



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Babestu

**Dispositivo médico no invasivo de aislación
acústica por medio de cancelación pasiva de
ruido, para neonatos en entorno UCIN**

Tesis presentada a la escuela de Diseño de la Pontificia
Universidad Católica de Chile

Alumna: Trinidad Cabezón Cruz

Profesor guía: Alejandro Durán

Julio 2023, Santiago de Chile

Julio 2023, Santiago de Chile

PROYECTO:

Babestu : Dispositivo médico no invasivo de aislación acústica por medio de cancelación pasiva de ruido. Para neonatos en entorno UCIN.

Tesis presentada a la escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile

Alumna: Trinidad Cabezón Cruz

Profesor guía: Alejandro Durán

████████████████████

Dedico este proyecto a mi familia y amigos.
Mención especial a Raimundo y su familia por
todo el apoyo durante el proceso.

A mi profesor y a todos mis compañeros de
generación que me ayudaron a seguir con este
proyecto.

ÍNDICE

01 INTRODUCCIÓN: Estímulos negativos UCIN

Prematuros.....	
Causas parto prematuro.....	
Patologías más comunes.....	
Cifras mundiales	
Cifras en Chile.....	
UCIN.....	
Estímulos negativos UCIN.....	
El ruido	
Patologías generadas por altos niveles de ruido	

02 MARCO TEÓRICO:

Introducciones generales a nivel físico de ondas.....	
Aislamiento de ruido	
Como escuchan los prematuros	
Qué escuchan en el vientre materno.....	
Fuentes de ruido en la UCIN.....	
Importancia de un entorno seguro	
para un bebe	
Elementos en contacto con el bebé.....	

03 PROBLEMÁTICA:

Incubadoras como cajas de resonancia	
Medidas adoptadas para disminuir el ruido	
Conclusiones investigación	

04 ESTADO DEL ARTE

Babybloom incubator	
Dispositivo de alta gama para aislación de ruido en la UCIN	
Neonook	
Embrace	
Referentes	

05 PRIMERAS APROXIMACIONES PROYECTUALES

Primeras aproximaciones proyectuales	
--	--

06 FORMULACIÓN Y OBJETIVOS

Oportunidad	
Formulación de la propuesta	
Objetivos	
Interacciones críticas	
Usuarios	
Consideraciones técnicas	
Contexto de implementación	
Requisitos mínimos	

07 EXPERIMENTACIÓN DE MATERIALES

Metodología	
Recopilación de datos	
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Prueba 4	
Prueba 5	
Prueba 6	

08 EXPERIMENTACIÓN DE FORMA

Primera propuesta	
Segunda propuesta	
Tercera propuesta	
Cuarta propuesta	
Quinta propuesta	

09 BABESTU

Babestu	
Materiales	
Patrones y tallaje	
Primer prototipo	
Segundo prototipo	
Tercer prototipo	
Cuarto prototipo	

10 PROYECCIONES Y CONCLUSIONES

Proyecciones	
Conclusiones	
Referencias	

“El ruido innecesario es la ausencia más cruel de atención que se puede ejercer tanto a los sanos como a los enfermos”

(Nightingale F, 1859)

INTRODUCCIÓN

Enriquecimiento ambiental entorno UCIN para recién nacidos prematuros

En el siguiente documento se recoge el proceso de creación de Babestu, Dispositivo médico no invasivo de aislación acústica

Más de un 7,2% del total de los partos en Chile son prematuros, estos bebés nacen antes de que termine su desarrollo, por lo que necesitan un ambiente seguro y protegido para seguir creciendo fuera del útero de la madre. La mayoría de los bebés prematuros nacidos en Chile son trasladados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), en donde son atendidos constantemente por profesionales de la salud. La UCIN cuenta con diversos elementos que ayudan al bebé a tener un óptimo desarrollo, siendo la incubadora el más utilizado.

Este sistema filtra el aire exterior, protege a los bebés prematuros de infecciones y regula la temperatura y la humedad para proporcionar un ambiente adecuado para las necesidades fisiológicas de los bebés prematuros.

Aun así, existen externalidades negativas que emergen desde el uso de estos dispositivos, sumado a los equipos y personal que están al cuidado de los recién nacidos, algunas de estas complicaciones están asociadas a los altos niveles lumínicos y sonoros presentes en la UCIN.

Para un bebé de prematuro, estos estímulos en un nivel constante pueden llegar a ser muy perjudiciales para la salud, llegando a generar problemas tanto físicos como cognitivos a largo plazo. Para un bebé prematuro los niveles de ruido no deberían superar los 45 dB, de día y los 35 dB de noche

Actualmente, se han implementado diversos códigos de conducta dentro del entorno de la UCIN para limitar estos estímulos negativos, pero aún no es suficiente para llegar a los niveles adecuados de ruido para el desarrollo de un bebé prematuro.

La presente propuesta aborda el diseño de un dispositivo médico no invasivo para recién nacidos prematuros en la UCIN, el cual está destinado a la reducción de los factores ambientales sonoros que perjudican el desarrollo seguro del recién nacido prematuro.

ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL ENTORNO UCIN

Introducción al entorno de la unidad de cuidados intensivos neonatales y recién nacidos prematuros.

BEBÉ PREMATURO

Cuando un bebé nace antes de las 37 semanas gestacionales se entiende como bebé prematuro y puede enfrentar diversas dificultades tanto a corto como a largo plazo. Situación que en la mayoría de los casos necesita de asistencia médica para seguir creciendo. (Hübner G & Ramírez F, 2002).

Dependiendo de la cantidad de semanas de gestación, los bebés prematuros se clasifican en 3 categorías:

RN PREMATURO TARDÍO: Corresponde a un bebé nacido entre las 34 y 36 + 6 semanas con un peso mayor a 1500 gr.;

RN PREMATUROS MODERADOS: Aquellos nacidos entre las 32 y 33 + 6 semanas y con un peso mayor a 1500 gr.

RN PREMATUROS EXTREMOS: Corresponde a los nacidos antes de las 32 semanas o con peso menor a 1500 gr.

Debido a la inmadurez física, la mayoría de los bebés prematuros son hospitalizados y reciben atención médica a largo plazo en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN). (Toro N, C. M. 2020)



Imagen 1 : Bebé prematuro, por Jill Lehmann Photography

DESARROLLO GESTACIONAL

Una gestación normal dura de 37 a 42 semanas, durante las primeras semanas el bebé comienza a desarrollar sus órganos principales y es en la semana 11 que ya se pueden ver claramente sus pequeños brazos y pies. En la semana 19 la madre puede sentir los primeros movimientos de su bebé, el cual al tener desarrollado su sistema auditivo puede reconocer distintos sonidos, como la voz de su madre. Al llegar a la semana 37, el bebé ya está completamente desarrollado y puede nacer en cualquier momento (Balest, 2022).

Para que un bebé nazca sano necesita de este tiempo para desarrollarse adecuadamente, por lo que cuando un bebé nace antes de las 37 semanas gestacionales se entiende como bebé prematuro y puede enfrentar diversas dificultades tanto a corto como a largo plazo. Estos bebés nacen con la dificultad inmediata de adaptarse a un medio al que no están preparados por su inmadurez y bajo peso. Se enfrían con mayor facilidad, y por lo general no pueden alimentarse por sí solos. (Toro N, C. M. 2020)



Mientras más extremo el grado de prematuridad, los riesgos de enfermedades o insuficiencias son mayores.

CAUSAS PARTO PREMATURO

Actualmente se considera al parto pre-término (PPT) como un síndrome y no una patología en sí. hasta hoy. Así mismo no existe una razón específica para determinar un parto prematuro, pero sí existen factores que inciden en estos nacimientos, así como el nivel socioeconómico, malnutrición, anemia, drogadicción, antecedentes maternos de fracaso en la reproducción, entre otros. (Huertas Tacchino, Erasmo. 2018)

Algunos autores subdividen al parto pretérmino en 2 grandes grupos:

EL PARTO PRE-TÉRMINO ESPONTÁNEO: El primero ocurre en aproximadamente dos tercios de los casos y puede ser desencadenado por activaciones hormonales y neurales que provocan contracciones uterinas prematuras.

EL PARTO PRETÉRMINO IATROGÉNICO: se produce por indicación médica debido a complicaciones del embarazo que ponen en riesgo la vida de la madre o el feto, como la preeclampsia severa, restricción del crecimiento intrauterino, colestasis intrahepática y desprendimiento prematuro de la placenta.

Además de estas categorías, se identifican factores relacionados con la madre, el embarazo y el feto que contribuyen al parto prematuro:



FACTORES MATERNOS:

- Preeclampsia o hipertensión gestacional (alta presión sanguínea debido al embarazo)
- Enfermedades crónicas (enfermedad renal o cardiopatía, por ejemplo)
- Infecciones (infecciones placentarias, vaginales, urinarias.
- Uso de drogas
- Mutación o estructura anormal del útero
- Incapacidad del cuello uterino para mantenerse cerrado durante el embarazo.
- Existencia de un parto prematuro previo
- accidentes.



FACTORES RELACIONADOS CON EL EMBARAZO:

- Placenta no funciona como debiera
- Placenta previa (placenta en posición baja)
- Desprendimiento de la placenta
- Ruptura prematura del saco amniótico



FACTORES RELACIONADOS CON EL FETO:

- El ambiente intrauterino no es lo suficientemente saludable
- Gestación múltiple (mellizos, trillizos o más).

PATOLOGÍAS MÁS COMUNES

Los recién nacidos prematuros tienen más probabilidades de experimentar una serie de diversos problemas de salud, ya que sus órganos internos no se han desarrollado completamente para funcionar de manera correcta. Las principales patologías son:

SÍNDROME DE DIFICULTAD RESPIRATORIA NEONATAL:

La dificultad para respirar es una de las patologías más comunes para bebés prematuros. Al no tener los pulmones completamente desarrollados no pueden producir suficiente surfactante (sustancia encargada de expandir la superficie interna de los pulmones) por lo que deben ser conectados a respiradores artificiales hasta que puedan producir la cantidad de surfactante necesaria. Sweet, D. G., & Carnielli, V., et al. (2019)

INFECCIONES:

Los bebés no han desarrollado su sistema inmune de forma correcta, por lo que son más susceptibles a infecciones, como sepsis, neumonía, meningitis y infecciones del torrente sanguíneo. Las infecciones pueden haber sido contagiadas a la madre durante el embarazo o el parto, o directamente al hijo. Estas infecciones pueden ser graves y requerir tratamiento con antibióticos u otras intervenciones médicas
Stoll, B. J., Hansen, N. I., et al. (2015).

