal	Obesidad	Estatura Baja	Normal
Niñas	Recién Nacidos	3.2	>4.2	<47.3	49.1
	11 meses	8.7	>11.2	<70.3	72.8
Niños	Recién Nacidos	3.3	>4.4	<48.0	49.9
	11 meses	9.4	>11.7	<72.2	74.5

Nota: Medidas y peso en recién nacidos y 11 meses según el IMS para definir el rango donde se puede trabajar.

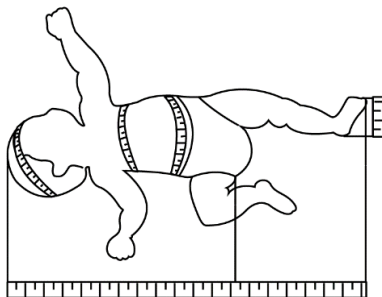


Figura 3 Ergonomía en bebé

1.1.1.Percentil en adultos

En este apartado se hablará sobre el percentil de los adultos, esto es importante para considerar en el diseño, porque, aunque los neonatos es el usuario

principal, también debe de tomar en cuenta al tutor ya que es el usuario secundario. Según la INEGI en el 2020 efectuó un estudio con los registros, nacimientos y las edades de los padres o personas que fueron a registrar a los neonatos.

En la Figura 4 habla de las personas que realizaron el registro al niño con el 81.9% ambos padres fueron a registrarlos, por otro lado, el 14.2% solo asistió la madre, el 1.7% fue el padre.

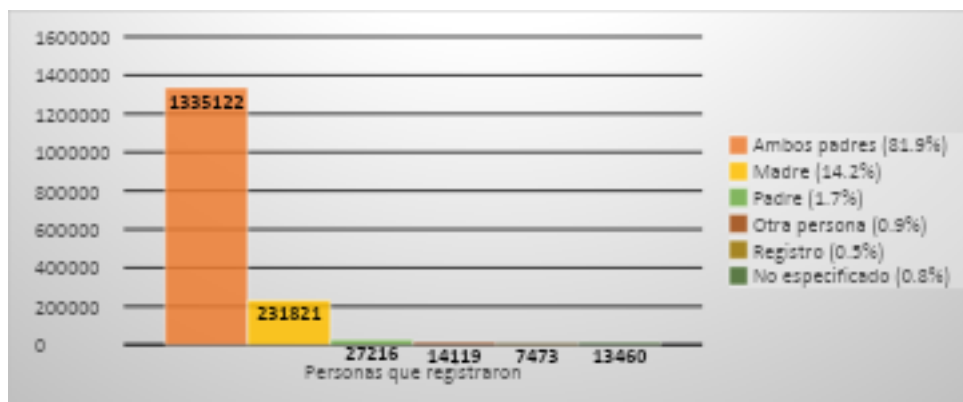


Figura 4 Nacimientos registrados según su tutor (INEGI, 2020).

Mientras tanto en la Figura 5 muestra las edades de las mamás cuando obtuvieron al registrar al hijo con un 52.4% fue a los 20 a los 29 años, madres menores de 15 años es de 0.31%.

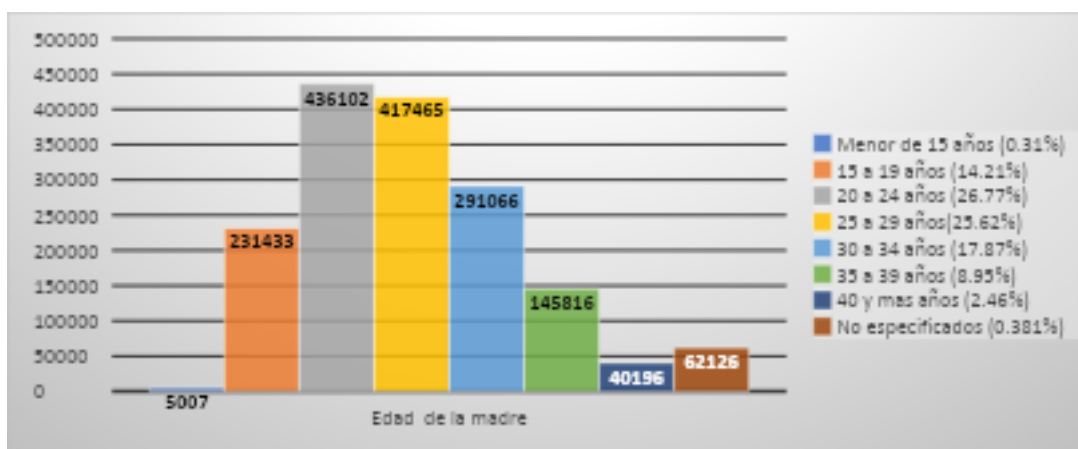
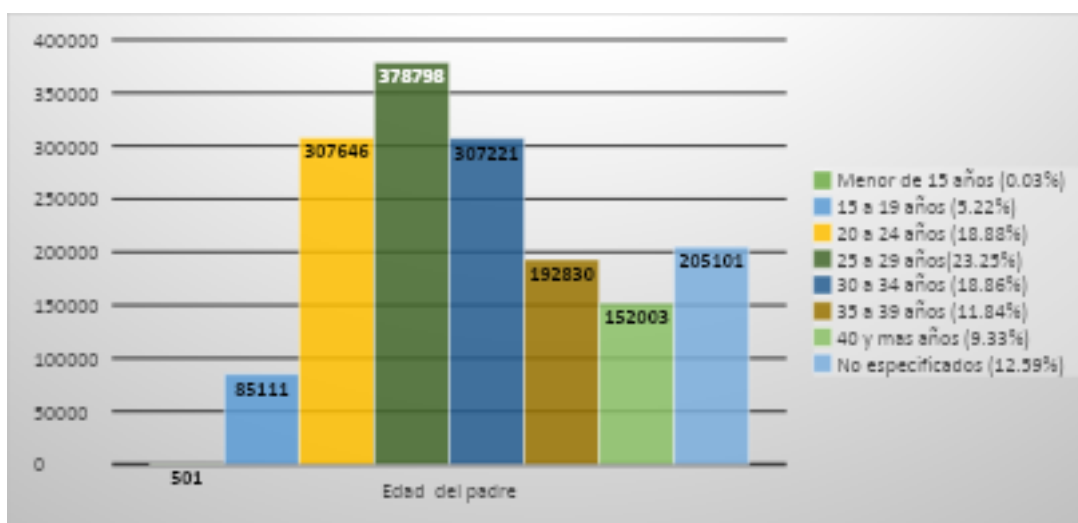


Figura 5 Rango de edad de la madre(INEGI, 2020).

Por otro lado, el registro de las edades de los padres al registrar a su hijo con el mayor porcentaje fue la edad de 25 a 29 años con el 23.25%. Por el contrario, el

menor porcentaje son los padres menores de 15 años obteniendo un 0.03%, como

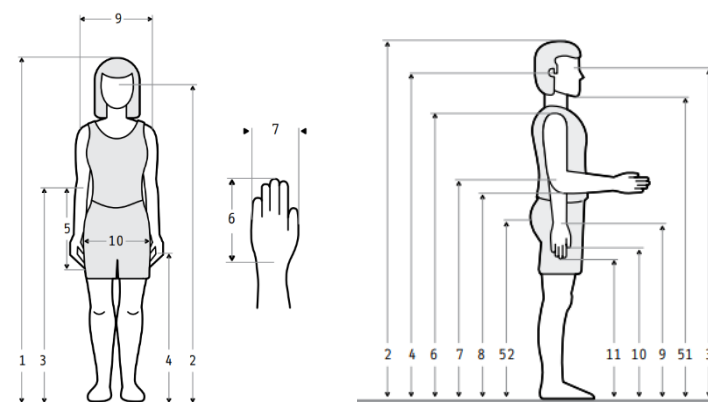


se muestra en la Figura 6.

Figura 6 Rango de edad del padre (INEGI, 2020) .

Una vez obtenido los datos anteriores, en las Tablas 5 y 6 se puede observar los percentiles de los hombre y mujeres con un rango de edad en las mujeres de 17 a 39 años en Latinoamérica, mientras que los hombres tienen un rango de año de 18 a 68 años, basándonos en el libro de Avila Chaurand et al., 2007.

Figura 7 Indicación de percentiles (Avila Chaurand et al., 2007)



La Tabla 5 se muestra el percentil de la mujer, tomando en cuenta el peso, estatura, altura de ojos, entre otras áreas con los percentiles 5, 50 y 95, por otro lado.

Tabla 5 Percentil de mujeres Latinamericanas (Avila Chaurand et al., 2007)

		17 a 39 años						
<i>Dimensiones</i>			D.E	Min.	Max.	Percentiles		
						5	50	95
1	Peso (Kg)	59.3	10.4	39.4	96.2	43.2	58.4	78.0
2	Estatura	153.5	5.77	138.9	168.5	144.4	153.2	163.9
3	Altura ojos	142.8	5.88	127.3	159.8	134.7	142.2	153.4
4	Altura codo	95.6	3.98	83.5	107.3	89.5	95.5	101.7
5	Largo codo-punta del dedo	41.5	2.0	38.8	46.0	38.5	41.5	45.0
6	Diámetro de agarre	2.32	1.05	20.8	26.5	21.2	23.3	24.7

Mientras en la Tabla 6 se observa el percentil de los hombres con las mismas áreas, pero con el rango de edad antes mencionado.

Tabla 6 Percentiles de hombres Latinoamericanos (Avila Chaurand et al., 2007)

Hombres de 18 a 68 años						
Dimensiones (cm)				Percentiles		
			D.E	5	50	95
2	Peso (Kg)	73	12.33	55.31	72.10	97.30
3	Estatura	167.5	6.28	157.6	166.8	178.0
4	Altura ojos	155.0	6.18	144.7	154.6	165.1
5	Altura codo	106.8	5.502	98.8	106.5	114.5
7	Diámetro de agarre	4.4	.363	3.9	4.5	5.0

1.1.2. Medidas de cuna

En la actualidad en el mercado se pueden encontrar diferentes medidas en cuanto a cunas, por este motivo se elaboró una investigación y se comparó las medidas de cunas en el mercado, una vez obtenida la información se desarrolló la Tabla 7 para saber el margen de trabajo disponible, consiguiendo un promedio de medidas en cunas.

Tabla 7 Dimensiones de cunas según la investigación de campo

	Cuna 1	Cuna 2	Cuna 3	Cuna 4
Largo (cm)	80	117	120	140
Ancho (cm)	40	58	60	70
Alto	85	87	92	102

1.1.3. Medidas del colchón para cunas

Se realizó una investigación de campo donde se comparó los diferentes tipos de colchón para cunas de bebés entre los cuales se agruparon en 4 tipos de

colchones, una vez recabada la información se realizó la Tabla 8 para dimensionar el área de trabajo.

Tabla 8 Dimensiones de colchones según la investigación de campo

	Colchón 1	colchón 2	Colchón 3	Colchón 4
Largo (cm)	117	120	140	140
Ancho (cm)	57	60	70	80

Nota: Dimensiones de diferentes colchones, para comparar las medidas con la figura 3 y establecer el área de trabajo.

1.2. Textil inteligente

Con los pasos de los años los avances tecnológicos han alcanzado diferentes aspectos en la vida, uno de ellos es la industria textil, ayudando a facilitar ciertas actividades al ser humano, por ello ya existen diversos artículos en el mercado, con la finalidad de mejorar la calidad de vida (Universidad Anáhuac México, 2022), esto es posible gracias a las diferentes interacciones, tanto químicos, físicos como modificando sus propiedades.

1.2.1. Textiles antimicrobianos

En el estudio de Qiu et al. (2020) de textil antimicrobiano prevé la transmisión de enfermedades infecciosas, al mismo modo la durabilidad antibacteriana es limitada a sus aplicaciones. Demostrando en el estudio de nanofibras electrohiladas en una malla de fibras de algodón, obteniendo un 99.99%, además demostrando que el textil con nanofibras electrohiladas incorporados obteniendo una respuesta citotóxica baja a las células sembradas in vitro.

1.2.2. Phase Change Material (PCM)

Los materiales de cambio de fase o también conocidos como PCM son aquellos que absorben, liberan o almacenan el calor corporal en función de las condiciones ambientales, el almacenamiento térmico de este material es importante

para la tecnología energética, por esa razón involucran el PCM en diferentes proyectos por ejemplo en prendas de vestir, componentes eléctricos, edificios y embalajes para controlar la temperatura (Noël et al., 2022).

1.3. **Acrílico**

El acrílico es uno de los varios plásticos más usados debido a su prolongada vida útil, puede ser utilizado tanto en el interior como en la intemperie, por su flexibilidad, puede resistir bastante tiempo a la exposición al UV, entre otras características por este motivo se ha reemplazado el vidrio en varias ocasiones, a continuación, se mencionarán otras propiedades del acrílico (Universidad Autónoma Metropolitana, 2024):

- Propiedades ópticas: conserva el 92% (intensidad inicial) de la luz transmitida
- Resistencia mecánica: Resistencia de 0.2 a 0.5
- Propiedad eléctrica: Material dieléctrico
- Densidad: Volumen de 1.19
- Dureza: 50 unidades

Estas propiedades pueden cambiar dependiendo del grosor del plástico, ya que el acrílico se puede encontrar de diferentes grosores, esto depende de donde será colocado o cual será su función.

1.4. **Moldeo**

Con respecto a la fabricación de un producto con el material de plástico, es importante abordar unos puntos, por ejemplo: los costos, resistencia mecánica tipo de fabricación, número de piezas, por esta razón inmediatamente se piensa por medio de moldes, el cual, implica el apoyo de moldes que contienen cavidades donde se vierte el material adquiriendo su forma por medio de presión, para la elección del proceso se tiene que pensar en la presión que necesita ya que existen dos: Moldeo a alta presión y moldeo a baja presión (Moisés González Hernández, 2023)

1.4.1. Moldeo a alta presión

Para los moldes de alta presión existen 3 tipos de procesos diferentes, los cuales son: compresión, extrusión e inyección.