RETINOPATÍA DEL PREMATURO:

Los ojos de los prematuros son muy sensibles a sufrir lesiones, La ROP es una afección ocular que afecta la retina de los bebés prematuros debido a su inmadurez vascular. Puede provocar cambios anormales en los vasos sanguíneos de la retina y causar pérdida de visión si no se controla de manera correcta. Hartnett, M. E., Penn, J. S., & Shastry, B. S., et al. (2016)

PATOLOGÍAS MÁS COMUNES

HIPERBILIRUBINEMIA:

La hiperbilirubinemia es una condición en la que los niveles de bilirrubina en la sangre son elevados, lo que puede causar ictericia en los bebés prematuros. En casos graves, puede requerir fototerapia o incluso transfusiones de sangre para reducir los niveles de bilirrubina. Maisels, M. J., & Watchko, J. F., et al. (2016)

ANEMIA:

Los bebés prematuros pueden tener niveles bajos de glóbulos rojos, lo que se conoce como anemia. Es una enfermedad bastante común, ya que los glóbulos rojos de los bebés tienen una vida más corta que la de un adulto. En casos graves, puede requerir transfusiones de sangre para corregir la anemia y mejorar la función del sistema cardiovascular. Widness, J. A., & Seward, V. J., et al. (2014).

APNEA

La apnea es provocada por la inmadurez cerebral del impulso para respirar constantemente. Cuando el niño deja de respirar por 20 segundos o cuando los episodios cortos están acompañados de bradicardia o desaturación de oxígeno, se le considera apnea. Cuando ocurre, el neonato deja de respirar, disminuye su frecuencia cardíaca, y la piel comienza a palidecerse o ponerse azul. En algunos casos, puede requerir asistencia con ventilación o estimulación para mantener la respiración adecuada. Paterson, D. S. (2018)

PROYECTO PIMUN

Proyecto de prevención de apnea del prematuro realizado por María Jesús Álvarez Irrázaval. Este proyecto consiste en un sincronizador respiratorio no invasivo para neonatos prematuros.

El contexto de aplicación de este proyecto es la UCIN y tiene como usuario principal a los bebés prematuros con tendencia a la apnea. Al compartir el mismo usuario y contexto de implementación. Este proyecto fue la base para el desarrollo de mi proyecto de título ya que sirve como base de investigación y aplicación de productos de este tipo. Se analizó la metodología y aplicación para tener de referencia para el proyecto Babestu.



Imagen 2 : Proyecto Pimun

CIFRAS MUNDIALES

Cada año, se estima que 15 millones de niños en todo el mundo nacen antes de tiempo, lo que representa más de 1 de cada 10 nacimientos. Lamentablemente, alrededor de un millón de estos niños no logran sobrevivir debido a las complicaciones asociadas con el nacimiento prematuro. Además, muchos de los supervivientes enfrentan una vida marcada por la discapacidad, que incluye dificultades de aprendizaje, problemas visuales y auditivos.

Durante la última década las tasas de nacimientos prematuros no han experimentado cambios significativos en ninguna región del mundo, con un total de 152 millones de bebés vulnerables nacidos demasiado pronto entre 2010 y 2020.

Hoy en día, los nacimientos prematuros son la principal causa de mortalidad infantil, representando aproximadamente una de cada cinco muertes de niños antes de cumplir cinco años. Además de la alta tasa de mortalidad, los supervivientes de un parto prematuro enfrentan el riesgo de consecuencias para la salud a largo plazo, con una mayor probabilidad de discapacidad y retrasos en su desarrollo.



CIFRAS EN CHILE

Según el Anuario INE MINSAL del año 2013, en Chile nacieron 247.358 niños. Aproximadamente un 6% fueron prematuros, y de ellos se estima que el 1% fueron prematuros extremos, o sea nacidos con menos de 32 semanas.

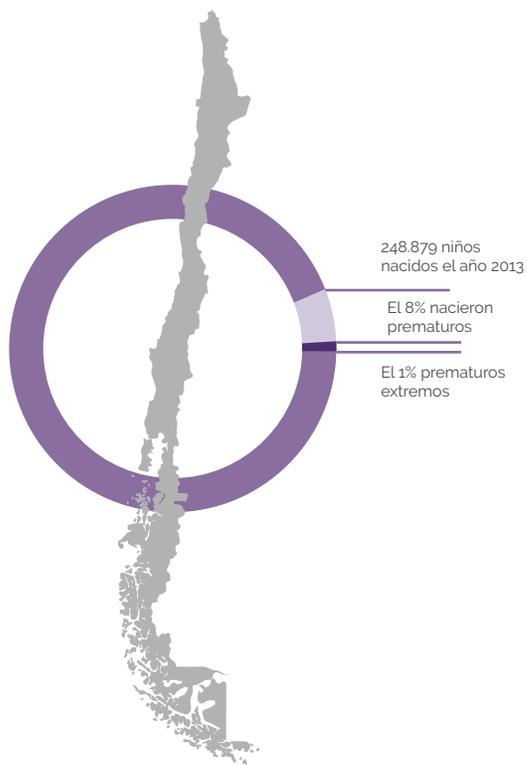


Imagen 3 : Imagen bebé prematuro en incubadora, por mvaligursky.

CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES (UCIN)

Debido a la inmadurez física, la mayoría de los bebés prematuros son hospitalizados y reciben atención médica a largo plazo en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN). En estas salas, los bebés están expuestos a una variedad de factores estresantes que incluyen ruidos y luz excesiva, experiencias angustiosas y manipulación reiterada. Estos estresores afectan negativamente la estructura y la función del cerebro de los RN prematuros durante el desarrollo y, por lo tanto, causan diversas complicaciones neurológicas, como trastornos neuromotores durante el crecimiento y retraso en el desarrollo (Villoldo, M. E. 2011).

Temperatura, entre 34 y 36 + 6 semanas con un peso mayor a 1500 gr.;

Monitoreo, a aquellos nacidos entre las 32 y 33 + 6 semanas y mayor a 1500 gr; y

Humedad, a los nacidos antes de las 32 semanas o con peso menor a 1500 gr. (Hübner G & Ramírez F, 2002).

Posición, a los nacidos antes de las 32 semanas o con peso menor a 1500 gr. (Hübner G & Ramírez F, 2002).



Imagen 4 : Enfermería neonatal Christus sinergia

ESTÍMULOS NEGATIVOS UCIN

Luz y ruido

El ambiente de la UCIN es muy diferente del útero de la madre. Al nacer de manera prematura, los bebés necesitan de un ambiente lo más cercano a las condiciones intrauterinas, sin embargo, el entorno de la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) está muy lejos de lograr este objetivo (Joo & Kim, 2020). La luz y el ruido son estímulos a los que están constantemente expuestos los bebés prematuros.

Debido a que el personal médico necesita de un nivel mínimo de ruido y luz para realizar un trabajo fiable, el bebé prematuro está expuesto a un nivel de estímulos que no siempre es el adecuado para su desarrollo (Cedeño, 2019).

Así mismo, el ruido es un estímulo que afecta negativamente la estabilidad fisiológica de los bebés prematuros y es el estímulo nocivo más importante al que están expuestos los bebés prematuros en el entorno de la UCIN. (Joo & Kim, 2020).

Para un bebé prematuro los niveles de ruido no deberían superar los 45 dB, y la luz debe ser variable en un rango de 10 a 600 lux. Actualmente los niveles de sonido en la UCIN pueden alcanzar los 12 decibelios (dB) de manera constante. (Mayhew et al., 2022)

VOZ NORMAL

50 - 60 decibeles

ALARMAS, RADIO

45 - 86 decibeles

MOTOR INCUBADORA

50 - 85 decibeles



Imagen 5 : Unidad de cuidado neonatal Christus sinergia

APOYAR MAMADERA SOBRE LA INCUBADORA

92 - 112 decibeles

GOLPEAR LA INCUBADORA PARA ESTIMULAR AL RN

130 - 140 decibeles

ABRIR LA VENTANILLA DE LA INCUBADORA

92 decibeles

ABRIR O CERRAR PUERTA DE LA INCUBADORA

110 - 116 decibeles

EL RUIDO

Estímulos negativos en la UCIN

El sonido, es definido por la RAE como: **“Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire”** el cual resulta ser un estímulo necesario y beneficioso para el RN.

Sin embargo, a diferencia del sonido, el ruido está definido como: **“sonido no deseado, por lo general desagradable que puede ser perjudicial para la salud humana”**. los niveles de ruido elevados pueden causar daños y problemas a largo plazo.

Para una persona adulta, los niveles de ruido seguros se consideran generalmente por debajo de 85 decibeles (dB) durante un período prolongado. A este nivel, el riesgo de daño auditivo es bajo. Sin embargo, a medida que el nivel de ruido aumenta, el tiempo de exposición seguro disminuye.

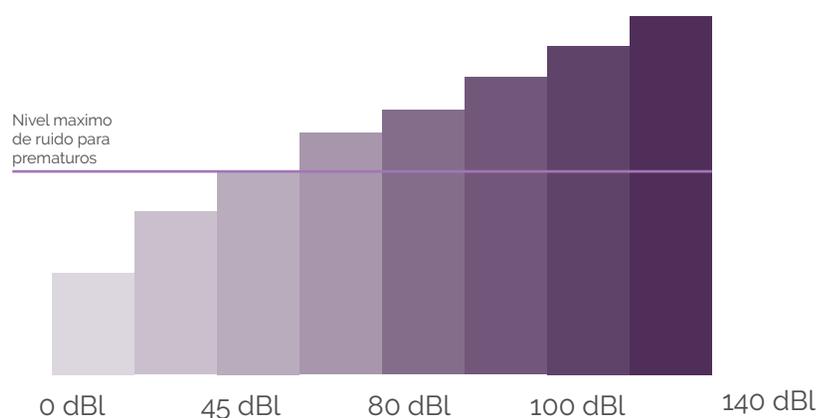


Figura 1: Elaboración propia a partir de (joo.kim, 2020)

En cuanto a los bebés prematuros, su audición es especialmente sensible debido a que sus sistemas auditivos y nerviosos aún están en desarrollo. Por lo tanto, los niveles de ruido seguros para ellos son considerablemente más bajos que para los adultos. Se recomienda mantener el entorno de los bebés prematuros por debajo de 45 dB durante su día y 35 dB durante la noche.