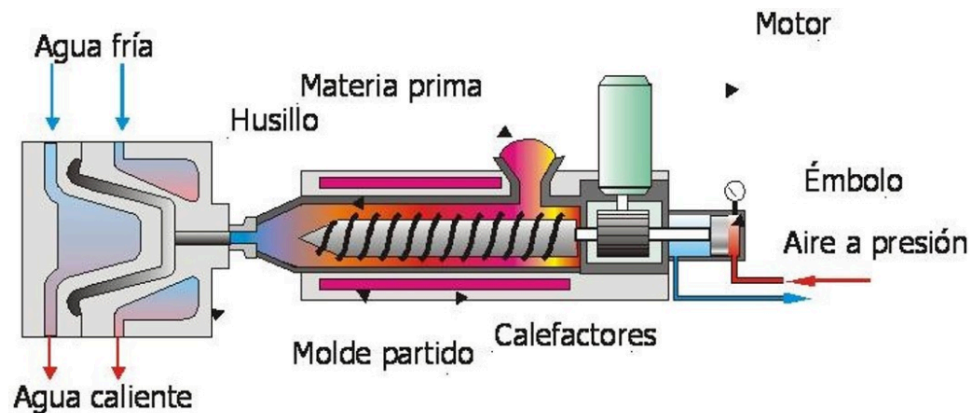


Figura 8 Moldeo por inyección <https://www.seguas.com/refrigeracion-proceso-inyeccion-plastico/>

Compresión

El moldeo por compresión donde generalmente el material es precalentado, primero el material se coloca en la cavidad del molde, una vez colocado se cierra, mientras se aplica calor y ejerce una presión para forzar al material entrando en contacto con el molde, manteniendo el calor y presión hasta que este se ha curado.

Extrusión

En este proceso el material es forzado pasar por la boquilla mientras es prensado con un flujo continuo con presión y empuje haciendo pasar por el molde, dando la forma adecuada generada por la parte de la máquina llamada husillo que gira concéntricamente por la cámara llamada cañón.

Inyección

En este moldeo los moldes son dos mitades donde tienen mínimo un orificio donde se vierte el polímero fundido siendo empujando a presión y a su vez

inyectándolo a presión hasta que este se enfríe, una vez frío se expulsará el producto (Figura 8).

1.4.2. Moldeo a baja presión

Moldeo por vacío

En este proceso primero se debe de colocar un molde en el centro de la máquina, una vez colocado se añade el material en forma de lámina en la parte superior, una vez calentada la máquina este absorbe el aire del vacío en el interior del molde así adaptando el polímero la figura del molde.

Moldeo por soplado

Este moldeo coloca un preforma dentro del molde que está dividido en dos partes, el plástico es fundido mientras al mismo tipo es soplado para ser expandido adquiriendo la forma del interior del molde, una vez teniendo esta forma se enfriará y será separada del molde.

1.5. Sensores

Los sensores son utilizados para el desarrollo de herramientas que detectan y responden a alguna información del entorno físico, clasificados según la característica que necesitan cubrir (NIH, 2022), el sensor siempre está conectado con un dispositivo ya sea de fuerza, movimiento, humedad, temperatura, desplazamiento, entre otras, por esa razón se aplica en las áreas Industriales como: robótica, medicina, automotriz, etc.

1.5.1. Sensores de temperatura

Según Bausà Aragonés Carlos García Gómez Benito Zaragozaí Zaragozaí Alex Gil Martínez Daniel Moreno Campos Antonio Galiana Llinares (2003) hay muchas maneras para medir con diferentes tipos de sensores de mucha naturaleza. Gracias a la ingeniería de control de procesos han podido descubrir o actualizar los sensores

que pueden ayudar a controlar los cambios de temperatura, como se puede observar en la siguiente figura los diferentes dispositivos con la capacidad de medir la temperatura:

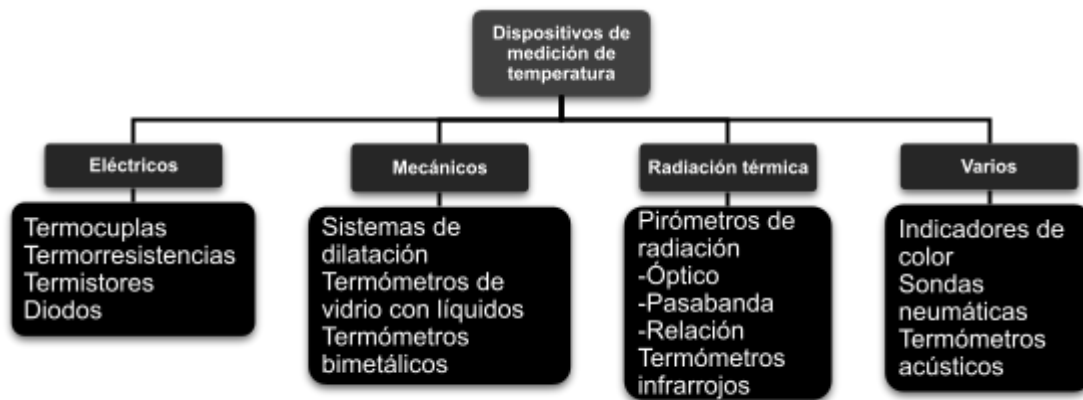


Figura 9 Clasificación de sensores de temperatura (Bausà Aragonés Carlos García Gómez Benito Zaragozaí Zaragozaí Alex Gil Martínez Daniel Moreno Campos Antonio Galiana Llinares, 2003).

Nota: Clasificación de diferentes tipos de sensores con medición de temperatura.

Sensor de temperatura infrarrojo GY-906 MLX90614

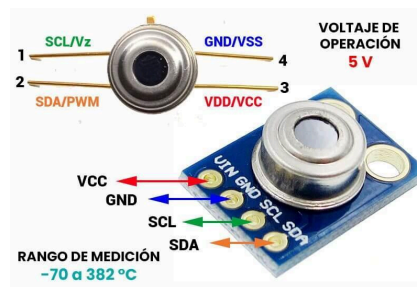


Figura 10 Sensor de Temperatura infrarrojo GY-906 MLX90614

<https://uelectronics.com/producto/sensor-de-temperatura-infrarrojo-gy-906-mlx90614/>

Nota: Sensor que mide la temperatura del objeto y del ambiente

El sensor MLX90614 mide la temperatura de un objeto a distancia a partir de los 2 cm de separación, teniendo lecturas de -70°C a 380°C con precisión de 0.5°C , del mismo modo puede medir la temperatura del ambiente desde -40°C hasta 170°C .

SENSOR DE TEMPERATURA INFRARROJO MLX90614ESF-DCI (GY-906-DCI)

El sensor MLX90614ESF-DCI, en cambio, al sensor GY-906 MLX90614, cuenta con más precisión debido al poseer internamente una etapa de amplificación y

digitalización de la señal procedente de la membrana con un ángulo de visión de 5° y una precisión de 0.2°C considerado una precisión médica.

Termómetro con DS 1621

Se usa para determinar la temperatura de su propia temperatura, la misma que está en su ambiente, que se envía a microcontroladores mediante una interfaz serie. Todo se puede lograr por medio de su propio circuito integrado o por un software, con esto no es necesario de componentes externos.

AMG8833

El sensor AMG8833 tiene como objetivo medir la temperatura de objetos mediante sensores térmicos infrarrojos con 8x8 de pixeles, otorgando un área de 64 lecturas por medio de comunicación I2C, el rango de temperatura está entre 0°C a 80°C con una precisión de $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ a una distancia de 7m.



Figura 11 Sensor de temperatura infrarrojo AMG8833
<https://uelectronics.com/producto/camara-termica-amg8833-ir-8x8-raspberry/>

Alarma sobre temperatura

En este sensor se alerta cuando se obtiene una temperatura superior al indicado en el interior del PC, claro dependiendo del procesador, los ventiladores y las condiciones ambientales en el que está rodeado, por eso es recomendado que esté colocado en un lugar aislado, emite un zumbido y se enciende un LED cuando la temperatura supera los 40°C al bajar la temperatura se desconectara dicho ruido.

1.5.2. Sensor de pulso XD-58C

Es un módulo que se encarga de medir la frecuencia cardiaca por medio de un sensor, siendo conectado por medio de un Arduino, de igual forma tiene una aplicación de monitoreo de código abierto que en tiempo real gráfica los datos conseguidos.

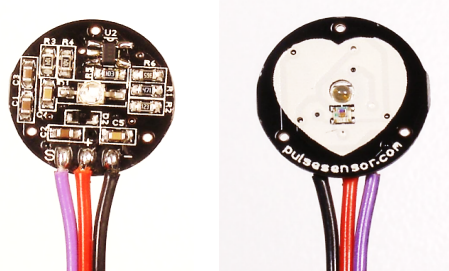


Figura 12 Sensor de pulso XD-58C

<https://www.openimpulse.com/blog/products-page/product-category/xd-58c-pulse-sensor/>

1.5.3. Mini Sensor Pir SR602 IR

Módulo encargado de indicar cuando hay un movimiento un rango detección de 0.3 a 3.5m a un ángulo de 120°, cada vez que detecta un movimiento esté indicado al Arduino conectado durante la noche, contiene un disparo de 2,5 segundos después de ser encendido.



Figura

13

Sensor

PIR

Infrarrojo

<https://www.shoptronica.com/sensores-presencia/5738-mini-sensor-pir-sr602-ir-0689593933676.html>

Nota: Sensor activado cuando se realiza un movimiento

1.5.4. Bluetooth

El módulo Bluetooth HC-05 consiste en 6 pines que se conectan al Arduino, su trabajo es enviar información del Arduino en este caso móvil por medio de una conexión Bluetooth. Puede actuar de dos maneras, modo maestro o esclavo, el

modo maestro es la configuración que utiliza comando AT, en este modo se puede conectar con otros Bluetooth, pero cuando es configurado en modo esclavo solo puede recibir las peticiones por conexión.



Figura 14 bluetooth hc-05

1.5.5.Arduino

De acuerdo con Massimo Banzi et al., el Arduino es una plataforma para la realización de prototipos electrónicos de código abierto, obteniendo los componentes necesarios al proyecto por realizar. El Arduino más usado es el Arduino Uno también llamado nano, que contiene un cable USB, con un desarrollo de Arduino, que se puede obtener de manera gratuita, compatible en Windows, Linux y Mac, siendo un software muy fácil de usar.



Figura 15 Imagen de Arduino (primero saber qué tipo de Arduino se usará)

1.6. Programación

La programación en informática o también conocido como lenguaje de programación es el proceso que puede crear otros programas informáticos por medio de órdenes, algoritmos y/o instrucciones lógicas para realizar cierto tipo de tareas a una computadora o un software en forma de códigos.

1.6.1.Java

Es un lenguaje de programación con la orientación a objetos y plataforma de software para aplicaciones web, creado por James Gosling en 1991, ejecutado en dispositivos, este se basa en los lenguajes C y C++, su lenguaje es rápido y seguro, además por su uso gratuito es usado desde aplicaciones móviles hasta aplicaciones en tecnologías del servidor y/o macrodatos, por ejemplo:

- Desarrollo de videojuegos
- Bases en la nube
- Inteligencia artificial (IA)
- Sensores y hardware

1.6.2.Python

Es un lenguaje de programación que utiliza código abierto, la cual, fue creado por Guido van Rossum en 1991, basado en palabras similares al inglés, creado con el objetivo de ser fácil haciéndolo de entender y leerlo, orientado principalmente para el desarrollo web, aplicaciones informáticas, sobre todo en el campo del Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD).

Además, disminuyendo el costo en mantenimiento y con posibilidad de reutilización de códigos en varios proyectos siendo uno de los programas más querido de los programadores.

1.6.3.Kotlin

Un lenguaje de programación moderno estático usado por desarrolladores profesionales de Android, tiene un lenguaje estático de código abierto, para aumentar la productividad, satisfacción de los desarrolladores y tener seguridad del código, su código y concepto es similar a otros lenguajes, como C#, Java, entre otros. Además de estar integrado con Android Studio

Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial de Android con la finalidad de acelerar el desarrollo y facilitar a recolectar aplicaciones de alta calidad para sus dispositivos (Developers, 2023).

1.7. Seguridad

A continuación, se hablará sobre las medidas de seguridad que se tienen que llevar a cabo antes de realizar el diseño del producto según las organizaciones como la FDA, NOM, entre otras, por ejemplo:

La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) (2022). es una organización gubernamental responsable de promover y proteger la salud al consumidor abarcando temas como: alimentos, materiales biológicos, regular los dispositivos médicos, al igual los productos que emiten radiación. Por este motivo en la página oficial del FDA se buscó la clasificación del producto y así seguir sus indicaciones (Anexo) encontrando que el producto es clasificación II en dispositivos médicos. Con respecto a la FDA la siguiente tabla menciona las clasificaciones y sus riesgos:

Tabla 9 Clasificaciones FDA (FDA, 2022)

Clase	Riesgo	Daño potencial	Solicitud	Tipo de Solicitud o Exención
Clase I	Más bajo Potencial de daño mínimo	General	510(k) (Equivalencia sustancial) Exento de 510(k) *93% Exentos de 510(k)	35%
Clase II	Moderado Mayor riesgo que clase I	General y especiales (si están disponibles)	510(k) Exento de 510(k)	53%
Clase III	Más alto Mantienen o soportan la vida, implantables o presentan una utilidad	General y PMA	PMA	9%

El control especial se refiere a que son poco comunes en su diseño, característica o especificaciones, en su etiquetado, pruebas o con un documento guía.

Según (Kate M. Cronan, 2018) los juguetes para los bebés entre 1 a 3 años no deben de tener:

- Hilos, cinas o cordones no más de 17cm.
- Evitar partes o piezas que los bebés pueden pellizcar con sus dedos.
- No tener bordes filosos o piezas pequeñas como ojos, ruedas que se puedan soltar.
- Las telas deben de ser incombustibles.

El Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez. (2022) indica en el PROY-NOM-253-SE-2021 que si el juguete o en este caso producto su funcionamiento es eléctrico o contiene accesorio/ piezas eléctricas debe de cumplir unas indicaciones.

- Mismo material predominante o similar.

Es permitido la agrupación de diferentes materiales, siempre que se presente un informe de pruebas de laboratorio del material predominante o más desfavorable. En la Tabla 10 indica como debe ser la fuente de energía para el mismo tipo de alimentación.

Tabla 10 Tipos de alimentación (Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez., 2022)

Tipo de alimentación	Especificaciones
Pilas o baterías	• < 12V, excepto botón o R1 • $\geq 2\text{ V}$ y $\leq 24\text{V}$
transformador o fuente de alimentación	Misma tensión de alimentación, permitiendo una variación en la potencia de entrada de 20% como el modelo de mayor potencia y aplicando el límite hacia abajo.
Doble de alimentación	Considerar las dos anteriores.
Otras fuentes	Mismo tipo y tensión de alimentación.

3 Método

1.8. Metodología de investigación

Para la elaboración del proyecto primero se hará una investigación donde se tomarán en cuenta los cálculos de lectura oficial los cuales los dictan los médicos. En la segunda fase, se obtendrán resultados de lecturas reales y de lectura final en la oxigenación y la temperatura de bebés, como se muestra en la Figura 16.

Proceso Metodológico

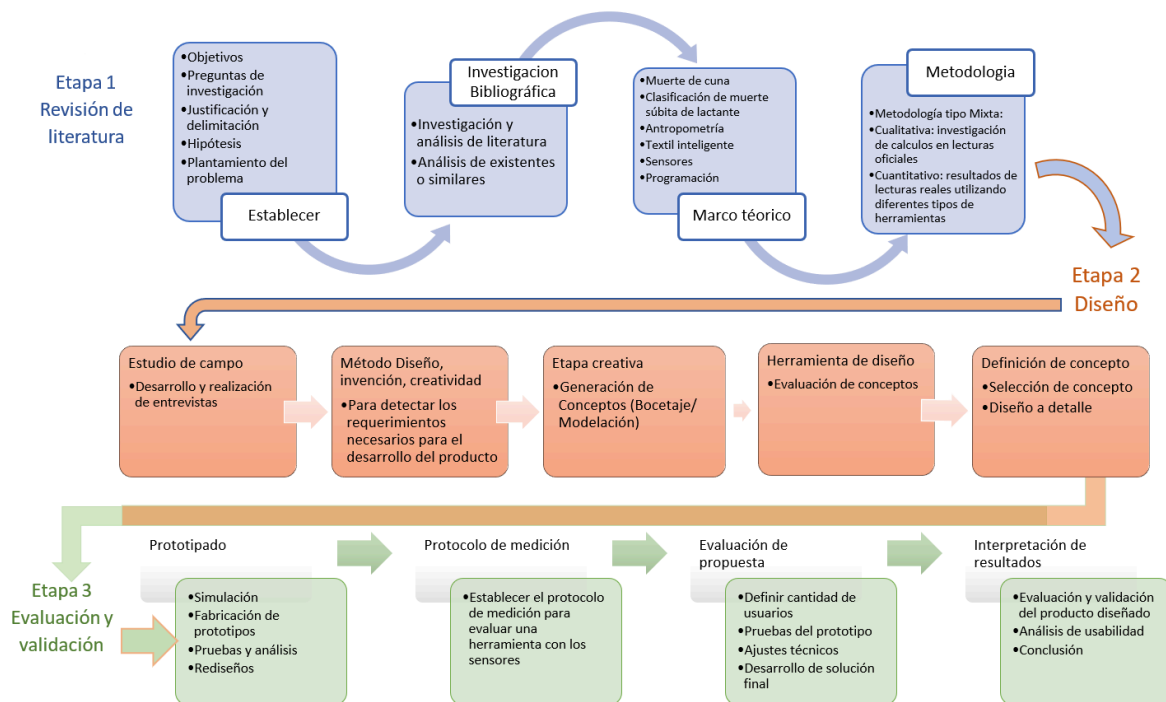


Figura 16 Proceso metodológico

Nota: Pasos a seguir para la realización de este proyecto.

Mediante sensores que los estará midiendo, por lo tanto, el enfoque será mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, con el fin de comparar los diferentes resultados adquiridos, una vez teniendo reunida los parámetros con la finalidad de determinar cuáles serían los indicadores adecuados para provocar el sistema de alerta. En este caso, para poder medir la temperatura se harán mediante diferentes objetos con

cambios de temperatura para ver los cambios obtenidos y evitar las pruebas iniciales con la intervención en bebés.

1.9. Método de diseño

El método Diseño, invención y creatividad, de Robert Norton (1991), se caracteriza por analizar el problema o tarea más que la solución, de manera sistemática por la que facilita la síntesis de solución, por lo que se utilizó para crear este proyecto.

De acuerdo con Robert Norton se seguirán 10 puntos muy importantes para el proceso de diseño, los cuales serían los siguientes:

1. Identificación de las necesidades
2. Investigación preliminar
3. Planteamiento de objetivo
4. Especificaciones de desempeño
5. Ideación e invención
6. Análisis
7. Selección
8. Diseño detallado
9. Creación de prototipos y pruebas
10. Producción

1.9.1. Identificación de necesidades

El método Diseño, invención y creatividad, de Robert Norton (1991), se caracteriza por analizar el problema o tarea más que la solución, de manera sistemática por la que facilita la síntesis de solución, por lo que se utilizó para crear este proyecto.

En este proyecto para la identificación de necesidades se encontró que una de las principales muertes en neonatos es la muerte de cuna, así que se necesita una herramienta que ayude a la prevención de la muerte de cuna.

Las necesidades se obtuvieron mediante la investigación antes mencionada, el mismo tiempo con las especificaciones de las NOM y FDA, así también se les dio

prioridad o clasificación de importancia a algunas necesidades conforme se fue avanzando con la investigación y el diseño, por ejemplo:

- Superficie de descanso no blanda
- Otros accesorios sueltos: mantas sueltas, almohadas, juguetes
- El encobijar excesivo y sobrecalentar la cuna: la temperatura que se recomienda es de 20 a 22 °C
- Uso de chupete sin listones o cordones al dormir

Compartir habitación, pero el neonato debe de dormir en una cuna o cama aparte, sin compartir (monitoreo)

1.9.2. Investigación preliminar

Durante la lectura bibliográfica e investigaciones en páginas oficiales como del gobierno como en revistas científicas, se realizó un benchmarking Tabla 12, en relación con la información obtenida, en la cual se muestran los diferentes tipos de diseños o investigaciones que han surgido a causa del descubrimiento del síndrome de muerte súbita para ayudar, asimismo también se descubrió información ya establecida que ayudan con la prevención de dicho síndrome.

Se buscaron diferentes publicaciones científicas en distintas revistas, ya que esta es una parte importante para el desarrollo de la investigación. Se usaron varias palabras claves, tales son: “Muerte de cuna”, “SMSL”, “Antropometría”, entre otras.

Contando principalmente con las contribuciones de la editorial ELSEVIER y Google School, al igual se buscó por medio de páginas no gubernamentales, tales como lullabytrust.org.uk, OMS, medlineplus.gov, entre otros, a continuación, se mostrará el factor de impacto.

Tabla 11 Factor de Impacto de Revistas Académicas

Revista Académica:	Editorial o revista:	Factor de Impacto:	Cuartil:	categoría:
Anales de Pediatrí	ELSEVIER	2.377	TBD	Pediatría
Korean Circulation Journal	ELSEVIER	3.101	TBD	Ciencia
Salud reproductiva	PubMed	3.355	TBD	Médico

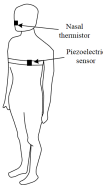
Prevención en la Infancia y la adolescencia
MedlinePlus
Previfand
PubMed
TBD
TBD
TBD
TBD
Pediátrico
Médico

Nota: Factor de impacto donde se buscó los datos más relevantes para la investigación de este documento.

Una vez realizado la investigación se indago sobre los antecedentes ya existentes, esto para ayudar a ver las ventajas y desventajas de los productos en el mercado o también en patentes, a igual manera se buscó sobre nuevas tecnologías se puede utilizar, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12 Benchmarking de existentes

Objeto	Descripción	Desventajas	Ventajas	Dimensiones	Marca- Precio P/U o patente	Cita
	Cuna con wifi para ayudar a dormir a los bebés de forma automática mientras los monitorea	Espacio determinado	wifi, micrófonos y sonidos, se mece mientras el bebé está durmiendo	35.75" L x 19" W x 31" H. Peso: 38 libras	SNOO \$1,695	(Anna Martín, 2017)
	La cuna inteligente tiene un monitor incorporado que, a partir de los movimientos y sonidos del niño	Espacio determinado	wifi, micrófonos y sonidos	40" (L) X 25" (An) X 42" (Al) Peso: 88.2L	Cradle ise \$1,399 - \$1,999	(Sandra Arteaga, 2020)
	Ropa inteligente con sensores integrados para monitorear la respiración y signos vitales del infante mientras está dormido	Es necesario una suscripción, está integrado al neonato	Monitor que transmite video HD, rastrea la frecuencia cardíaca y el oxígeno promedio	para bebés de 0 a 18 meses, 5 a 30 libras	Owlet \$ 7,581	(Lola Rovati, 2016)

Objeto	Descripción	Desventajas	Ventajas	Dimensiones	Marca- Precio P/U o patente	Cita
  	Monitor para Bebé con Sensores de Respiración, Posición, Movimiento y Temperatura	Colocarlo en la ropa del bebé por la sección del pecho para que funcione	wifi, micrófonos y sonidos, cámara, aplicación para monitoreo	L=38mm, An=38mm, Al=6mm Peso: 85g	MonBaby \$1,949	(Sergei Sobolevsky & Grigoriy Gutierrez M.D. Ph.D, 2020)
	Sensor para estimar la frecuencia respiratoria	Solo detecta la frecuencia respiratoria	Analiza la frecuencia respiratoria	Unitalla (adulto)		(Sifuentes et al., 2016)
	Dispositivo de advertencia de SIDS, una unidad de detección de pie y unidad de monitorización	Está integrado al neonato, puede ser incómodo	Monitor que transmite video HD, rastrea la frecuencia cardíaca y el oxígeno promedio	Unitalla	Patente EP 2888726	(WORKMAN et al., 2021)

Nota: Cuadro de Benchmarking de los productos similares al producto en el mercado y en patentes registradas

Como muestran en los diseños anteriores, se observa la mejor manera que se puede prevenir es mediante el monitoreo del bebé, pero todos se basan en un dispositivo que se incorpora al neonato o a un producto (cuna) determinado.

1.9.3.Planteamiento de objetivo

Una vez obtenido los antecedentes (los antes mencionados) se replanteará otro enunciado tomando tres características importantes, los cuales son: de ser conciso, general e imperceptible mostrando su solución, en este caso se hace referencia al planteamiento del problema que se mencionó anteriormente pero solo se resume con estas palabras.

Construir un sistema de alerta que avise a los tutores sobre los peligros en la posición, temperatura y respiración del bebé mientras duerme en una cuna, monitoreándolo desde lejos con sensores.

1.9.4. Especificaciones de desempeño

Requerimientos

El objetivo particular de este proyecto respecto a aplicar un sistema de alerta que avise al padre o tutor del neonato con la información antes dada se realizó la Tabla 13, la cual trata sobre la lista de requerimientos con puntos muy importantes para la realización del producto, cada punto se le asignó tres tipos de importancia señalados con 3 colores diferentes y se marcará con de color blanco los requerimientos obligatorios, como se mostrará a continuación:



Por otra parte, para alcanzar el objetivo de aplicar un textil inteligente, hemos propuesto en los requerimientos diseño que se emplee tal como se muestra en la Tabla de Requerimientos

Tabla 13 Requerimientos de diseño

Requerimiento	Variable	Definición operacional	Requerimiento	Ud. de evaluación	Referencia
Uso	○ Peso	se calculará el peso mediante software de modelado 3D	1,36kg (el peso variar dependiendo del material y modelo)	Kg.	Comparando diferentes tipos de marcas importantes como Mattel, n.d.
	○ Medidas	Las dimensiones se tomarán por la información encontrada en mediciones antropométricas de neonatos mexicanos	Juguete giratorio cuna: 30x30cm +/- Alto sensor: 60+/-	cm	(Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023) (Mattel, n.d.)

Requerimiento	Variable	Definición operacional	Requerimiento	Unidad de evaluación	Referencia
	○ Alcance	Se localizarán las dimensiones antropométricas de acuerdo con la comunidad de neonatos	Sensor de movimiento: 140cm de largo TC:35°C a 40°C Temperatura habitación: 22 - 24°C de día, 18 - 20°C de noche Distancia del sensor: 18cm del inicio del colchón	Cm °C	(Alemany & Busó, 2015) (Penagos et al., 2005)
Función	○ Resistencia	Tendrá la resistencia al desgaste y mínimo de mantenimiento requerido	Fabricado con un material con alta resistencia a la humedad	g / m³ milésima de un milímetro	(Alemany & Busó, 2015)
Estructurales	○ Estructura	La estructura dependerá del espacio disponible y las medidas del producto mediante los requerimientos	La estructura debe de ser resistente para la manipulación, cumpliendo las medidas adecuadas para el espacio	MPa	N/A
	○ Unión	Las uniones dependerán en el material seleccionado y sus propiedades	La unión de la estructura será: adhesivo, con una cubierta, tornillos, ensambles	MPa	N/A
Técnico productivo	○ Manufactura	Se contará con herramientas adecuadas para poder trabajar	El proceso se realizará por medio de impresoras 3D o moldes	N/A	N/A
	○ Material	El material del dispensador contará con las propiedades adecuadas para su funcionamiento con los requerimientos mencionados	Características del material: resistente, ligero manipulable, por ejemplo: plásticos, sensores, aplicación, pilas recargables (no más de 24V) Arduino UNO	Voltios	(Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez., 2022)
Identificación	○ Instructivos	Se realizará un instructivo con la información adecuada para su uso, mantenimiento y con medidas de seguridad	Contará con etiquetas de advertencia, un manual de uso e indicadores	Pendiente norma	Pendiente

Requerimiento	Variable	Definición operacional	Requerimiento	Unidad de evaluación	Referencia
Legales	○ Seguridad	Por medio de los NOM, ISO, entre otros se encuentran las restricciones para el producto	ISO/TR 8124-9:2020 ASTM F963 IEC 62115:2017 NOM-015-SCFI-2007. NOM-161-SCFI-2007; NOM-024-SCFI-2013.	Pruebas de tipo y/o prototipo, pruebas de rutina, pruebas de verificación de cumplimiento, pruebas de verificación del funcionamiento del equipo	(Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez., 2022)
	○ Impacto ambiental	Se calculará el impacto ambiental por medio de software como Solidworks o programas como openLCA	Se tomará en cuenta las leyes ambientales como el ISO 14000 para el impacto ambiental	Ton/año	Software openLCA y Solidworks

Nota: Lista de requerimientos obtenido por medio del análisis en el marco teórico

Por eso en el diseño del producto se implementaron sensores que pueden monitorear la temperatura del neonato, igual que su movimiento y el ritmo cardiaco avisándole al tutor mediante una aplicación que se instalará en el celular de él, también para el complemento de esto se añadió una textil antibacteriana que elimina las bacterias casi siempre seguramente, con sus medidas de seguridad, manteniendo un alcance seguro con el infante.

1.9.5. Ideación e invención

Una vez obtenido las necesidades y los requerimientos, es hora de generar varias ideas para poder empezar con el diseño del objeto, por esto mismo esta fase se conoce como la fase creativa, por eso se empezará a realizar una lluvia de ideas donde se enlistarán varias propuestas, para así continuar con la generación de propuestas por medio de bocetos burdos hasta un diseño detallado, ya una vez finalizado con la fase de ideación e invención se pasará con la fase final.

Lluvia de ideas

Se generó una lluvia de ideas para la generación de la solución del problema, escribiendo sugerencias:

- Sensores no invasivos y manipulable por el neonato
- Sensores de preferencia de temperatura, movimiento y de ritmo cardiaco
- Material repelente al agua
- Medidas de seguridad para el neonato
- No ser alcanzado por el neonato
- Ajuste de medidas

Generación de ideas

Se generaron 2 alternativas, primero de manera burda donde se buscaba la colocación de los sensores de manera no invasiva para el neonato, pero que tuviera un mayor alcance, en las figuras se observa cómo se fue generando para el diseño del producto.



Figura 17 primera fase: boceto



Figura 18 Segunda fase: desarrollo de idea

La segunda fase se desarrolló la idea de ser boceto a render para verificar detallar la idea que se seleccionó, pero sin ser tan específicos y así pasar a la figura 19 donde se muestra de forma realista el como se tiene ideado los materiales e identificando sus funciones.

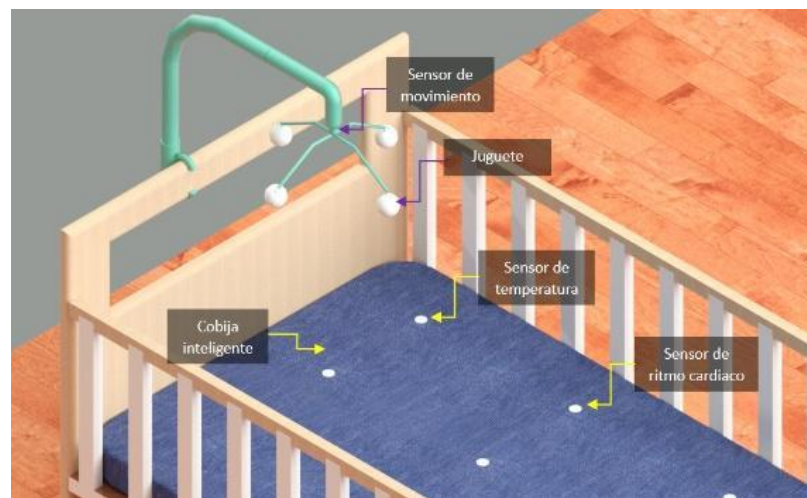


Figura 19 Tercera fase: Render

Nota: Boceto burdo de la segunda idea realizada, generando dos productos donde se complementan para tener datos más exactos sin tener que ser invasivos con el neonato

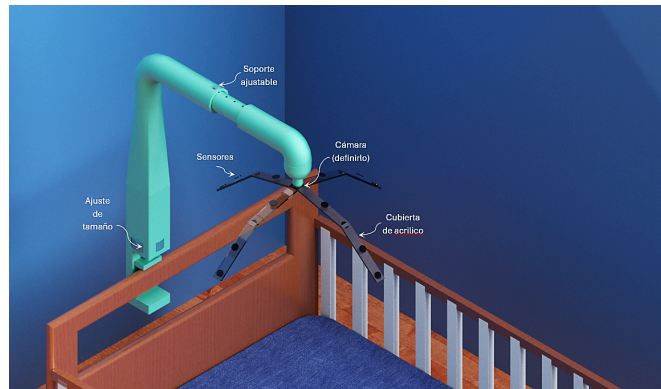


Figura 20 Render

En el segundo diseño se optó por colocar los sensores en el juguete giratorio con la opción de agregar o remover la cantidad de sensores según sus alcances, estos irían en medio de dos placas de acrílicos, esto haciendo el diseño menos invasivo.

Una vez visto los diseños burdos se generó un boceto con mayor detalle donde se puede observar los colores y simulación de material, en este caso se realizó por medio de un programa llamado AutoCAD como se muestra en la Figura 20.

1.9.6. Análisis

Se realizará una tabla de comparación donde se coloquen los diseños en el lado derecho superior, en la parte izquierda se mencionarán los requerimientos necesarios para evaluarlos, calificándolos por medio de número, los cuales se sumarán y se analizará la calificación.

1	2	3	4	5
Muy Malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno

Tabla 14 análisis de diseño



<i>¿El diseño genera confianza?</i>	4	5	3
<i>¿El diseño cuenta con medidas de seguridad?</i>	4	5	4
<i>¿El producto no tiene bordes filosos o piezas pequeñas?</i>	5	4	4
<i>¿El sensor no es invasivo?</i>	4	5	3
<i>¿Puede ajustarse a diferentes modelos de cunas?</i>	5	5	5
<i>Total</i>	22	24	19

Como se puede observar por el total de calificación el diseño que tiene mayor calificación es el segundo diseño, tomando en cuenta tanto la seguridad del producto como la sensación de este. Por este motivo se optó por seguir con ese diseño.

1.9.7. Selección

Como se muestran en las siguientes figuras, el diseño seleccionado siguiendo los requerimientos y el análisis que se elaborado anteriormente, donde en el diseño seleccionado fue el juguete giratorio con los sensores integrados como se muestra en la Figura 20 se colocará el sensor de temperatura por medio de una cámara infrarroja en la parte de en medio de juguete y en las tiras de acrílico se colocaran los sensores de movimiento.

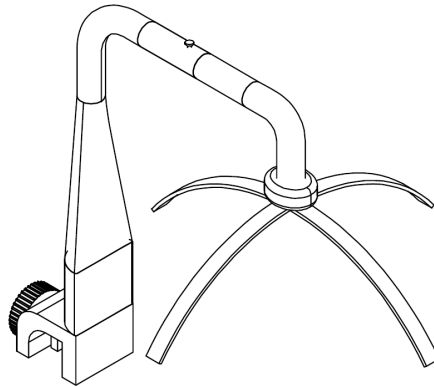


Figura 21 Propuesta seleccionada de Juguete giratorio

Nota: Juguete giratorio para cuna con sensor de movimiento integrado.

Con los estudios recabados se pudo mostrar que la mejor opción para el diseño es removiendo la cobija inteligente ya que este podía ocasionar un accidente al bebé, por lo cual se optó en colocar los sensores a una distancia adecuada según las normas de seguridad.

1.9.8.Diseño detallado

En el paso Diseño detallado es la creación de dibujos de ensamble, o diseños por medio de un programa (CAD), especificando las dimensiones, materiales, ensambles, entre otras cosas que ayuden a la fabricación del producto, con estos dibujos se puede continuar con la siguiente fase que es la realización de un prototipo.

Modelado

En la siguiente fase se aprecian en las figuras las dimensiones de los productos que se optaron según la tabla de requerimientos y las normas mencionadas anteriormente con la finalidad de mantener seguro al neonato de los sensores y del producto.

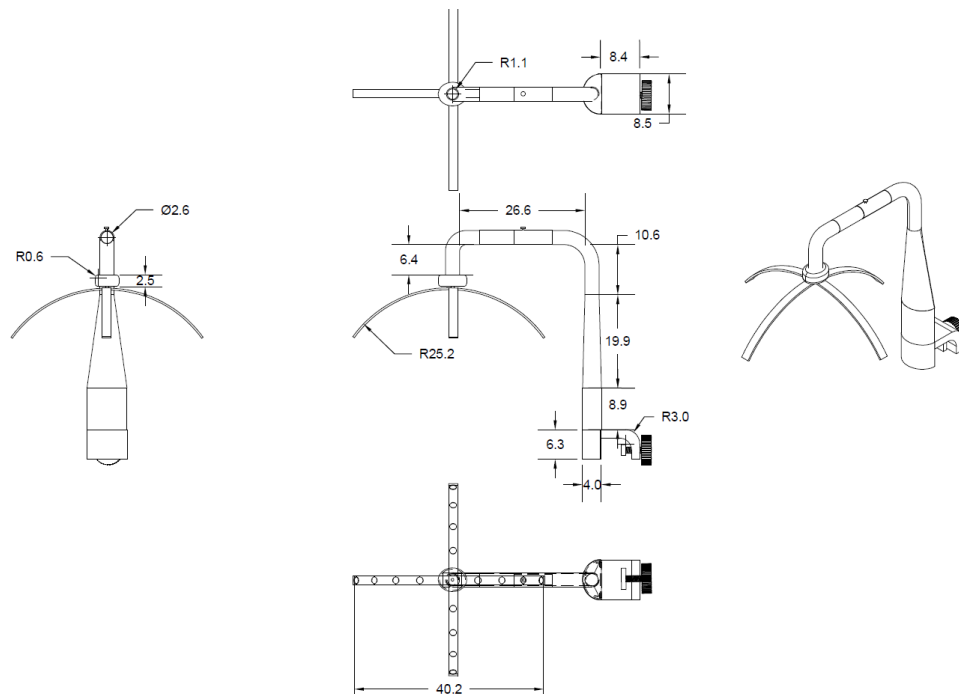


Figura 22 Diseño a detalle del juguete giratorio

Nota: Dibujo a detalle con dimensiones del segundo diseño llamado juguete giratorio.

1.9.9. Creación de prototipos y pruebas

En la última etapa es la realización de un prototipo para llegar al producto final, con esto se pueden hacer pruebas para así modificar las piezas que se tienen cambiar ya sea para hacer un producto más seguro o ergonómico.

1.10. Materiales

Se realizó una Tabla 15 con todos los materiales usados para la creación del producto final obteniendo los costos, dimensiones, entre otros apartados.

Tabla 15 Materiales

Nombre	Detalles	Material	Cant.	Costos	Dimensiones
Sensor de temperatura 	Velocidad máxima de cuadro: 10Hzs, rango de medición: 0°C a 80°C, fuente de alimentación 3~5V, precisión: +- 2.5°C	N/A	1	\$598	Dimensión: 8x5x1 cm Peso: 3 g
Arduino Uno 	Almacenamiento 32 KB Comunicación inalámbrica Bluetooth Alimentación 12V	N/A	1	\$490	Dimensiones: 8x5.5x2.5 cm
Bluetooth HC-05 	Modulo inalámbrico bluetooth (ar-base-05)	N/A	1	\$45	
Esqueleto del juguete	Para mayor producción se realizará por medio del proceso por inyección	ABS	4		Dimensiones: 55.5x5.4cm
Juguete giratorio	El acrílico pasará por altas temperaturas y un molde para generar su curvatura	Acrílico	2		Dimensión: 42.2x2.5cm Curva: 25.2
Cable 	Cable multiconductor de 6 vías, 24 AWG No. de hilos AWG: 7/32 Malla de cobre estañado Cinta de Mylar aluminizado			\$35 por metro	Ø exterior: 5,72 mm
Conexión 	1000 mA, 12 Vdc Input: 120VAC~60HZ 0.2A Output: 9v~0.8A	N/A	1	\$80	
Botón	Botón con modo apagado y prendido		1	\$15	

1.11. Prototipo de circuitos

En este apartado se pretende mostrar las características físicas del prototipo, al mismo tiempo el seguimiento de su construcción.

A continuación, en la Figura 22 se realizó un diagrama de flujo donde se muestran los pasos que se seguirán para la realización y la finalización del prototipo final en la creación de los sensores.

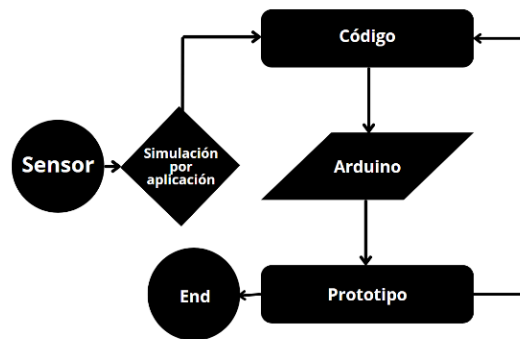


Figura 23 Diagrama de flujo para la realización del prototipo

Nota: Diagrama de flujo mostrando el proceso para la realización del prototipo paso a paso.