“En la unidad de cuidados intensivos neonatales se han registrado niveles de ruido de hasta 100 decibeles, los altos picos de ruido están generalmente relacionados a máquinas y alarmas.” (Joo, Kim, 2020)

Los niveles de ruido superiores a 45 dB pueden ser perjudiciales para el desarrollo auditivo y neurológico de los bebés prematuros, puede provocar efectos adversos en el recién nacido como alteraciones en su estabilidad fisiológica, en el neurodesarrollo y pérdida de audición, además de estrés y malestar en los familiares y profesionales que trabajan expuestos a él.

PATOLOGÍAS GENERADAS POR ALTOS NIVELES DE RUIDO

El ruido es un estímulo ambiental que es particularmente importante para el desarrollo neuroconductual de los recién nacidos y el desarrollo cerebral de los bebés en riesgo. Las condiciones en la UCIN pueden conducir a ciertos estímulos sensoriales que son inapropiados para el desarrollo de los recién nacidos, especialmente los bebés prematuros. Las células receptoras cocleares son particularmente sensibles y susceptibles al daño relacionado con el ruido. El tipo de daño depende de la frecuencia, intensidad, duración y maduración del sonido. (Doueik et al., 1976)

TRASTORNOS DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO Y CARDIORESPIRATORIOS:

Episodios de hipoxemia, apneas y bradicardias.

Hipertensión arterial.

Aumento de la presión intracraneal.

Desaturación de apnea y posible hemorragia intraventricular.

ALTERACIONES EN EL COMPORTAMIENTO Y DESARROLLO EMOCIONAL:

Irritabilidad.

Conducta desorganizada no adaptativa.

Inestabilidad metabólica.

Perturbaciones del sueño.

Trastornos en el desarrollo emocional.

RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA Y ALTERACIONES DEL DESARROLLO CEREBRAL Y COGNITIVO:

Cambios neuropatológicos en el sistema nervioso central,

Desarrollo cognitivo anormal y deterioro de la capacidad de pensamiento.

Dificultades en el desarrollo intelectual.

Riesgo de pérdida auditiva debido a la exposición al ruido y medicamentos ototóxicos.

A newborn baby is lying in a hospital bed, wearing a white cap and a white hospital gown. The baby's eyes are closed, and they appear to be sleeping. A clear nasal cannula is inserted into the baby's nostrils, and a thin white tube is connected to the baby's chest. The background is a soft, out-of-focus hospital room. The text "MARCO TEÓRICO" is overlaid in white on the left side of the image.

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIONES GENERALES A NIVEL FÍSICO DE ONDAS

Estímulos negativos en la UCIN

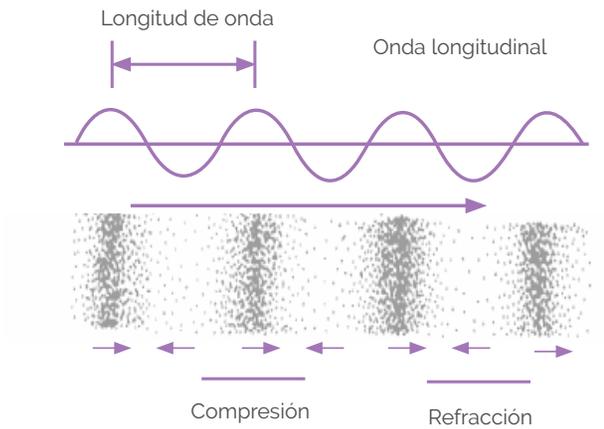


Figura 2: Elaboración propia a partir de (Helmholtz, H. L. F. von. (1885))

Las ondas de sonido son perturbaciones mecánicas que se propagan a través de un medio elástico, como el aire, y son responsables de la transmisión del sonido. Estas ondas se generan mediante la vibración de una fuente sonora, como un altavoz o una cuerda vibrante, y viajan en forma de ondas longitudinales a través del aire.

La propagación del sonido se basa en el principio de compresión y rarefacción del medio. Cuando la fuente sonora se mueve hacia adelante, comprime el aire circundante, creando áreas de alta presión llamadas compresiones. A continuación, la fuente se mueve hacia atrás, creando áreas de baja presión llamadas rarefacciones. Estas compresiones y rarefacciones se suceden y viajan a través del aire, transmitiendo la energía sonora. Helmholtz, H. L. F. von. (1885)

El oído humano es el órgano encargado de captar estas ondas de sonido y convertirlas en señales que el cerebro puede interpretar como sonido. El proceso comienza con el pabellón auditivo, que recoge las ondas de sonido del entorno y las canaliza hacia el canal auditivo. A continuación, las ondas pasan por el tímpano, una membrana que vibra en respuesta a la presión del sonido.

Estas vibraciones se transmiten a través de una serie de pequeños huesos llamados martillo, yunque y estribo, ubicados en el oído medio. El estribo transfiere las vibraciones al oído interno, específicamente a la cóclea, un órgano en espiral lleno de líquido que contiene células sensoriales llamadas células ciliadas. Békésy, G. V. (1961)

AISLAMIENTO DE RUIDO

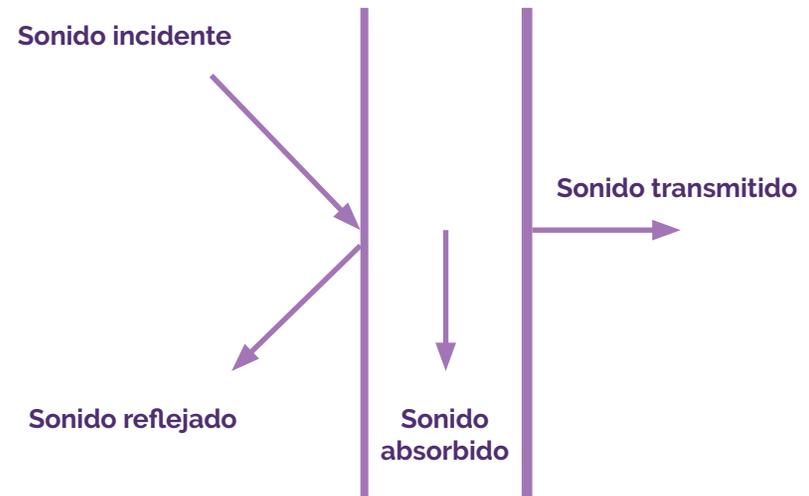
El aislamiento acústico o insonorización es un método utilizado por algunos materiales aislantes para evitar o reducir el ruido externo que llega al oído (Catalán Urra, D., Arenas, J. P., Gerges, S. N. 2017).

Es una tecnología económica que se usa ampliamente en audífonos que agregan almohadillas ajustables para los oídos y almohadillas adicionales como protección contra el ruido. Sin embargo, no elimina por completo el ruido ambiental, solo actúa como amortiguador. Según el diseño de los auriculares y los materiales utilizados, en el mejor de los casos pueden reducir el ruido entre 8 y 20 dB (Hernández, D. R. 2012).

Un aislamiento acústico óptimo debe cumplir con tres propiedades principales:

1. AISLAMIENTO TÉRMICO.
2. ABSORCIÓN ACÚSTICA.
3. RESISTENCIA AL IMPACTO.

Los aislantes son cualquier material que refleje completamente el ruido exterior, los amortiguadores acústicos son materiales similares a una esponja que disipan la energía del sonido y bloquean la señal, pero aun así permiten que pase el sonido, y los materiales antivibración son materiales que evitan la transmisión de vibraciones. (García, 2013).



CÓMO ESCUCHAN LOS PREMATUROS

Desarrollo órganos auditivos bebés prematuros

El desarrollo de los órganos auditivos es un proceso complejo y de largo plazo que se inicia desde el periodo fetal. Los estímulos acústicos que reciben los bebés en el útero son completamente diferentes a los estímulos generados por el ambiente externo, la exposición prenatal al sonido estimula el desarrollo normal del sistema nervioso y la audición y el entorno intrauterino protector permite la maduración gradual de la audición (Moore & Linthicum, 2007).

El niño comienza la experiencia auditiva con una mezcla continua y rítmica de sonidos: la voz de la madre, los sonidos del corazón, los ruidos de la respiración, la defecación. Después del quinto mes de embarazo, las partes central y periférica de los órganos auditivos reciben y convierten las ondas sonoras, al mismo tiempo, comienza la mielinización de la vía del nervio auditivo (Birnholtz & Benacerraf, 1983).

Durante el periodo fetal, no solo se forma la percepción, sino también la diferenciación de sonidos y la memoria auditiva. El sonido del ambiente externo se transmite a través del tejido materno, el líquido amniótico y el sistema esquelético fetal y llega a los órganos auditivos fetales, pero obviamente está inhibido (Olejnik, 2018).



Imagen 5 : Bebé recién nacido sosteniendo a mamá por Prakasit Khuansuwan

QUÉ ESCUCHAN EN EL VIENTRE MATERNO

En el útero, el nivel de sonido rara vez supera los 30 dB. Los sonidos conversacionales son percibidos por los órganos auditivos fetales a un 30% de la intensidad original, mientras que la entonación y el timbre de las voces se transmiten perfectamente a través del líquido amniótico.

La exposición prenatal al sonido promueve la formación de vías neuronales en el cerebro fetal que son esenciales para el desarrollo auditivo y del lenguaje después del nacimiento (Gerhardt & Abrams, 2000).

Se probó la respuesta del feto a sonidos de ciertas frecuencias (100 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 3000 Hz). La primera reacción obvia al sonido se observa en la semana 19 de embarazo. Inicialmente, el feto respondía sólo a frecuencias bajas de 100 a 250 Hz, y las respuestas de alta frecuencia de 1000 Hz y 3000 Hz aparecieron a las 33 y 35 semanas de gestación, respectivamente.

La capacidad de percibir estímulos auditivos de mayor frecuencia aumenta con la edad fetal. La sensibilidad al sonido a frecuencias más bajas puede ser necesaria para mejorar el sonido del habla humana en el rango de 500-3000 Hz. (Olejnik, 2018)



Figura 3: bebé en icono de útero ilustración de embarazo médico útero humano por ssstocker 2018

FUENTES DE RUIDO EN LA UCIN

Enriquecimiento ambiental entorno UCIN para recién nacidos prematuros

La Academia Estadounidense de Pediatría (AAP) recomienda que los niveles generales de ruido en la UCIN se mantengan por debajo de los 45 decibelios (dB), ya que los ruidos fuertes pueden afectar negativamente el crecimiento y el desarrollo de los bebés prematuros. Sin embargo diversos estudios han demostrado que el nivel medio de ruido en la unidad neonatal es de aproximadamente 62 dB. (Joo & Kim, 2020)

En 2018 el Departamento de Neonatología de la Universidad Médica de Wrocław, realizó un estudio dirigido por Barbara Królak Olejnik e Izabela Lehman sobre los niveles de ruido presentes en la UCIN. En este estudio registran los niveles de ruido en decibelios y las fuentes de ruido presentes en la UCIN.

El ruido por encima de 59 dB se registró en un 70 % del tiempo de medición. Durante la prueba de 24 horas, el pico de ruido (sonidos por encima de 65 dB) se produjo casi 5000 veces. El máximo nivel de ruido registrado fue de 100 dB relacionado a las alarmas de emergencia.



Figura 4: Ondas de sonido registradas en entorno de unidad de cuidados intensivos neonatales

Los altos niveles de ruido en la UCIN se clasifican en 2 categorías, los ruidos relacionados al personal médico y los ruidos relacionados a los dispositivos médicos. (Olejnik, 2018).

FUENTES DE RUIDO UCIN

Noise-Generating Factors	Sound Intensity in Decibels [Db]
Dependent on Medical Staff	
Dynamic closing of the incubator windows	85
Putting the bottle on the incubator from a height of 10cm	90
Running water during hand wash	75
Finger tapping in the incubator	80
Dynamic closing of the drawer	89
Conversation near the incubator	55-65
Cough near the incubator	70-75
Laughter near the incubator	55-85
Scream at a distance of 10m from the incubator	85-90
Dependent on Medical Devices	
Incubator on	44-50
Disconnecting medical gases from the socket	102
The sound of the activated medical suction device	65
Conventional ventilation	38-56
Continuous positive airways pressure 5 l/min.	86
Continuous positive airways pressure 10 l/min.	100
High flow nasal cannulae	80-95
Alarm peaks	85-100

Tabla 1 : Sources of noise in NICU (Olejnik, 2018)

COMPARACIÓN RUIDOS UCIN CON SONIDOS COTIDIANOS

Comparación entre prácticas habituales en la UCIN y rutinas cotidianas con la misma intensidad de decibeles.

RUIDOS UCIN	DBL	RUIDOS COTIDIANOS
Cierre portillos incubadora	100	Tráfico intenso
Cierre de puertas metálicas inferiores	90	Aspiradora
Golpe en la cúpula de la incubadora	80	Conversación normal
Burbujeo de agua en el respirador	60	Taladro neumático
Encendido y apagado del motor de la incubadora	92 - 100	Campanilla escolar
Abrir o cerrar puerta de la incubadora	70	Cortadora de pasto

Figura 5: Comparación niveles re ruido UCIN. Elaboración propia a partir de Villoldo M.E, 2012.

IMPORTANCIA DE UN ENTORNO SEGURO PARA UN BEBE

Proporcionar un entorno seguro en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) fundamental para el bienestar y desarrollo óptimo de los bebés prematuros. Un ambiente adecuadamente seguro y con niveles de estimulación auditiva individualizados puede tener una serie de beneficios significativos para el recién nacido prematuro.



Imagen 6 : Imagen bebé prematuro, por JORIE MARK, 2018

Dentro de los beneficios de un entorno de sonido seguro para un bebé prematuro encontramos las siguientes categorías:

ESTABILIDAD FISIOLÓGICA Y MEJORA EN LA SALUD

- Estabilidad en la respiración, frecuencia cardíaca y tensión arterial.
- Mejora de la saturación de oxígeno.
- Menor requerimiento de oxígeno.
- Mejor tolerancia enteral.
- Mejor ganancia ponderal.
- Reducción del nivel de cortisol.

DESARROLLO Y BIENESTAR

- Mejor patrón conductual.
- Reducción del llanto y la agitación.
- Incremento de las horas de sueño.
- Propicia el desarrollo temprano del ritmo circadiano.
- Mejor desarrollo y coordinación motora.
- Mejora organización conductual después del alta.
- Mejores puntuaciones en test de neurodesarrollo.
- Mayor actividad diurna.
- Estimula la liberación de hormona de crecimiento.

REDUCCIÓN DE COMPLICACIONES Y MEJORA DE LA RECUPERACIÓN

- Menor hiperbilirrubinemia.
- Disminución de la incidencia de complicaciones.
- Reducción de la incidencia de hemorragia intracraneal.
- Disminución de la mortalidad.
- Disminución del tiempo de ingreso en el hospital.

ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL BEBÉ

Dentro de la incubadora existen una serie de elementos relevantes para el cuidado del bebé prematuro.

SUPERFICIE DE LA INCUBADORA

La superficie sobre la que descansa el bebé prematuro es de suma importancia para brindar un soporte adecuado y cómodo. Utiliza un material adaptable y suave para evitar daños en la piel delicada del bebé (Finnegan et al., 2020).

CUBIERTAS DE ROPA DE CAMA

Las cubiertas y la ropa de cama que entran en contacto directo con el bebé están fabricadas con materiales suaves y transpirables para evitar la irritación y mejorar la comodidad (Carbajal et al., 2014).

SONDAS Y CATÉRES

Son los dispositivos médicos que se utilizan para monitorear y administrar medicamentos al bebé prematuro, estos están diseñados de manera que no causen incomodidad ni lesiones en la piel o extremidades del bebé (Bhushan et al., 2017).

AJUSTADORES DE POSTURA

Los ajustadores de postura son elementos especialmente importantes para el desarrollo de dispositivos médicos en la UCIN. Estos deben ser diseñados ergonómicamente y con materiales suaves para brindar un adecuado soporte postural al bebé y prevenir deformidades (Alsina et al., 2018).

CÁNULAS Y TUBOS DE VENTILACIÓN

Los dispositivos de soporte respiratorio, como cánulas y tubos de ventilación, son elementos que ayudan a garantizar un flujo de aire adecuado (Sivieri et al., 2017).

DISPOSITIVOS DE ESTIMULACIÓN

Algunos dispositivos médicos pueden utilizarse para proporcionar estimulación táctil o sensorial al bebé prematuro. Estos deben ser suaves, seguros y ajustables para adaptarse a las necesidades individuales de cada bebé (Chorna et al., 2015).

PROBLEMÁTICA



INCUBADORAS COMO CAJAS DE RESONANCIA

Una incubadora es una cámara cerrada diseñada para proporcionar un ambiente favorable para la maduración de bebés prematuros o recién nacidos que no pueden adaptarse al medio extrauterino. Está fabricado en material transparente y dispone de almohadas para que duerma el RN, así como de entradas de aire y ventanas. Además, incluyen sistemas de monitoreo que brindan información en tiempo real sobre el peso, la frecuencia cardíaca y la actividad cerebral del niño. Es decir, muestran lo que está haciendo el cuerpo del bebé cada minuto.

Se ha avanzado notablemente en la producción de incubadoras infantiles las cuales son dispositivos de alta tecnología, sin embargo, un tema no resuelto es la exposición a altos niveles de ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). Así mismo al tener cubiertas transparentes para la visibilidad del bebé, este queda expuesto a la iluminación constante de la UCIN lo que puede afectar negativamente los patrones de reposo y actividad del recién nacido. (Antonucci et al., 2009)

Las principales fuentes de ruido que se pueden identificar en el entorno de la UCIN son los relacionados al manejo de la incubadora. *Villoldo M.E., 2012.*



Figura 6: Incubadora infantil modelo 3d. Por onurozgen, 2022

Niveles de ruido en torno a la incubadora

dB

Motor incubadora	80
Apoyar mamadera sobre la incubadora	100
Golpear la incubadora	120
Abrir la ventanilla de la incubadora	92
Abrir o cerrar la puerta de la incubadora	110

INCUBADORAS COMO CAJAS DE RESONANCIA

Cada vez que algún elemento se apoya sobre la incubadora genera un ruido de gran intensidad. Las paredes de la incubadora funcionan como un aislante de la voz humana, sin embargo también actúan como caja de resonancia para los ruidos que se producen en la UCIN (Bellieni et al., 2003).

Un estudio llevado a cabo por Reijneveld et al. (2017) demostró que las incubadoras actúan como cajas de resonancia, multiplicando el ruido por hasta 20 dB en algunas frecuencias. Esto significa que el ruido originalmente medido a 70 dB puede llegar a alcanzar niveles de hasta 90 dB dentro de la incubadora. Estos niveles de ruido pueden causar estrés y malestar en los bebés, afectando su calidad de sueño, el desarrollo del habla y el procesamiento auditivo.

AUMENTO DE 20 DB DENTRO DE LA INCUBADORA EN COMPARACIÓN CON LOS RUIDOS DEL EXTERIOR



Figura 6: Incubadora infantil modelo 3d. Por onurozgen, 2022

MEDIDAS ADOPTADAS PARA DISMINUIR EL RUIDO

Enriquecimiento ambiental entorno UCIN para recién nacidos prematuros

Múltiples investigaciones (Bellieni et al., 2003), (Visintini, C, et al., n.d.) y proyectos (Rodríguez-Montañó et al., 2022) han abordado este problema desde la aislación acústica de la incubadora. Si bien la incubadora es el receptáculo en donde se ubica y protege al RN, sus características formales y matéricas la convierten en una caja de resonancia que amplifica la contaminación acústica (Marik et al., 2012).