1. Creación de simulación: Primero se seleccionará el tipo de sensor por la cual se empezará realizar un prototipo por medio de la página www.tinkercad.com, creando una simulación para la selección y revisión de circuitería necesaria en los prototipos físicos como se muestra en la Siguiente figura.

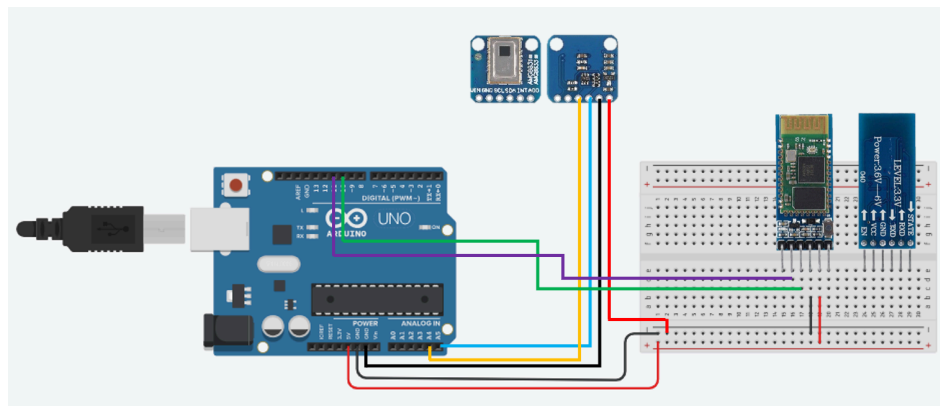
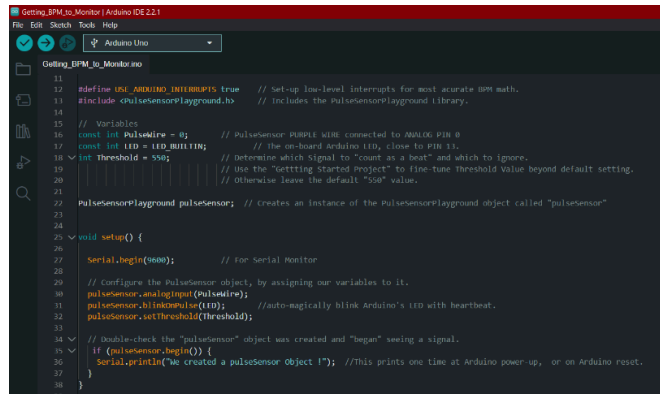


Figura 24 Simulación de sensores de movimiento www.tinkercad.com

Nota: Ejemplo de simulación realizado para la primera fase de prototipos.

2. Creación de prototipo físico: una vez obtenida la simulación se realizó el prototipo físico con sus circuitos y por medio de la aplicación de Arduino IDE.



```
Getting_BPM_to_Monitor.ino
11
12 #define USE_INTERRUPTS true // Set-up low-level interrupts for most accurate BPM math.
13 #include <pulseSensorPlayground.h> // Includes the pulseSensorPlayground library.
14
15 // Variables
16 const int PulseWire = 0; // PulseSensor PURPL1 WIRE connected to ANALOG PIN 0
17 const int LED = LED_BUILTIN; // the on-board Arduino LED, close to PIN 11.
18 int threshold = 550; // Determine which signal to "count as a beat" and which to ignore.
19 // Use the "getting started project" to fine-tune threshold value beyond default setting.
20 // Otherwise leave the default "550" value.
21
22 pulseSensorPlayground pulseSensor; // Creates an instance of the pulseSensorPlayground object called "pulseSensor"
23
24
25 void setup() {
26   Serial.begin(9600); // for Serial Monitor
27
28   // Configure the pulseSensor object, by assigning our variables to it.
29   pulseSensor.analogInput(PulseWire);
30   pulseSensor.blinkInterval(LED); //auto-magically blink Arduino's LED with heartbeat.
31   pulseSensor.setThreshold(threshold);
32
33   // Double-check the "pulseSensor" object was created and "began" seeing a signal.
34   if (pulseSensor.begin()) {
35     Serial.println("We created a pulseSensor Object I!"); //This prints one line at Arduino power-up, or on Arduino reset.
36   }
37 }
```

Figura 25 Código en Arduino IDE

Nota: Vista previa de una sección del código que se usara en sensor.

3. Una vez obtenido la simulación y el código correctamente se realizará de Arduino para crear circuitos, donde se realizarán pruebas para verificar el alcance y función del sensor.

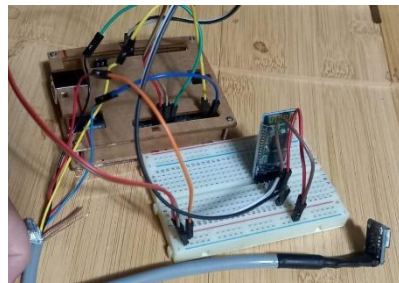


Figura 26 Pruebas de sensor

En la siguiente figura se puede mostrar el esquema de conexión que requiere el sensor de temperatura para ser conectado con el Arduino

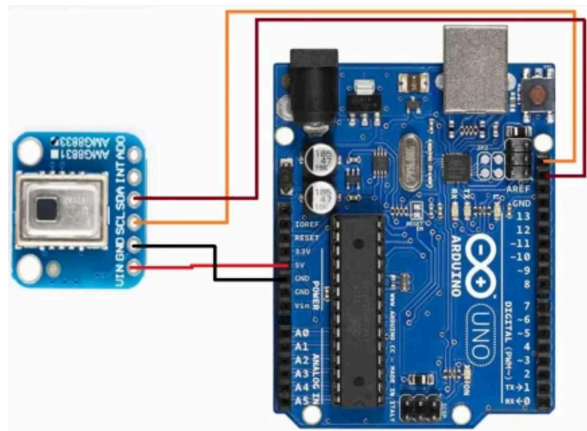


Figura 27 conexión sensor AMG8833 a Arduino Uno

4. Obteniendo el código y el sensor correcto se realizará la aplicación con la aplicación de Android Studio, para generar la aplicación donde el tutor podrá monitorizar al bebé.
5. Después se creará el prototipo del juguete donde se incorporarán los sensores de acuerdo con el diseño detallado para la primera validación.
6. Una vez sometido el prototipo a diferentes pruebas de usabilidad se realizarán los cambios para la mejora del producto hasta llegar a su fin.

1.11.1. Aplicación

Una vez identificados los puntos que se tienen que implementar en la aplicación se empezó con su la creación para ello se convino Android Studio y Arduino IDE, primero se comenzó con la función de los sensores con la aplicación se Arduino IDE, para lograr la creación y funcionamiento del código del sensor de temperatura se pidió ayuda del profesor Alfredo Villanueva. Una vez logrado el funcionamiento adecuado del sensor de temperatura se buscó información acerca del software Android Studio donde se utilizó para crear la aplicación donde se mostrarían los datos necesarios y notificación para el padre y/o tutor, en las siguientes imágenes se muestra los pasos e indicaciones que deben de seguir para la aplicación

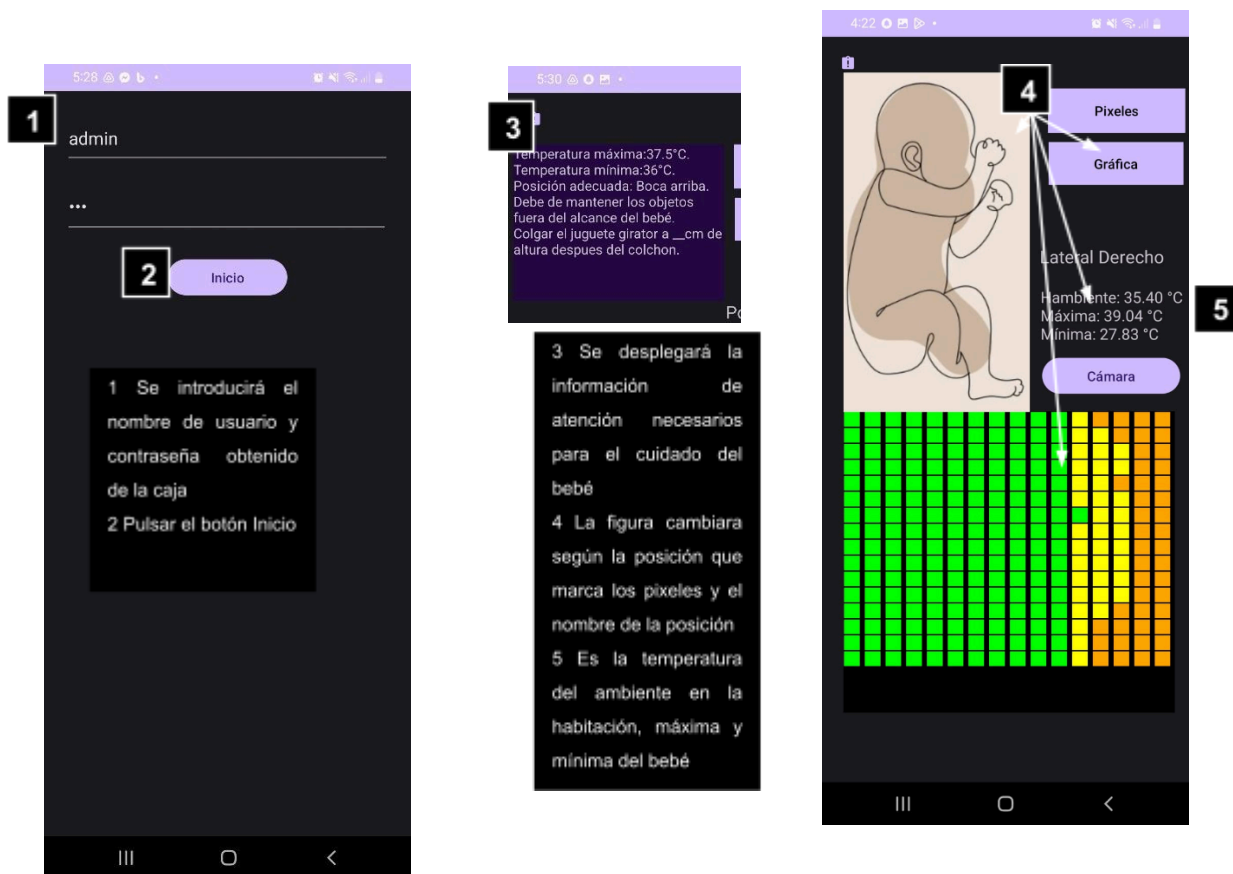


Figura SEQ Figura 1* ARABIC 28 Pasos e instrucciones de aplicación

1.12. Estructura de prototipo

Una vez realizado la parte electrónica del prototipo, el siguiente paso es la creación de la estructura (juguete giratorio, base, ensambles) En este caso la estructura será por medio de prototipo 3D, pero a futuro se tiene pensado en molde por inyección.

1. Primero se creará las piezas en el software AutoCAD
2. Después se mandará a imprimir las piezas en impresora 3D
3. Una vez obtenido las piezas se removerán las rebabas de las piezas para ser ensambladas, también resanando y lijando las piezas para dar un buen acabado para proceder a pintar las piezas
4. A continuación, se conectarán los circuitos y se instalarán en la estructura impresa

5. Instalado los circuitos al producto se instalará el software descargando la aplicación al celular
6. Se acomodará el prototipo en la cuna arriba del muñeco de prueba
7. Se someterá a pruebas de temperatura donde se recabarán los datos en las tablas 16, 17 y 18 colocando los valores obtenidos
8. Se realizarán cambios del producto si es necesario con el análisis de los datos recabados en la validación y usabilidad hasta llegar al producto final

1.13. Validación

Una vez elaborado el prototipo se someterá a unas pruebas de validación para obtener los resultados y comprobar si el prototipo es correcto, para ello hay que identificar cuáles son las áreas que se necesitan cubrir, por ejemplo: que dure de 10min a 1 hora de tiempo continuo funcionando, sea seguro, no sea peligroso para el usuario, no sea ruidoso, alcance del bebé con el juguete, tóxico, tipo de unión

1.13.1. Prueba de comparación de temperaturas con un termómetro y el sensor

Para la siguiente prueba se buscó comparar las temperaturas arrojadas de varios objetos con un termómetro infrarrojo convencional y con la aplicación en un celular se verificará el promedio del sensor de temperatura instalado en el producto, con la finalidad de demostrar la calibración de dicho sensor. A continuación, se mencionarán los pasos que se siguieron para la prueba de comparación de temperaturas con un termómetro infrarrojo y el sensor:

1. Instalación del prototipo en una cuna real para las pruebas.
2. Colocar el objeto de pruebas en la cuna.
3. Medir la temperatura del objeto de pruebas con el termómetro infrarrojo.
4. Encender el prototipo y abrir la aplicación.

5. Medir la temperatura del objeto de pruebas con la aplicación tomando en cuenta los datos del promedio.
6. Si la aplicación muestra el mismo promedio continuar con el siguiente objeto, si este no es el caso ajustar el código para dar con el promedio.



Figura 29 Pruebas de validación

Tabla 16 Prueba de comparación de temperaturas

Objeto	Temperatura con termómetro	Temperatura del sensor	Temperatura del sensor calibrado
Muñeco con parche caliente	31.16°C	39.6°C	39.8°C
Agua temperatura ambiente	25.4	26.6	26
Taza de agua caliente			
Hielo para lonchera	1.5	16.0	15.05

1.13.2. Prueba de función

En las siguientes pruebas se buscó diferentes reacciones del producto ante ciertos estímulos, pero se realizaron sin pilas. La prueba se basó en hacer que el producto trabajará en cierto tiempo así cumpliendo el plazo se apagó el producto, dejando pasar 5min de reposo, marcando con una ✓ o una x si se cumplía lo

requerido o no, después se volvió a encender el producto para cumplir el siguiente plazo de tiempo, así se continuó hasta cumplir los plazos establecidos.