Así mismo se han implementado diversas medidas de comportamiento dentro de la UCIN para prevenir los altos niveles de ruido.

Ubicación adecuada de equipos ruidosos: Colocar monitores y ventiladores, a una distancia adecuada de las incubadoras.

Uso de materiales de insonorización: Utilizar materiales de insonorización en las paredes y puertas de las incubadoras.

Diseño de incubadoras con características insonorizantes: Uso de puertas y cubiertas con doble acristalamiento.

Implementación de protocolos de silencio: Establecer momentos de silencio en la UCIN,

Control de conversaciones y ruido ambiental: Fomentar un ambiente de trabajo en el que el personal hable en tonos suaves.

Monitoreo y retroalimentación: uso de sistemas de monitoreo de ruido en tiempo real y proporcionar retroalimentación al personal de salud.

Educación y entrenamiento del personal de salud: capacitación al personal de salud sobre la importancia de mantener un entorno silencioso en la UCIN.

RECAPITULACIÓN

RECAPITULACIÓN

Conclusiones investigación y análisis teórico

La mayoría de los bebés prematuros requieren hospitalización y atención médica a largo plazo en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN). Sin embargo, este entorno presenta diversos estímulos que pueden afectar su desarrollo. Uno de los factores más perjudiciales es el ruido, que ha sido registrado a más de 45 dB, superando los niveles establecidos por la Academia de Pediatría.

Es cierto que los bebés necesitan estímulos sonoros para su desarrollo adecuado, pero los niveles de ruido presentes en la UCIN exceden ampliamente las recomendaciones para la salud de los prematuros.

Se ha demostrado que, dentro de la incubadora, el ruido puede aumentar en aproximadamente 20 dB en comparación con el exterior, lo que la convierte en cajas de resonancia perjudiciales para el bebé prematuro.

La mayoría de las medidas adoptadas para proteger al bebé prematuro se relacionan al comportamiento del personal médico y no son suficientes para lograr un entorno seguro.

Actualmente no existen medidas de bajo coste para hospitales de atención masiva en torno a la regulación de los niveles de ruido dentro de la incubadora.

En el análisis teórico se establece que para poder ayudar a proteger a los bebés que nacen prematuramente y ayudarlos a que se desarrollen de mejor manera se necesita ofrecer un complemento de protección sensorial para los bebés prematuros en el entorno de la UCIN.

En este contexto, resulta relevante desarrollar una medida de reducción acústica que se implemente dentro de la incubadora para bebés prematuros. Esta medida debe ser segura, accesible y adecuada a las necesidades biológicas de los bebés prematuros, así como a las necesidades del personal médico y los padres.



ESTADO DEL ARTE

BABYBLOOM INCUBATOR

Desarrollo de incubadora para prevenir estímulos negativos en la UCIN

Actiflow desarrolló un sistema climático para la incubadora que protege al niño de los estímulos nocivos de luz y sonido del exterior, pero también produce menos sonido en el interior que las incubadoras existentes. Utiliza tecnología de alta gama para reducir los estímulos de la UCIN.

De este proyecto se rescató la adaptabilidad del uso considerando tanto a padres y a profesionales de la salud, así como el análisis del uso de cubierta para incubadora.



Imagen 7: Incubadora babybloom incubator por Actiflow 2020

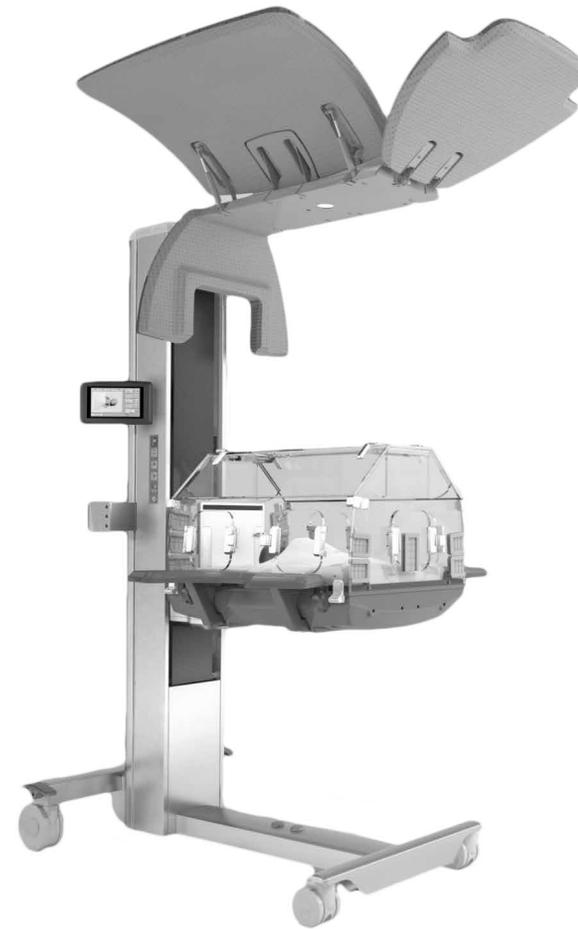


Imagen 8: Incubadora babybloom incubator por Actiflow 2020

DISPOSITIVO DE ALTA GAMA PARA LA CANCELACIÓN DEL RUIDO EN LA UCIN

Dispositivo cancelación activa de ruido entorno UCIN: Dispositivo de alta gama para la cancelación del ruido en la UCIN. Utiliza el sistema de cancelación activa de ruido mediante el uso de componentes electrónicos que reducen la potencia de las ondas sonoras en rangos de frecuencias establecidas. (Alzate, Moreno 2017).



Imagen g: Dispositivo cancelación activa de ruido entorno UCIN, 2017



NEONOOK

Cuidado infantil neonatal:

NeoNook es un dispositivo que brinda un entorno fisiológicamente beneficioso y un sistema que brinda asistencia respiratoria. Busca simular el entorno del útero al proporcionar los biorritmos reconfortantes y familiares de la madre del bebé para reducir el estrés y ayudar a la recuperación.



EMBRACE

incubadora portátil de bajo coste

Embrace fue diseñada por un grupo de estudiantes de la Universidad de Stanford en California. Consiste en una especie de bolsa de dormir con un sistema térmico que funciona con agua hervida y puede llegar a mantener una temperatura de 37 grados durante 4-6 horas sin necesitar energía eléctrica.

Es portátil y ayuda a mantener la temperatura corporal del bebé hasta que pueda ser atendido por especialistas y recibir los cuidados adecuados.



REFERENTES



REFERENTES

ESPUMAS ACÚSTICAS

Material para el tratamiento y acondicionamiento acústico

Diseñadas para el tratamiento y acondicionamiento acústico en espacios cerrados. Su función se centra en la reducción de la reverberación (eco), para lo cual deben adherirse directamente en la superficie (pared y/o techo) quedando a la vista, con el fin de asegurar un resultado óptimo. Fabricadas en poliuretano más retardante de fuego.



MUMBA

Auriculares con cancelación de ruido

Auriculares con cancelación de ruido para bebés y niños pequeños, utiliza un sistema de cancelación de ruido activa. Este sistema está adaptado para el uso de niños pequeños para utilizarlos en entornos de ruidos fuertes como conciertos y lugares muy concurridos. Se extrajo la adaptabilidad a niños pequeños en el ámbito de cancelación de ruido.



HELMFON

Casco con sistema de cancelación activa de ruido

La empresa de diseño Hochu rayu ha creado el primer prototipo de Helmfon, un dispositivo similar a un casco que cuenta con el sistema de cancelación activa de ruido para disminuir el sonido proveniente del exterior y así evitar posibles distracciones para las personas. Este sistema utiliza micrófonos que están en constante monitoreo para contrarrestar las ondas de ruido existentes.



REFERENTES

ÚTERO MATERNO

El útero materno es el referente más cercano a las necesidades del bebé. El lugar más completo que tiene el bebé para crecer, genera una aislación de todos los estímulos negativos y crea un entorno positivo para el desarrollo. Dentro del útero se minimizan los niveles de ruido y se regula la temperatura del bebé durante todo su desarrollo.



REFERENTES

GORROS DE ALGODÓN

El uso de gorros de algodón para regular la temperatura de los recién nacidos es una práctica común y efectiva en el ámbito de la neonatología. Estos gorros, confeccionados con tejido de algodón suave y transpirable, desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la temperatura corporal de los bebés prematuros y recién nacidos en ambientes hospitalarios y en el hogar.

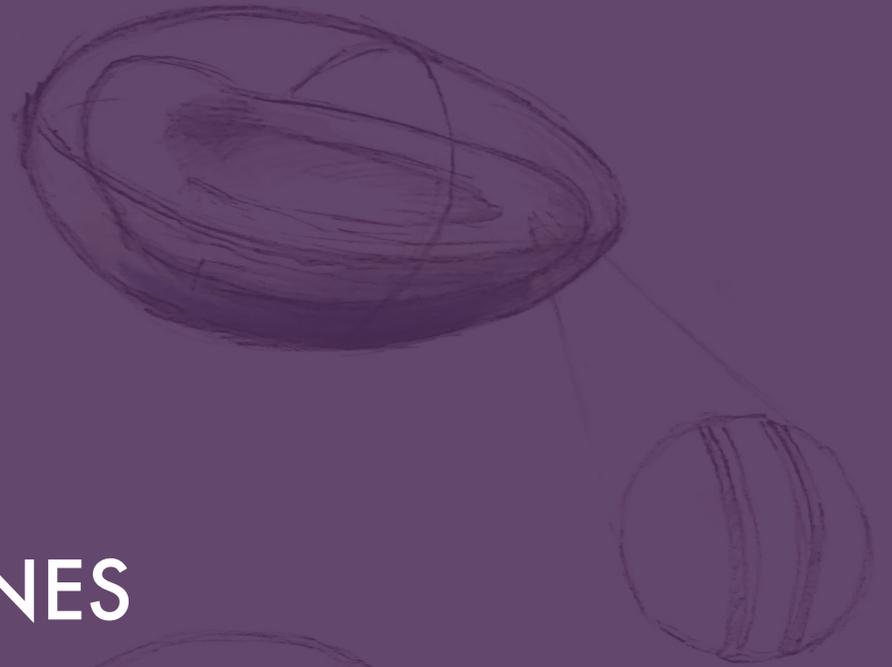
Se ha examinado el efecto de los gorros de algodón en bebés prematuros ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). Los resultados demostraron que el uso de gorros de algodón contribuyó significativamente a reducir la pérdida de calor por la cabeza, lo que ayudó a mantener una temperatura corporal adecuada en los bebés prematuros, evitando la hipotermia y sus posibles complicaciones. (López-Maestro, 2014)

Además, los gorros de algodón también proporcionan una barrera física que protege la cabeza del bebé de cambios bruscos de temperatura y de la pérdida excesiva de calor durante el baño o procedimientos médicos. Este aspecto es especialmente relevante en bebés prematuros y recién nacidos, ya que su capacidad para regular la temperatura corporal es aún inmadura.

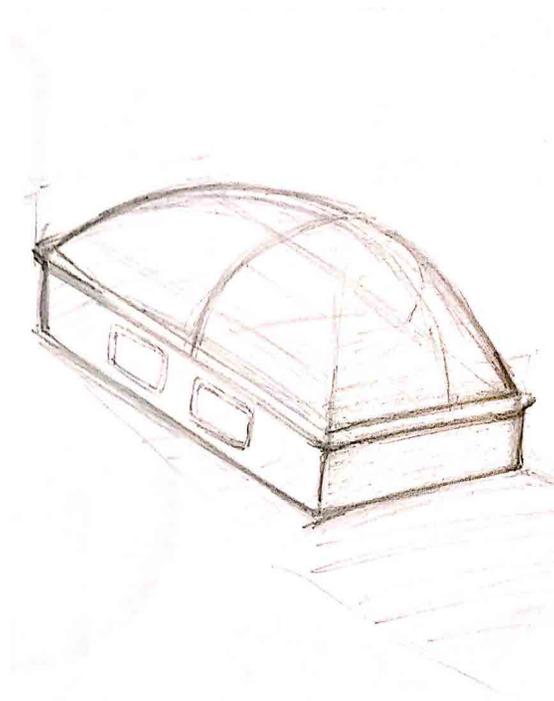
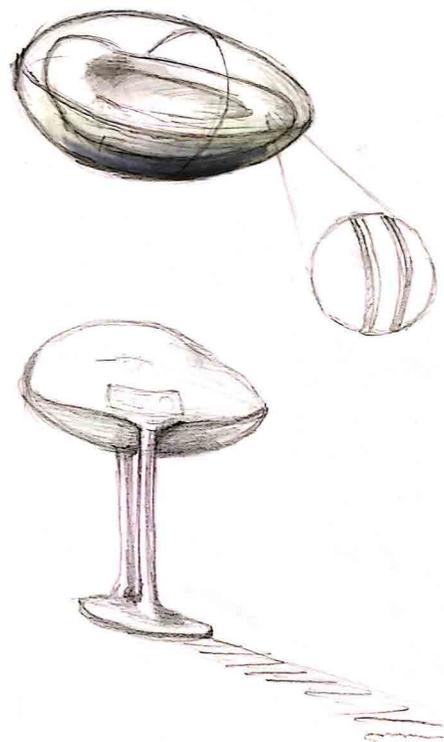


Imagen: Gorro de algodón babytuto 2019

PRIMERAS APROXIMACIONES PROYECTUALES



PRIMERAS APROXIMACIONES PROYECTUALES



El primer enfoque de la propuesta implicaba modificar las incubadoras existentes mediante ajustes en su forma y materialidad para reducir el ruido dentro de la UCIN y proteger al bebé prematuro.

Sin embargo, esta idea fue descartada debido a la complejidad de reformular por completo la incubadora, considerando todos los elementos tecnológicos y de monitoreo que la componen.

Además, el factor tiempo y el enfoque hacia hospitales masivos exigían utilizar materiales accesibles en el mercado. Por lo tanto, se optó por una aproximación distinta para desarrollar la propuesta.

FORMULACIÓN Y OBJETIVOS

A newborn baby is lying in a hospital bed, wearing a white cap and a white hospital gown. The baby's eyes are closed, and they have a nasal cannula in their nose. A white adhesive pad is attached to the baby's chest, with a thin tube leading to a piece of equipment. The background is a soft, out-of-focus light blue.

OPORTUNIDAD

Actualmente, las medidas implementadas para atenuar los altos niveles de ruido en la UCIN no han logrado alcanzar el nivel óptimo de 45 dB. La mayoría de estas medidas consisten en patrones de comportamiento o tecnologías de alta gama, lo que las hace inaccesibles para un público masivo. Por tanto, la oportunidad de diseño se centra en desarrollar una herramienta segura, accesible y de bajo costo que complemente el trabajo del personal médico y los elementos que se encuentran en contacto con el bebé.

La propuesta se centra en una herramienta que se situará en el interior de la incubadora, con el objetivo de proteger al bebé prematuro de los altos niveles de ruido presentes en este entorno. Esta herramienta, debe considerar ser una solución efectiva para reducir el ruido, debe garantizar la comodidad y seguridad del bebé durante su estadía en la UCIN.

El proyecto propuesto requiere del desarrollo de un dispositivo que brinde una protección efectiva ante los estímulos negativos presentes en la UCIN, específicamente del ruido y luz excesivos. Para el desarrollo del proyecto hay que tener en cuenta una serie de especificaciones base para el diseño del dispositivo.

- Desarrollo formal en base a la forma de la cabeza del bebé prematuro, considerando la adaptabilidad y la delicadeza de este lugar.
- Al ser un dispositivo enfocado en un bebé prematuro, considerando la seguridad del usuario principal. Que sea de fácil manejo para profesionales de la salud y que no interrumpa los tratamientos pertinentes.
- El testeado debe estar adaptado para realizarse sin la presencia de los bebés prematuros hasta que se cuente con seguridad de que no va a ser perjudicial para su salud.

FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA

QUÉ

Dispositivo médico no invasivo de aislación acústica por medio de cancelación pasiva de ruido por bloqueo mecánico para neonatos en entorno UCIN. El dispositivo formado por textil inteligente y materiales de aislación sonora funciona como un protector de cabeza, visión y oído para el recién nacido.

PORQUÉ

Actualmente los bebés prematuros en la UCIN están expuestos a niveles de ruido perjudiciales para su salud y su efectivo crecimiento, situación que se ve empeorada por los efectos de amplificación sonora de las incubadoras.

PARA QUÉ

Proteger a los recién nacidos prematuros durante su periodo en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, tamizando los estímulos sonoros, permitiendo un óptimo desarrollo del bebe prematuro sin afectar la percepción y desempeño del equipo médico.

OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es intervenir en el nivel de estímulos sensoriales y su efecto negativo como la luz y el ruido presentes en la UCIN, para que los bebés puedan descansar y desarrollarse de buena manera.

OBJETIVO GENERAL

Aislar de manera segura los altos niveles de ruido y luz en las UCIN que afectan a los bebés prematuros, promoviendo un buen desarrollo y crecimiento del bebé, que sea adaptable, seguro y de fácil manejo para profesionales de la salud.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1** Reducir o bloquear los estímulos sonoros y lumínicos en bebés prematuros en las salas de NICU.
I.O.V: Cuantificar las condiciones pre y post implementación de barrera matérica.
- 2** Adaptar las dimensiones y morfología a los requerimientos fisiológicos de los bebés prematuros.
I.O.V: Contrastar las posibilidades de expansión con las medidas antropométricas de RN prematuros. Uso de prototipos y fantomas necesarios.
- 3** Permitir la incorporación de instrumental médico que se requiere en el tratamiento en las salas NICU.
I.O.V: Tabular las características de complementos médicos usados en RN para su fijación.
- 4** Utilizar materiales biocompatibles y sanitizables por parte del equipo médico.
I.O.V: Revisar requerimientos para Dispositivos Médicos en regulación nacional e internacional.

INTERACCIONES CRÍTICAS

En base a entrevistas y análisis del contexto en donde se desarrollará el proyecto, se identificaron interacciones críticas a tener en consideración para el desarrollo de la propuesta.

SEGUIMIENTO PERSONAL DE SALUD

Seguimiento personal de la salud: El día de un bebé prematuro está rodeado por un gran número de profesionales que ayudan a estimular constantemente al RN y que tienen que estar en constante comunicación entre ellos para el monitoreo del bebé prematuro. Entre estos profesionales se encuentran profesionales de enfermería, neurología, kinesiología, neonatología y fonoaudiología.

MONITOREO DEL PREMATURO:

Monitoreo del prematuro: Él bebé prematuro necesita de un monitoreo constante de parte de los profesionales de la salud, "Es necesario revisar constantemente si la guagua está de guata, si se está ahogando, si se pone azul, si vomitó. Para poder tratar al paciente es necesario ver de primera mano cómo se encuentra el bebé" tal como menciona Isidora Lira, Kinesióloga de la UCIN, en la entrevista realizada. En base a esto se establece que es necesario una cubierta transparente que aporte visibilidad.

CONTACTO CON LOS PADRES:

Contacto con los padres: Al nacer los bebés prematuros son dirigidos casi inmediatamente a la UCIN, en su mayoría los padres tienen escaso contacto con su bebé. Esto afecta tanto a los padres como a los bebés, quienes necesitan los estímulos provocados por la cercanía con sus padres. En general las UCIN tienen horarios de visita limitados para que los padres vean a sus bebés, el resto del tiempo están en constante cuidado de diversos profesionales de la salud.