Tabla 17 Pruebas de función conexión directa

<i>Tiempo</i>	Prueba de encendido	Temperatura	Sobrecalentamiento de equipo	Ruido	Notificaciones
<i>10min</i>	✓	✓	X	✓	✓
<i>20min</i>	✓	✓	X	✓	✓
<i>40min</i>	✓	✓	X	✓	✓
<i>1hr</i>	✓	✓	X	✓	✓

1.13.3. Prueba medición de temperatura del sensor

En la siguiente prueba el sensor se sometió a la revisión de su margen de error, haciendo que midiera la temperatura de un muñeco de bebé para RCP con temperatura ambiente en diferentes cunas, pero alternando su postura con la finalización de detectar las posiciones correctas, mostrando las imágenes como el nombre de la posición.

Tabla 18 Prueba de temperatura

<i>Tipo de medición</i>	Temperatura según la posición del muñeco		
	Decúbito supino (Boca arriba)	Lateral	Prono (Boca arriba)
<i>Sensor</i>	✓	✓	✓
<i>Aplicación</i>	✓	✓	✓

<i>Imágenes</i>	Decúbito supino (Boca arriba)	Lateral	Prono (Boca arriba)
	✓	✓	✓

1.14. Usabilidad entrevistas a pediatras

Se elaborarán entrevistas a varios pediatras con el producto con el fin de verificar su usabilidad, para eso primero el pediatra interactuara con el producto por

10 a 15 min aproximadamente, iniciara con la instalación del producto, tanto en su acomodo en la cuna como la instalación del software, después harán varias pruebas con el muñeco de pruebas que fue usado anteriormente y al final responderán varias preguntas que se les harán, una vez respuestas las preguntas se recabara la información recolectada

Pasos de instalación

1. Colocar juguete giratorio en cuna como lo muestra en las instrucciones
2. Abrir el manual para escanear aplicación en un celular
3. Colocará el muñeco con las 3 posiciones indicadas (Decúbito supino, lateral y prono)
4. En cada posición el pediatra o tutor interactuará con la aplicación mientras se le indica sus funciones
5. Después de interactuar con la aplicación responderá unas preguntas de calificación

1.14.1. Entrevista/encuesta

Una vez que instale el producto e interactúe con él se hará una encuesta donde evaluará del 1 al 5 según su criterio el producto

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno

- ¿Qué tan fácil fue instalar el juguete giratorio?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Qué tan complicado fue instalar?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Qué tan seguro se sintió utilizando el producto?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿El producto le genera seguridad?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Considera la forma del producto amigable?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Considera el tamaño del producto adecuado para su cuna?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Considera que el producto se puede usar en otros lugares además de la cuna?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Cree que es fácil y segura de manejar?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿Considera el producto sea seguro para un bebé?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno
- ¿El producto le genera tranquilidad?

1	2	3	4	5
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Muy bueno

1.14.2. Resultados de encuestas

Con respecto a las encuestas realizadas a los usuarios después de interactuar con el producto se recabó la información con la finalidad de generar mejoras en el producto a continuación se dará una explicación de los puntos significativos resultantes importantes para los usuarios.

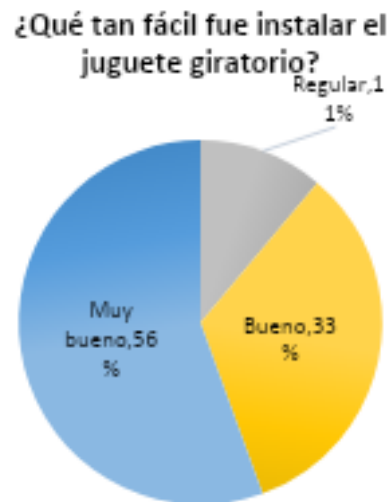


Figura 30 Pregunta 1 de encuesta

En la pregunta 1 se muestra la facilidad que tuvieron los usuarios al instalar el juguete giratorio con el 56% les fue muy fácil, el 33% le fue fácil y el 11% les fue regular.

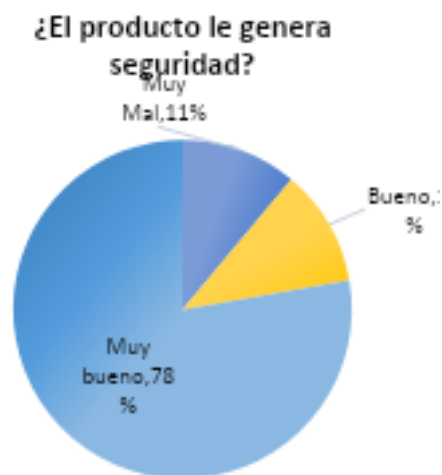


Figura 31 Respuesta de pregunta 4

Aquí se puede observar que el 78% de las personas se sienten muy seguras con el producto mientras que el 11% se sienten seguras y el otro 11% se sienten regularmente seguras con el producto.

¿Considera la forma del producto amigable?

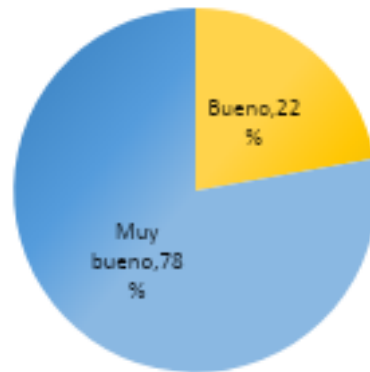


Figura 32 Respuesta de pregunta 5

Para el 78% de los usuarios consideran muy amigable el producto mientras que el 22% lo consideran bueno.

¿Considera el tamaño del producto adecuado para su cuna?

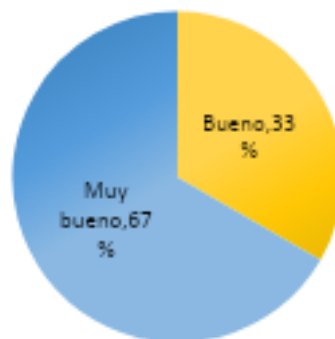


Figura 33 Respuesta de pregunta 6

Una de las consideraciones que podemos ver en el producto es el tamaño ya que en la pregunta el 67% de los usuarios optaron que era muy bueno, pero también el 33% de las personas mencionaron que era bueno.

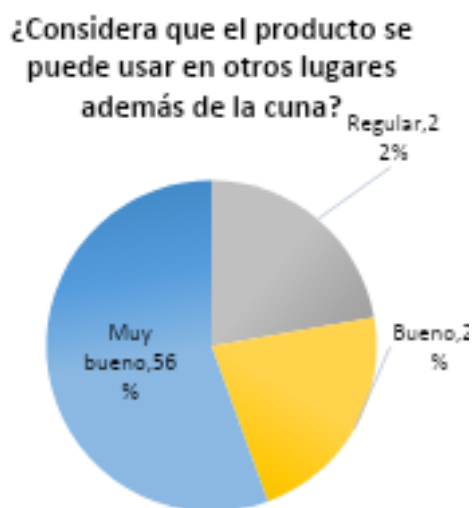


Figura 34 Respuesta de pregunta 7

Con la pregunta de la Figura 34 podemos ver que el producto si se podría usar en diferentes áreas además de la cuna.



Figura 35 Respuesta de pregunta 9

Mientras que el 29% consideran que el producto es seguro para el bebé podemos observar que el 71% de las personas consideran que el bebé si es seguro con este producto.

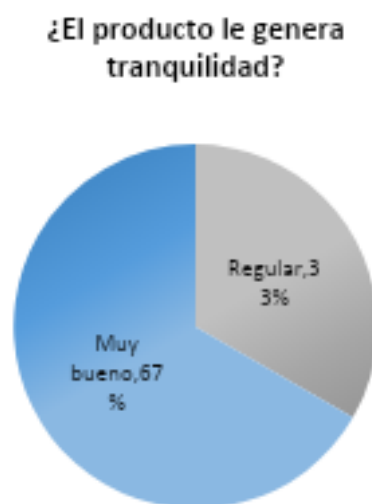


Figura 36 Respuesta de pregunta 10

El 67% de las personas les genera tranquilidad usando el producto, por otro lado, el 33% se sienten medianamente tranquilos usando el producto.

1.14.3. Sugerencias de usuarios

Al final de la encuesta hubo una sección donde se les preguntó a los usuarios sugerencias con respecto al diseño del producto (tanto de la estructura como la aplicación) para tomarlas en cuenta y realizar mejoras pertinentes.

- “Poner en un apartado en la aplicación para la indicación los rangos de temperaturas y las instrucciones para el cuidado del bebé para tenerlo al alcance”.
- “Fácil de transportar”
- “Que sea liviano por seguridad”
- “Incorporar una proyección de luces que cambiaría de color con la aplicación”

1.15. Propuesta final

Para la elaboración de la propuesta final se analizaron los datos obtenidos en validación, usabilidad, requerimientos, benchmarking, NOM, al igual tomando las sugerencias utilizando el prototipo y sus modificaciones.

El diseño que se había propuesto para el prototipo figura 20 se observó que era inconveniente para la transportación y acomodo de el en una cuna por ese motivo se optó por cambiar la forma y la instalación de este como se muestra en la figura 21, una vez se cambió la forma se hicieron algunas encuestas para verificar su usabilidad con los usuarios.

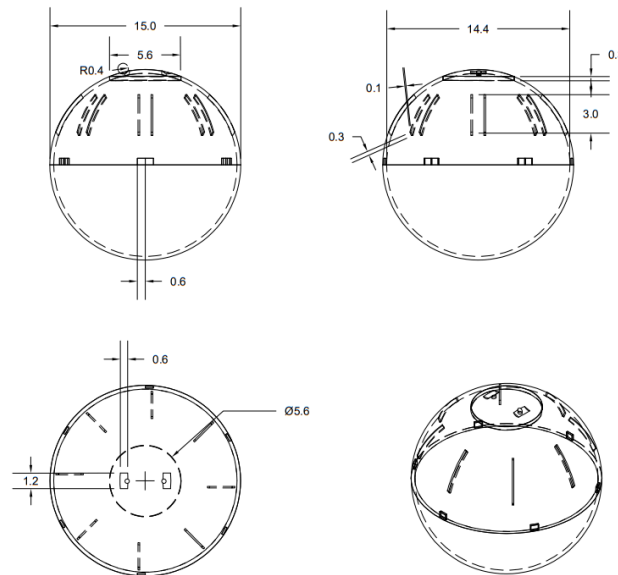


Figura 21 SEQ Figura 22*
ARABIC 37 Propuesta final

Como se puede mostrar en la figura anterior la forma es de una esfera de plástico esmerilado con orificios alrededor para ventilación del sensor.

1.16. Conclusiones

Durante el marco teórico se identificó que los factores importantes para la prevención del síndrome de muerte de cuna son la posición del bebé debe ser boca

arriba así reduciendo la obstrucción de las vías respiratorias, la temperatura debe de ser menos de 38°C y no tener objetos sueltos y pequeños alrededor del bebé mientras durmiendo en su cuna ya que este puede meterlos en su boca o enredarse con ellos.

Mientras se realizaba el estudio de campo, los bocetos y selección de diseño se optó por eliminar elementos adicionales, pero a la igual manera sin ser invasivos como cobijas, pulseras, calcetines, etc, ya que se buscaba ser seguros y no dañar al bebé por medio de los sensores y no estuviera al alcance de él.

En base de los datos obtenidos de la validación se cumplieron con un sistema que alerta al tutor cuando el neonato (objeto de prueba) se encuentra en una posición medicamente inadecuada y también cuando la temperatura corporal supera los 37.5°C, mediante un sensor que se encuentra fuera de su alcance, aún existen correcciones que hacer en la aplicación, así como también en la estructura, esto dependerá de los resultados al finalizar las pruebas de usabilidad.

En conjunción con usuarios o entrevistados se llegó a la conclusión que el producto puede funcionar para niños con un rango de edad más amplia y con diferentes enfermedades que impliquen cambios de temperaturas.

Por este motivo es importante seguir con la investigación y la realización de adecuaciones para facilitar la usabilidad del monitoreo tanto en la aplicación como en el juguete giratorio al mismo tiempo reducir el porcentaje de error con respecto a la información dada a los sensores.

1.17. Recomendaciones

Por cuestión de tiempo y de limitaciones en un futuro se agregará pilas recargables para reducir el consumo de baterías y mayor movilidad, el mismo tiempo se incorporará la función de una cámara y cámara nocturna para mejor vigilancia al bebé.

4 Bibliografía

- Alemany, S., & Busó, P. (2015). *Guía de diseño ergonómico de productos para la infancia*.
- Anna Martín. (2017, March 13). *Esta cuna “inteligente” con wifi y sensores intenta dormir al bebé automáticamente, pero ha de estar inmovilizado*.
<https://www.xataka.com/internet-of-things/esta-cuna-inteligente-con-wifi-y-sensores-intenta-dormir-al-bebe-automaticamente-pero-ha-de-estar-inmovilizado>
- Avila Chaurand, R., Prado León, L. R., & González Muñoz, E. L. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana* (Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones en Ergonomía., Ed.; Segunda). Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, División de Tecnología y Procesos, Departamento de Producción y Desarrollo, Centro de Investigaciones en Ergonomía.
- Bausà Aragonés Carlos García Gómez Benito Zaragozaí Zaragozaí Alex Gil Martínez Daniel Moreno Campos Antonio Galiana Llinares, J. (2003). *SENSORES DE TEMPERATURA*.
- Belmonte, E., Monzó, A., & Morentin, B. (2022). Evolución epidemiológica y causas de muerte súbita en lactantes: estudio poblacional desde 1991 a 2020 en Bizkaia. *Revista Española de Medicina Legal*. <https://doi.org/10.1016/J.REML.2022.06.002>
- Camarasa F., Arimany J., Camarasa F., Cardesa J., Delgado A., Fiol M., Gómez C., Gómez I., Izquierdo I., Labayru M., Leal de la Rosa J., López J., López M., Machuca M, Martinón F., Olivera J., Pérez E., Rocca M., Suárez M., & Villegas P. (2003). *Síndrome de la muerte súbita del lactante (SMSL)*. [Ergón].
- INEGI. (2020). *Características de los nacimientos registrados en México durante 2020*.
<https://www.inegi.org.mx/programas/natalidad/> y
- Developers. (2023). *Android Studio*.
<https://developer.android.com/studio/features?hl=es-419#:~:text=Android%20Studio%20es%20el%20IDE,para%20todos%20los%20dispositivos%20Android>.
- Diana Molina, M. A. (2017). *Antropometría en recién nacidos en la Clínica Humanitaria*,. Universidad del Azuay.
- FDA. (2022, February 23). *Class I and Class II Device Exemptions*.
<https://www.fda.gov/medical-devices/classify-your-medical-device/class-i-and-class-ii-device-exemptions>

- Hernández Soberón, J. A., González Medrano, M. Z., & Zambrano Rangel, R. (2020). Sistema de monitoreo electrónico de asfixia neonatal. *RICS Revista Iberoamericana de Las Ciencias de La Salud*, 9(18), 27–46. <https://doi.org/10.23913/rics.v9i18.89>
- Horne, R. S. C. (2019). Sudden infant death syndrome: current perspectives. *Internal Medicine Journal*, 49(4), 433–438. <https://doi.org/10.1111/imj.14248>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2023). *Programa de salud del niño de 1 a 11 meses*. https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guias_salud/ninios/guianinos_1a11meses.pdf
- Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano. (2021, December 28). Síndrome de muerte infantil súbita Otros nombres: Muerte en la cuna, Síndrome de muerte súbita del lactante. *Medlineplus*. <https://medlineplus.gov/spanish/suddeninfantdeathsyndrome.html>
- Joanne Murren-Boezem, M. (2018, September). *Fiebre*. KidsHealth. <https://kidshealth.org/es/parents/fever.html#:~:text=Solo%20hay%20una%20importante%20excepci%C3%B3n,grave%20en%20beb%C3%A9s%20tan%20peque%C3%B1os>.
- Kate M. Cronan, M. (2018). *Elección de juguetes seguros para niños pequeños que ya caminan y niños de edad preescolar*. KidsHealth. <https://kidshealth.org/es/parents/safetoys-young.html>
- Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez. (2022). *A PROY-NOM-253-SE-2021 (JUGUETES-REQUISITOS DE SEGURIDAD MECÁNICA, FÍSICA, ELÉCTRICA E INFLAMABILIDAD)*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5659094&fecha=25/07/2022#gsc.tab=0
- Lola Rovati. (2016). *Muerte súbita: los pediatras no recomiendan el uso de ropa “inteligente” que registra los signos vitales*. Bebés y Más. <https://www.bebesymas.com/salud-infantil/muerte-subita-los-pediatras-no-recomiendan-el-uso-de-ropa-inteligente-que-registra-los-signos-vitales>
- Loreto Tarraga Marcos, M., Mario Romero de Ávila Montoya, J., Tarraga Marcos, A., & Tarraga López, P. J. (2022). Síndrome de muerte súbita del lactante. *JONNPR*. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.4603>
- Massimo Banzi, & Shiloh, M. (n.d.). *La plataforma para prototipos electrónicos de código abierto* (4th ed.).
- Mattel. (n.d.). Manual de CDN41pr-0824. In *Fisher-Price*.
- Moisés González Hernández. (2023). *Diseño de un molde para inyección de una pieza plástica*.
- Munkel Ramírez, L., Durón González, R., & Morera, P. B. (2018). *Síndrome de muerte súbita del lactante Sudden Infant Death Syndrome (SIDS)*. 35(1).
- NIH. (2022, March). *Sensores*. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/sensores#:~:text=Los%20sensores%20s>

on%20herramientas%20que,cantidades%20y%20caracter%C3%ADsticas%20que%20detec
tan.

- Noël, J. A., Kahwaji, S., Desgrosseilliers, L., Groulx, D., & White, M. A. (2022). Phase change materials. In *Storing Energy* (pp. 503–535). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824510-1.00005-2>
- Patel, A. B., Simmons, E. M., Rao, S. R., Moore, J., Nolen, T. L., Goldenberg, R. L., Goudar, S. S., Somannavar, M. S., Esamai, F., Nyongesa, P., Garces, A. L., Chomba, E., Mwenechanya, M., Saleem, S., Naqvi, F., Bauserman, M., Bucher, S., Krebs, N. F., Derman, R. J., ... Hibberd, P. L. (2020). Evaluating the effect of care around labor and delivery practices on early neonatal mortality in the Global Network's Maternal and Newborn Health Registry. *Reproductive Health*, 17(S2), 156. <https://doi.org/10.1186/s12978-020-01010-w>
- Penagos, S. P., Salazar, L. D., & Vera, F. E. (2005). *Control de signos vitales. Guía para manejo de Urgencias*.
- Prian Gaudiano, A., & Michel Macías, C. (2022). Frecuencia de prácticas seguras de sueño en México para la prevención del síndrome de muerte súbita del lactante. *Asociación Médica Del Centro Médico ABC*, 67(4), 266–270. <https://doi.org/10.35366/108778>
- Qiu, Q., Chen, S., Li, Y., Yang, Y., Zhang, H., Quan, Z., Qin, X., Wang, R., & Yu, J. (2020). Functional nanofibers embedded into textiles for durable antibacterial properties. *Chemical Engineering Journal*, 384, 123241. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.123241>
- Robert M. Kliegman, Joseph W. St. Geme III, Nathan Blum, Samir S. Shah, & Robert C. Tasker. (2022). Tratado de pediatría. *Elsevier Health Sciences*, 21(4336).
- Ruiz Botia, I., Cassanello Peñarroya, P., Díez Izquierdo, A., Martínez Sánchez, J. M., & Balaguer Santamaria, A. (2020). Síndrome de muerte súbita del lactante: ¿siguen las familias las recomendaciones? *Anales de Pediatría*, 92(4), 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.06.011>
- Sandra Arteaga. (2020). Esta cuna inteligente mece a tu bebé justo antes de que se despierte para que siga durmiendo. *Computer*.
- Sergei Sobolevsky, M. D., & Grigoriy Gutu M.D. Ph.D. (2020). *MonBaby*. <https://www.monbaby.com.mx/mi-monitor/#1543684775674-e8a23d92-0dbc>
- Sifuentes, E., Cota-Ruiz, J., & González-Landaeta, R. (2016). Respiratory rate detection by a time-based measurement system. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica*, 37(2), 91–99. <https://doi.org/10.17488/RMIB.37.2.3>
- The Lullaby Trust. (2019). *Evidence Base*.

- Universidad Anáhuac México. (2022, September 12). 5 *PRENDAS INTELIGENTES PARA LLENAR TU ARMARIO DE TECNOLOGÍA*.
<https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/5-prendas-inteligentes-para-llenar-tu-armario-de-tecnologia>
- Universidad Autónoma Metropolitana. (2024, February 29). *Acrílico*.
<https://materialoteca.azc.uam.mx/index.php/catalogo-de-materiales/item/44-termoplasticos/4434-acrilico-98>
- Wang, A., Nguyen, D., Sridhar, A. R., & Gollakota, S. (2021). Using smart speakers to contactlessly monitor heart rhythms. *Communications Biology*, 4(1).
<https://doi.org/10.1038/s42003-021-01824-9>
- WORKMAN, K. G., HODGES, T. G., COLVIN, J. B., FELT, W. M., MONROE, J. J., & BOMSTA, Z. D. (2021). *Monitor inalámbrico para salud infantil*.
- Wu, M.-H. (2010). Sudden Death in Pediatric Populations. *Korean Circulation Journal*, 40(6), 253.
<https://doi.org/10.4070/kcj.2010.40.6.253>

1.17.1. Índice de Tablas

Tabla 1 Nivel internacional de la mortalidad infantil y la incidencia de la muerte súbita del lactante (SMSL) en 2005 (Wu, 2010)	8
Tabla 2 UK SIDS cases between 2006 and 2016, birth to one year (The Lullaby Trust, 2019).	9
Tabla 3 Percentil en neonatos pretérmino y término (Diana Molina, 2017)	13
Tabla 4 IMC niños recién nacidos y 11 meses (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023).	13
Tabla 5 Percentil de mujeres Latinoamericanas	16
Tabla 6 Percentiles de hombres Latinoamericanos	16
Tabla 7 Dimensiones de cunas	16
Tabla 8 Dimensiones de colchones	17
Tabla 9 Clasificaciones FDA (FDA, 2022)	27
Tabla 10 Tipos de alimentación (Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez., 2022)	28
Tabla 11 Factor de Impacto de Revistas Académicas	31
Tabla 12 Benchmarking de existentes	32
Tabla 13 Requerimientos de diseño	34
Tabla 14 análisis de diseño	40
Tabla 15 Materiales	43
Tabla 16 Prueba de comparación de temperaturas	49
Tabla 17 Pruebas de función conexión directa	50
Tabla 18 Prueba de temperatura	50

1.17.2. Índice de Figuras

Figura 1 Muerte súbita inesperada del lactante (Camarasa F. et al., 2003)	11
Figura 2 Posiciones de bebés mientras duermen	
https://www.conocersalud.com/sindrome-muerte-subita-lactante/	12
Figura 3 Ergonomía en bebé	13
Figura 4 Nacimientos registrados según su tutor (INEGI, 2020).	14
Figura 5 Rango de edad de la madre(INEGI, 2020).	14

Figura 6	Rango de edad del padre (INEGI, 2020) .	15
Figura 7	Indicación de percentiles (Avila Chaurand et al., 2007)	15
Figura	8 Moldeo por inyección	
	https://www.seguas.com/refrigeracion-proceso-inyeccion-plastico/	19
Figura 9	Clasificación de sensores de temperatura (Bausà Aragonés Carlos García Gómez Benito Zaragozaí Zaragozaí Alex Gil Martínez Daniel Moreno Campos Antonio Galiana Llinares, 2003).	21
Figura 10	Sensor de Temperatura infrarrojo GY-906 MLX90614	
	https://uelectronics.com/producto/sensor-de-temperatura-infrarrojo-gy-906-mlx90614/	21
Figura 11	Sensor de temperatura infrarrojo AMG8833	
	https://uelectronics.com/producto/camara-termica-amg8833-ir-8x8-raspberry/	22
Figura 12	Sensor de pulso XD-58C	
	https://www.openimpulse.com/blog/products-page/product-category/xd-58c-pulse-sensor/	23
Figura 13	Sensor PIR Infrarrojo	
	https://www.shoptronica.com/sensores-presencia/5738-mini-sensor-pir-sr602-ir-0689593933676.html	23
Figura 14	bluetooth hc-05	24
Figura 15	Imagen de Arduino (primero saber qué tipo de Arduino se usará)	24
Figura 16	Proceso metodológico	29
Figura 17	primera fase: boceto	37
Figura 18	Segunda fase: desarrollo de idea	38
Figura 19	Tercera fase: Render	38
Figura 20	Render	39
Figura 21	Propuesta seleccionada de Juguete giratorio	41
Figura 22	Diseño a detalle del juguete giratorio	42
Figura 23	Diagrama de flujo para la realización del prototipo	44
Figura 24	Simulación de sensores de movimiento www.tinkercad.com	44
Figura 25	Código en Arduino IDE	45

Figura 26 Pruebas de sensor	45
Figura 27 conexión sensor AMG8833 a Arduino Uno	46
Figura 28 Pasos e instrucciones de aplicación	47
Figura 29 Pruebas de validación	49
Figura 30 Pregunta 1 de encuesta	53
Figura 31 Respuesta de pregunta 4	53
Figura 32 Respuesta de pregunta 5	54
Figura 33 Respuesta de pregunta 6	54
Figura 34 Respuesta de pregunta 7	55
Figura 35 Respuesta de pregunta 9	55
Figura 36 Respuesta de pregunta 10	56
Figura 37 Propuesta final	57
Figura 38	67
Figura 39 Resolución de Bioética	69
Figura 40	70
Figura 41 Vistas de modelo industrial	71
Figura 42 Vistas de modelo industrial	72
Figura 43 Vistas de modelo industrial	73

5 Anexos

FDA clasificación

En este anexo se puede observar la evidencia de la búsqueda de clasificación en la página oficial de la FDA

K

FDA U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION

[FDA Home](#)³ [Medical Devices](#)⁴ [Databases](#)⁵

Product Classification
[New Search](#) [Back to Search Results](#)

Device	Baby Care Kit
Regulation Description	Neonatal phototherapy unit.
Definition	This product code has been established in accordance with the May 20, 1997, guidance entitled, convenience kits interim regulatory guidance, found at http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm080217.pdf . This type of convenience kit, as listed in the guidance above, is under enforcement discretion, and does not require a premarket notification (510(k)) to market if it meets all criteria in the guidance.
Physical State	This product code has been established in accordance with the May 20, 1997, guidance entitled, convenience kits interim regulatory guidance, found at http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm080217.pdf . This type of convenience kit, as listed in the guidance above, is under enforcement discretion, and does not require a premarket notification (510(k)) to market if it meets all criteria in the guidance.
Technical Method	This product code has been established in accordance with the May 20, 1997, guidance entitled, convenience kits interim regulatory guidance, found at http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm080217.pdf . This type of convenience kit, as listed in the guidance above, is under enforcement discretion, and does not require a premarket notification (510(k)) to market if it meets all criteria in the guidance.
Target Area	This product code has been established in accordance with the May 20, 1997, guidance entitled, convenience kits interim regulatory guidance, found at http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm080217.pdf . This type of convenience kit, as listed in the guidance above, is under enforcement discretion, and does not require a premarket notification (510(k)) to market if it meets all criteria in the guidance.
Regulation Medical Specialty	General Hospital
Review Panel	General Hospital
Product Code	PWN
Premarket Review	Office of Gastrorenal, ObGyn, General Hospital, and Urology Devices ⁶ (OHT3) Drug Delivery and General Hospital Devices, and Human Factors (DHT3C)
Submission Type	Enforcement Discretion
Regulation Number	880.5700 ⁷
Device Class	2
Total Product Life Cycle (TPLC)	TPLC Product Code Report ⁸
GMP Exempt?	No
Summary Malfunction Reporting	Eligible
Implanted Device?	No
Life-Sustain/Support Device?	No
Third Party Review	Not Third Party Eligible