ELEMENTOS DENTRO DE LA INCUBADORA

Elementos dentro de la incubadora: Dentro de la incubadora también hay elementos que están en contacto directo con el RN, por lo general los bebés en incubadora tienen una almohada de gel para que no se les aplane la cabeza por ningún lado y un posicionador que los ayuda a mantenerse en una posición cómoda, estos elementos están en constante cambio y sanitización por parte de los profesionales de la salud. Así mismo la propuesta del dispositivo debe adaptarse y complementarse con estos elementos y su manejo.

USUARIO PRIMARIO

Usuarios directos e indirectos

En base al levantamiento de información se identificaron las necesidades y las interacciones de los distintos actores en una unidad de cuidados intensivos. En base a esto se establecieron 2 grupos de usuarios objetivos, los usuarios indirectos y los usuarios directos, entendiéndose como directos a los bebés prematuros ya que son principales afectados por esta problemática y a los indirectos como el personal de salud y los padres que tienen interacción con la incubadora y los bebés.

BEBÉS PREMATUROS

Bebés nacidos antes de las 37 semanas de gestación que necesitan de cuidados intensivos para seguir desarrollándose. Son bebés que se encuentran en un entorno de hospitalización masiva, con altos niveles de ruido y con difícil acceso a tecnologías de alta gama. Estarían en contacto directo con el dispositivo, el cuál al rodear la forma de su cabeza ayuda a proteger de los estímulos negativos de la UCIN.



Dependiendo de la cantidad de semanas de gestación, los bebés prematuros se clasifican en 3 categorías:

RN PREMATURO TARDÍO: Corresponde a un bebé nacido entre las 34 y 36 + 6 semanas con un peso mayor a 1500 gr.;

RN PREMATUROS MODERADOS: Aquellos nacidos entre las 32 y 33 + 6 semanas y con un peso mayor a 1500 gr.

RN PREMATUROS EXTREMOS: Corresponde a los nacidos antes de las 32 semanas o con peso menor a 1500 gr.

Al nacer la mayoría de los bebés prematuros están expuestos a los niveles de ruido de la UCIN por lo que para el desarrollo de este proyecto se consideraron tanto los RN prematuros extremos, como los RN prematuros moderados y los RN prematuros tardíos.



MORFOLOGÍA Y TALLAJE RN PREMATURO

Tablas de tallajes y medidas de bebé prematuro

El análisis de las medidas morfológicas de los bebés prematuros se basó en el estudio realizado por Alarcón, J., Alarcón, Y., Hering, E., y Buccioni, R. el año 2008. "Curvas antropométricas de recién nacidos chilenos".

PERIMETRO CEFÁLICO (PC): PROMEDIO, DS Y PERCENTILES

Edad Gestacional	n	x̄	DS	PC Percentiles		
				p10	p50	p90
24	6	23,0	1,0	21,9	23,2	24,4
25	13	24,1	1,2	22,8	24,3	25,7
26	13	25,1	1,3	23,6	25,3	26,9
27	16	26,2	1,4	24,5	26,4	28,1
28	26	27,2	1,5	25,5	27,4	29,1
29	23	28,1	1,5	26,4	28,3	30,1
30	37	29,1	1,5	27,3	29,3	31,0
31	68	30,0	1,5	28,1	30,2	31,8
32	143	30,8	1,5	29,0	31,0	32,6
33	226	31,6	1,4	29,8	31,8	33,3
34	412	32,3	1,4	30,5	32,5	33,9
35	799	33,0	1,3	31,2	33,1	34,5
36	2 128	33,6	1,3	31,9	33,7	35,0
37	6 193	34,1	1,2	32,4	34,2	35,5
38	16 458	34,5	1,2	32,9	34,6	35,9
39	24 752	34,9	1,2	33,2	34,9	36,2
40	20 760	35,1	1,3	33,4	35,1	36,5
41	9 625	35,2	1,4	33,6	35,2	36,8
42	906	35,3	1,5	33,5	35,2	37,0
	82 604					

Tabla 3 : Perimetro cefálico (PC): Promedio, DS y percentiles

PROMEDIOS, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y PERCENTILES DEL PESO, TALLA E ÍNDICE PONDERAL

Edad gestacional	n	Peso x̄ ambos sexos	DS	Sexo t Student	p10	p50	p90	Talla x̄ general	DS	p10	p50	p90	Índice Ponderal	
													p10	p90
24	41	765,4	105,1	NS	630,0	749,9	898,6	31,7	2,2	30,0	31,4	34,1	1,869	2,539
25	39	817,7	118,9	NS	661,2	809,6	965,6	33,1	2,2	31,1	32,9	35,7	1,905	2,568
26	58	907,7	135,7	NS	727,8	904,9	1 074,1	34,6	2,2	32,3	34,5	37,2	1,941	2,598
27	66	1 030,8	155,0	NS	825,8	1 031,6	1 219,0	36,1	2,2	33,6	36,0	38,7	1,977	2,627
28	84	1 182,3	176,3	NS	950,8	1 185,2	1 395,1	37,6	2,2	35,0	37,5	40,1	2,013	2,657
29	80	1 357,6	199,1	NS	1 098,6	1 361,3	1 597,2	39,0	2,1	36,3	39,0	41,6	2,048	2,686
30	86	1 552,2	223,0	NS	1 265,0	1 555,4	1 820,1	40,5	2,1	37,7	40,5	43,0	2,084	2,715
31	126	1 761,3	247,4	NS	1 445,8	1 763,2	2 058,8	41,9	2,0	39,1	41,9	44,3	2,120	2,745
32	190	1 980,3	272,0	NS	1 636,7	1 980,1	2 308,0	43,2	1,9	40,5	43,3	45,6	2,156	2,774
33	265	2 204,5	296,1	NS	1 833,6	2 201,9	2 562,6	44,5	1,9	41,8	44,6	46,8	2,192	2,804
34	466	2 429,5	319,3	NS	2 032,2	2 424,1	2 817,5	45,7	1,8	43,1	45,8	47,9	2,228	2,833
35	892	2 650,4	341,2	(*)	2 228,3	2 642,2	3 067,3	46,8	1,7	44,2	46,9	49,0	2,264	2,862
36	2 230	2 862,8	361,2	(*)	2 417,7	2 851,8	3 307,1	47,9	1,7	45,3	48,0	49,9	2,300	2,892
37	6 482	3 061,9	378,9	(*)	2 596,2	3 048,5	3 531,6	48,8	1,6	46,3	48,9	50,8	2,336	2,921
38	17 243	3 243,1	393,8	(*)	2 759,5	3 228,0	3 735,7	49,6	1,5	47,2	49,6	51,5	2,372	2,951
39	25 793	3 401,8	405,4	(*)	2 903,4	3 385,7	3 914,1	50,3	1,5	47,9	50,3	52,1	2,407	2,980
40	21 562	3 533,3	413,2	(*)	3 023,7	3 517,2	4 061,8	50,9	1,4	48,5	50,8	52,6	2,443	3,009
41	9 956	3 633,1	416,8	(*)	3 116,2	3 618,2	4 173,6	51,3	1,4	48,8	51,1	52,9	2,479	3,039
42	916	3 696,5	415,6	(*)	3 176,7	3 684,2	4 244,3	51,6	1,3	49,0	51,2	53,0	2,515	3,068
Total	86.575													

Tabla 3 : Promedios, desviación estándar y percentiles del peso, talla e índice ponderal

En este estudio, se analizó una población de 148,395 recién nacidos pertenecientes al Servicio de Salud Metropolitano Oriente (SSMO) en Chile, provenientes de las maternidades del Hospital del Salvador entre los años 1988 y 2000, así como del Hospital Luis Tisné entre los años 2001 y 2005. La información recopilada fue registrada en una base de datos utilizando File Maker Pro 3.0 v3, y posteriormente, se crearon matrices en planillas Excel para analizar los datos. (Alarcón, J., Alarcón, Y., Hering, E., y Buccioni, 2008)

MORFOLOGÍA Y TALLAJE RN PREMATURO

Para el desarrollo de la propuesta se establecieron 3 tallas principales en base a la información obtenida en la tabla:

RN PREMATURO EXTREMO:

Edad: 26 - 27 semanas
Peso: Menor a 1500 gr
Circunferencia cabeza: 24 cm
Diámetro: 7 cm
Altura: 9,5 cm



RN PREMATURO MODERADO:

Edad: 32 - 34 semanas
Peso: Mayor a 1500 gr
Circunferencia cabeza: 30 cm
Diámetro: 8.8 cm
Altura: 10,5 cm



RN PREMATURO TARDÍO:

Edad: 34 - 36 semanas
Peso: Mayor a 1500 gr
Circunferencia cabeza: 32.5 cm
Diámetro: 8.8 cm
Altura: 11.2 cm



USUARIOS SECUNDARIOS

*Enriquecimiento ambiental entorno UCIN
para recién nacidos prematuros*

1. PROFESIONALES DE LA SALUD

USUARIOS DIRECTOS:

Hay numerosos profesionales de la salud que están en constante contacto con el bebé prematuro. Dentro de estos podemos identificar a enfermeros, kinesiólogos, tens, pediatra, neurólogo, terapeuta ocupacional y fonoaudiólogo. Todos estos profesionales se encargan de estimular constantemente al bebé en distintas áreas, dentro de los que tienen más contacto con los elementos relacionados al bebé están los Tens y los enfermeros.

Para realizar las terapias y los estímulos necesarios para el desarrollo óptimo del bebé prematuro hay que tener en consideración que el producto se adapte a sus necesidades.

2. PADRES DE LOS BEBÉS PREMATUROS

Padres de bebés nacidos antes de las 37 semanas con inmadurez fisiológica que necesitan de atención en los cuidados intensivos neonatales. Los padres del bebé prematuro al estar en contacto con el bebé también tendrán acceso al producto por lo que será necesario un conocimiento de la manipulación y manejo del mismo.

Hay que tener en consideración que los padres necesitan ver y cargar al bebé y priorizar el contacto piel con piel en la medida que se pueda. Por lo mismo el producto tiene que adaptarse a estas necesidades.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Enriquecimiento ambiental entorno UCIN para recién nacidos prematuros

En base a entrevistas y análisis del contexto en donde se desarrollará el proyecto, se identificaron interacciones críticas a tener en consideración para el desarrollo de la propuesta.