Links on this page:

- [1. http://www.addthis.com/bookmark.php?u508=true&v=152&username=fdomain](http://www.addthis.com/bookmark.php?u508=true&v=152&username=fdomain)
- [2. http://www.addthis.com/bookmark.php](http://www.addthis.com/bookmark.php)
- [3. https://www.fda.gov/](https://www.fda.gov/)
- [4. https://www.fda.gov/Medical-Devices](https://www.fda.gov/Medical-Devices)
- [5. https://www.fda.gov/medical-devices/device-advice-comprehensive-regulatory-assistance/medical-device-databases](https://www.fda.gov/medical-devices/device-advice-comprehensive-regulatory-assistance/medical-device-databases)
- [6. https://www.fda.gov/about-fda/cdrh-offices/cdrh-management-directory-organization#OHT3](https://www.fda.gov/about-fda/cdrh-offices/cdrh-management-directory-organization#OHT3)
- [7. https://www.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcr/cfrsearch.cfm?fr=880.5700](https://www.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcr/cfrsearch.cfm?fr=880.5700)
- [8. https://www.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfTPLC/tplc.cfm?id=2905](https://www.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfTPLC/tplc.cfm?id=2905)

Page Last Updated: 02/19/2024

Entrevista

A continuación se adjunta el link para el acceso a la entrevista donde se realizara a personas calificadas y la figura 19 con las instrucciones iniciales, así como las primeras preguntas de la entrevista como ejemplo

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?prevorigin=shell&origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=IWO64WR6kkuq86fAIMPRj8nXk8W0rPJmF-guDIaR-5UQVBKWTdMSTRQN0pONIAzTzdPSVdCVTJUNC4u&analysis=false>

Figura 38

Entrevista página web Forms.office.com

La presente investigación es parte del estudio de Diseño de sensores de monitoreo para neonatos con un sistema de alerta durante la siesta realizado en la carrera de Maestría de Diseño y Desarrollo del Producto en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Dicho estudio tiene el objetivo de ayudar a prevenir la muerte de cuna por medio de sensores que monitorean el bebé mientras duerme. Responsable de la investigación: Aylín Rodríguez Acosta estudiante de la carrera de Maestría de Diseño y Desarrollo de IADA-UACJ

Procedimiento: Si usted acepta participar en el estudio, ocurrirá lo siguiente: Se le hará una entrevista o encuesta estructuradas acerca del tema descrito.

Beneficios: Usted no recibirá un beneficio directo por su participación en el estudio, sin embargo, usted estará colaborando para la elaboración de una herramienta que ayudará con dicha investigación

Confidencialidad: Es importante señalar, que los datos que se otorgarán pueden ser confidenciales si usted lo pidiera.

Participación voluntaria/retiro: La participación del estudio es absolutamente voluntaria. Es libre de no realizar la participación o puede retirar su participación de este en cualquier momento.

Número para contactar: Si usted tiene alguna pregunta, comentario o duda con respecto al proyecto, favor de comunicarse con el/la investigador(a) responsable del proyecto: Aylín Rodríguez Acosta al siguiente número del teléfono (656) 131-65-89 correo electrónico aylinra4@gmail.com.

Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Consentimiento para su participación en el estudio, oprimiendo el botón acepto participar indica su aceptación para participar voluntariamente en el presente estudio.
, con mis datos de asesor, correo nombre etc.

☐ Acepto participar

☐ No acepto participar

¿Qué tan importante es el monitoreo en neonatos?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3

Cual es el ritmo cardiaco normal para un bebé

4

Cual es el ritmo cardiaco alto para un bebé

5

Cual es el ritmo cardiaco bajo para un bebé

Nota: Vista previa de una sección de la entrevista a doctores

Entrevista página web Forms.office.com

Resolución CEI-2024-1-1255

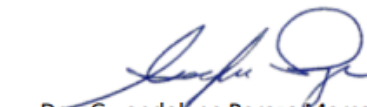
Ciudad Juárez, Chihuahua, a 16 de mayo de 2024

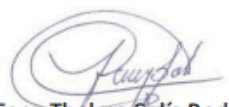
Aylin Rodríguez Acosta
Dr. Christian Chapa González
Presente.

El Comité de Ética en la Investigación (CEI), después de recibir el protocolo de investigación CEI-2024-1-241, denominado “Diseño de un sistema de monitoreo con un sistema de alerta para neonatos mientras duerme”, resolvió:

Dictamen favorable

Atentamente
“Por una vida científica
Por una ciencia vital”


Dra. Gwendolyne Peraza Mercado
Presidente del Comité de Ética en la
Investigación


Dra. Fany Thelma Solís Rodríguez
Secretaria del Comité de Ética
en la Investigación

c.c.p. Archivo.

Figura 39 Resolución de Bioética

Diseño Industrial

El siguiente punto se trata del registro de una patente como Diseño Industrial de este tema, el cual todavía se sigue revisando el documento, ya que se tiene pensado en registrarlo como una patente, pero por ser dos diseños se investigará si se puede realizar juntos, puesto que este diseño un producto es el complemento del otro. A continuación, se mostrará un ejemplo de la patente revisada hasta el momento:

Figura 40

1

DISEÑO INDUSTRIAL DE COBIJA Y JUGUETE DE CUNA CON SENSORES DE MONITOREO PARA NEONATOS

El objetivo principal de esta invención es referente a un Modelo industrial de una cobija y un juguete de cuna con diferentes sensores de monitoreo con diferencias a lo ya
5 conocido. Las características de este modelo es la unión de la cobija y juguete de cuna en la cual se complementan para un mayor alcance en los sensores sin que sea invasivo para el neonato, a continuación, se muestran los dibujos que acompañan dicho documento en donde:

La Figura 1 es la vista isométrica del Modelo industrial de cobija y juguete de
10 cuna con sensores de movimiento

La Figura 2 es la vista frontal del Modelo industrial de cobija y juguete de cuna con sensores de movimiento

La Figura 3 es la vista superior del Modelo industrial de cobija y juguete de cuna con sensores de movimiento

15 La Figura 4 es la vista lateral del Modelo industrial de cobija y juguete de cuna con sensores de movimiento

La Figura 5 es la vista inferior del Modelo industrial de cobija y juguete de cuna con sensores de movimiento

La Figura 6 es el render del Modelo industrial de cobija y juguete de cuna con sensores de movimiento

Nota: Vista previa de documento para registrar a Diseño Industrial

Figura 1

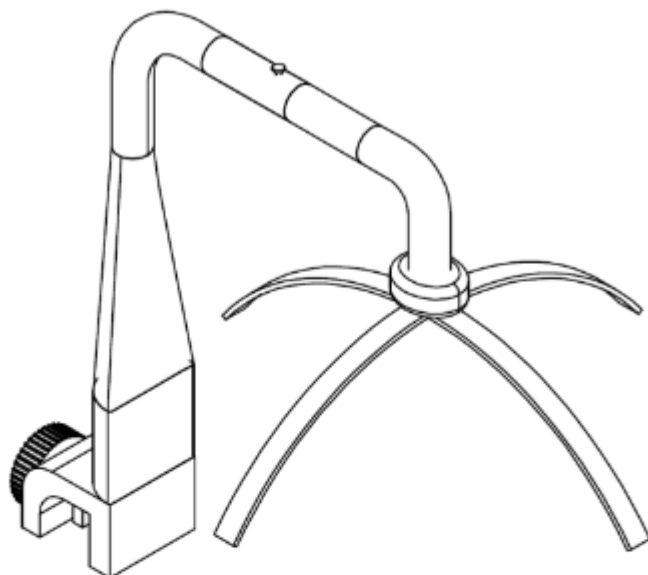


Figura 2

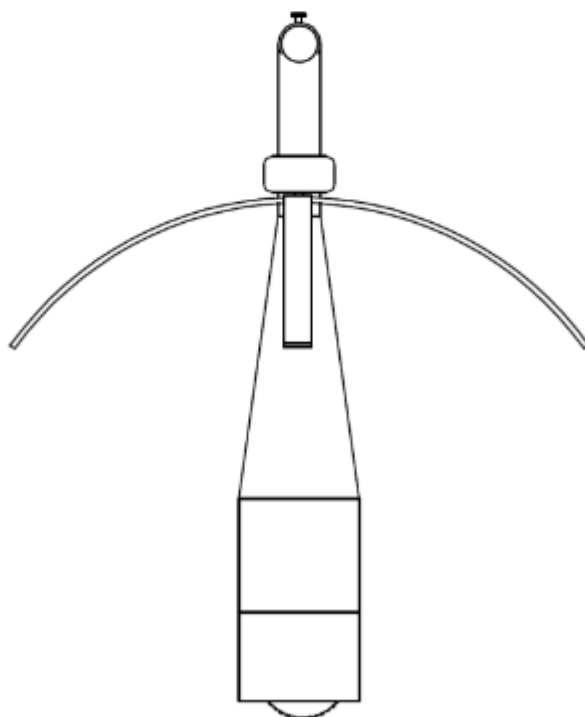


Figura 41 Vistas de modelo industrial

Figura 3

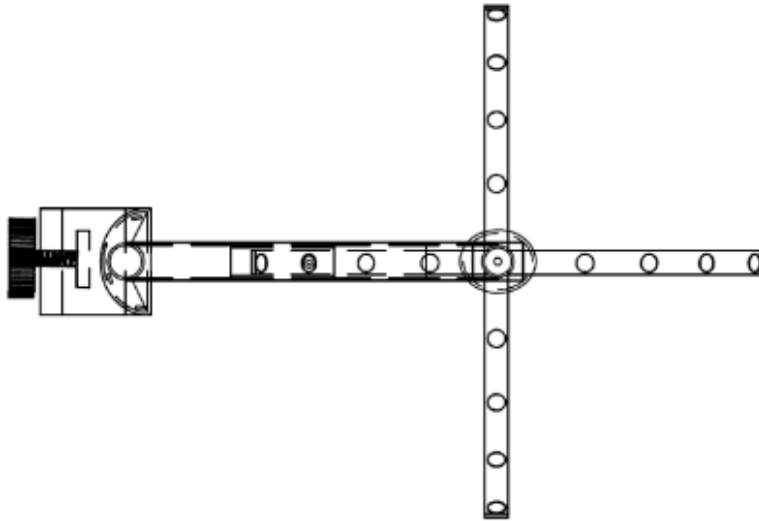


Figura 4

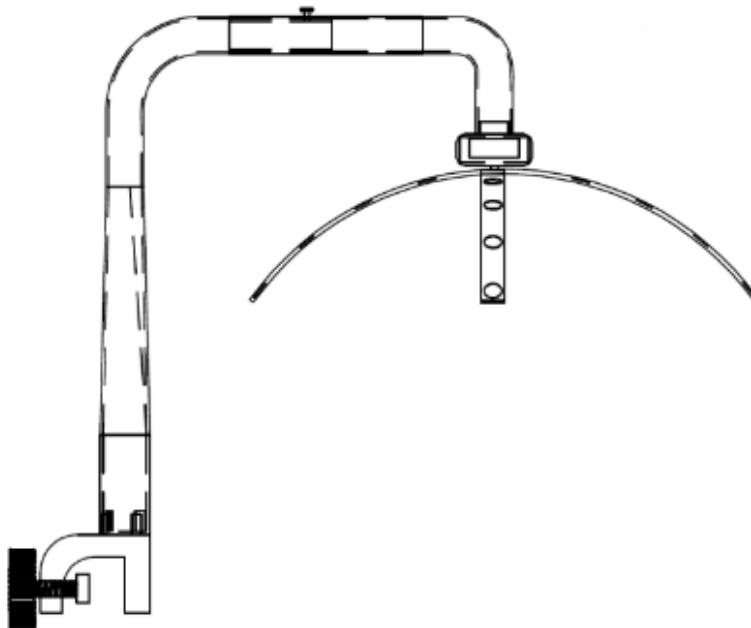


Figura 42 Vistas de modelo industrial

Figura 5

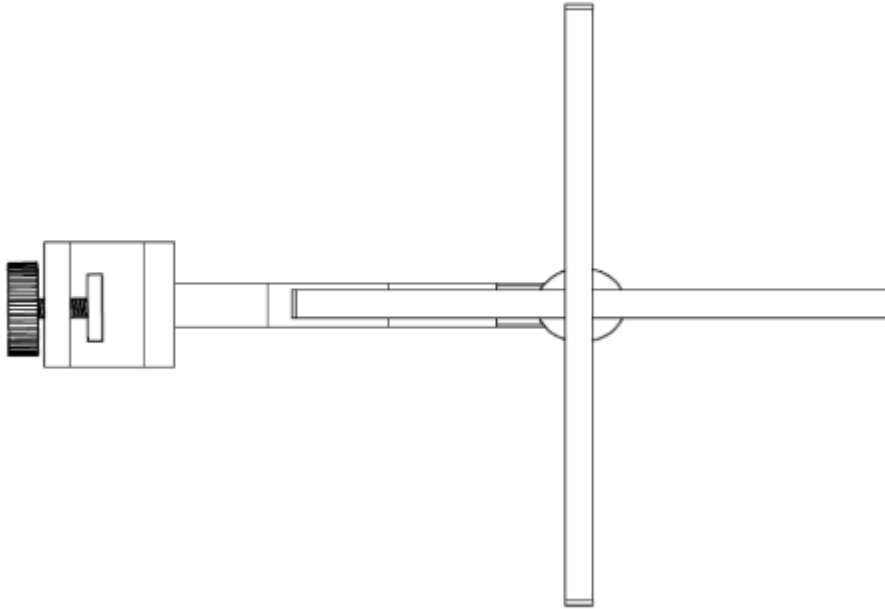


Figura 43 Vistas de modelo industrial