CONTACTO CON LOS PADRES:

Al nacer los bebés prematuros son dirigidos casi inmediatamente a la UCIN, en su mayoría los padres tienen escaso contacto con su bebé. Esto afecta tanto a los padres como a los bebés, quienes necesitan los estímulos provocados por la cercanía con sus padres. En general las UCIN tienen horarios de visita limitados para que los padres vean a sus bebés, el resto del tiempo están en constante cuidado de diversos profesionales de la salud.

ELEMENTOS DENTRO DE LA INCUBADORA:

Dentro de la incubadora también hay elementos que están en contacto directo con el RN, por lo general los bebés en incubadora tienen una almohada de gel para que no se les aplane la cabeza por ningún lado y un posicionador que los ayuda a mantenerse en una posición cómoda, estos elementos están en constante cambio y sanitización por parte de los profesionales de la salud. Así mismo la propuesta del dispositivo debe adaptarse y complementarse con estos elementos y su manejo.

SEGUIMIENTO PERSONAL DE LA SALUD:

El día de un bebé prematuro está rodeado por un gran número de profesionales que ayudan a estimular constantemente al RN y que tienen que estar en constante comunicación entre ellos para el monitoreo del bebé prematuro. Entre estos profesionales se encuentran profesionales de enfermería, neurología, kinesiología, neonatología y fonoaudiología.

MONITOREO DEL PREMATURO:

El bebé prematuro necesita de un monitoreo constante de parte de los profesionales de la salud, "Es necesario revisar constantemente si la guagua está de guata, si se está ahogando, si se pone azul, si vomitó. Para poder tratar al paciente es necesario ver de primera mano cómo se encuentra el bebé" tal como menciona Isidora Lira, Kinesióloga de la UCIN, en la entrevista realizada. En base a esto se establece que es necesario una cubierta transparente que aporte visibilidad.

CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN



Este proyecto se articula a partir del trabajo para la prevención de apnea del prematuro, de mi profesor Guía Alejandro Durán en conjunto con el departamento de Neonatología, quienes me invitaron a desarrollar esta solución.

Luego de una conversación que se tuvo con la Dra Paulina Toso, directora del departamento de Neonatología UC, se evidenció la situación existente en la UCIN, donde el ruido generado por las máquinas de este entorno impide un óptimo desarrollo en bebés prematuros.

En base la investigación, al levantamiento de información, análisis bibliográficos y revisión de literatura. Se consideró como una oportunidad de diseño, el desarrollo de un dispositivo médico no invasivo, complementario a las incubadoras existentes actualmente. Con el fin de ayudar a proteger de manera sensorial y segura a los bebés prematuros. Por lo mismo el desarrollo del proyecto se realizará en conjunto con la contraparte Paulina Toso y Alejandro Durán y el espacio de intervención será en el centro de neonatología UC.



Imagen 13 : Unidad de neonatología UC

Este dispositivo no busca reemplazar el uso de las incubadoras, sino que busca ser un complemento de bajo costo que se adapte a las necesidades de protección sensorial de los bebés prematuros en el área de cuidados intensivos, en conjunto con las necesidades del personal médico, para un buen monitoreo del estado de los recién nacidos.

REQUISITOS MÍNIMOS

*Enriquecimiento ambiental entorno UCIN
para recién nacidos prematuros*



Imagen 14 : Persona con camisa gris poniendo al bebé en la báscula, por Christian Bowen, 2019

El proyecto propuesto requiere del desarrollo de un dispositivo que brinde una protección efectiva ante los estímulos negativos presentes en la UCIN, específicamente del ruido.

Para el desarrollo del proyecto hay que tener en cuenta una serie de especificaciones base para el diseño del dispositivo.

El dispositivo debe ser diseñado de forma que se adapte a la morfología del bebé prematuro, considerando su delicadeza y fragilidad en esa área.

Dado que el dispositivo estará enfocado en bebés prematuros, se debe priorizar la seguridad del bebé. Además, se debe garantizar que sea de fácil manejo para el personal de salud encargado y que no interfiera con los tratamientos médicos necesarios.

Es esencial realizar pruebas y testeos del dispositivo sin la presencia de los bebés prematuros hasta que se cuente con la seguridad de que no representará ningún riesgo para su salud.

El proyecto se enfoca en hospitales masivos por lo que se deberá tener en cuenta la materialidad y la accesibilidad al producto.

EXPERIMENTACIÓN DE MATERIALES

Proceso de testeo y análisis de materialidad

METODOLOGÍA

Enriquecimiento ambiental entorno UCIN para recién nacidos prematuros

La metodología que se utilizó para evaluar que tipo de material es el más recomendable para el proyecto fue hacer un estudio de los materiales existentes en el mercado que fueran fáciles de adquirir, a un precio accesible y moldeables para trabajar en el proyecto. Finalmente se seleccionaron materiales ampliamente utilizados en aislación acústica: espuma acústica, lana de piedra con tela y fibra de poliéster compactada.

Para realizar las pruebas de aislación sonora se utilizó un recipiente de vidrio con tapa plástica para simular el entorno dentro de la incubadora. Para llevar a cabo las pruebas de aislación sonora, se diseñó y fabricó un contenedor impreso en 3D que se ajustaba a la tapa del tupper. En este contenedor se incorporaron cavidades internas para garantizar el flujo de sonido y simular las condiciones reales de exposición a ruido.

Dentro del contenedor se colocó un teléfono móvil con una aplicación especializada en la medición de decibeles, lo que permitió realizar mediciones precisas de los niveles de ruido en el interior del contenedor

Cada uno de los materiales seleccionados fue adecuadamente dimensionado para adaptarse al interior del contenedor y se expusieron a un audio de sonido con un nivel constante para todas las pruebas. De esta manera, se minimizaron las variables que pudieran afectar los resultados y se obtuvo una comparación precisa de la eficacia de cada material en términos de aislación sonora.



METODOLOGÍA

Metodología utilizada para la experimentación y testeo de materiales



Dentro contenedor, se colocó un teléfono móvil con una aplicación especializada en la medición de decibeles, lo que permitió realizar mediciones precisas de los niveles de ruido en el interior del contenedor.



Ruido UCIN extraído de: Machinery and sounds of a neonatal intensive care unit, (Vbeckmann, 2016)

Para la recopilación de datos, se realizaron múltiples pruebas con el mismo audio y los distintos materiales. Posteriormente, se procedió a analizar y comparar las diferencias en los niveles de ruido en decibeles generados por cada material.



Uso de Aplicación Decibel X para la recopilación y análisis de datos.

RECOPILACIÓN DE DATOS

Metodología utilizada para la experimentación y testeo de materiales

Para la recopilación de datos, se realizaron múltiples pruebas con el mismo audio y los distintos materiales. Posteriormente, se procedió a analizar y comparar las diferencias en los niveles de ruido en decibeles generados por cada material.



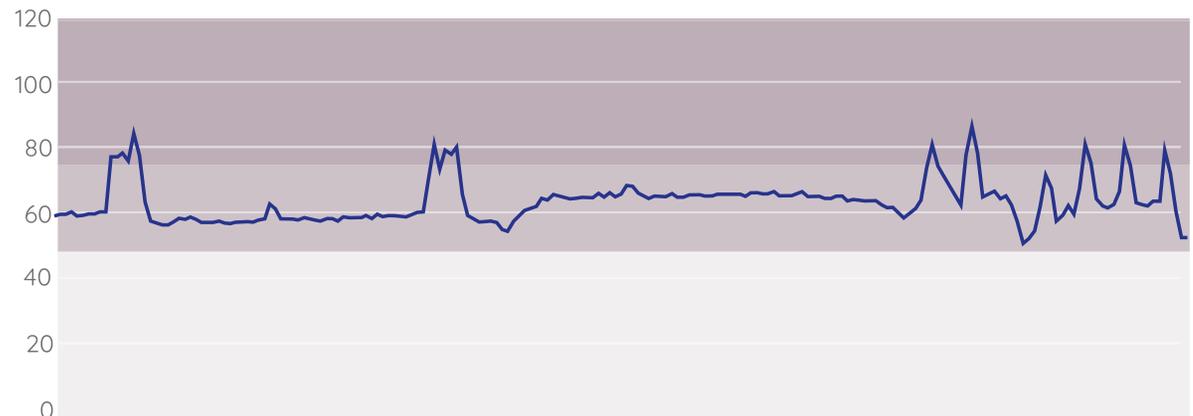
- Nivel perjudicial adultos
- Nivel perjudicial bebé prematuro
- Nivel seguro para bebés
- Variación de ruido



PRUEBA 1: TELÉFONO FUERA DE CÁPSULA

Experimentación de materiales

El primer análisis de sonido se realizó con el teléfono fuera de la cápsula y el sonido de la unidad de cuidados intensivos neonatales, extraído de Machinery and sounds of a neonatal intensive care unit, (Vbeckmann, 2016)



- Nivel perjudicial adultos
- Nivel perjudicial bebé prematuro
- Nivel seguro para bebés
- Variación de ruido

Nivel máximo: 91.8 dB
Nivel mínimo: 56.0 dB

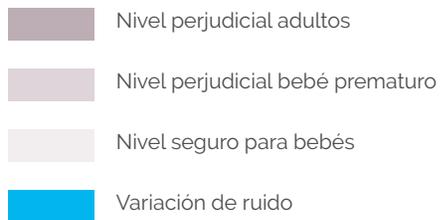
CONCLUSIONES:

Al estar fuera de la cápsula no hubo manipulación de la tapa de la cápsula por lo que no registra esos niveles máximos a diferencia de los otros experimentos.

PRUEBA 2: TELÉFONO DENTRO DE CÁPSULA

Experimentación de materiales

La segunda experimentación se llevó a cabo con el teléfono dentro de la cápsula sin material aislante para simular el entorno dentro de la incubadora.



Nivel máximo: 120.9 dB
Nivel mínimo: 58.2 dB



CONCLUSIONES:

Los niveles registrados superaron a los niveles de la experimentación con el teléfono fuera de la incubadora. Esto nos hace validar lo explicado anteriormente de la incubadora como caja de resonancia.

PRUEBA 3: ESPUMA ACÚSTICA

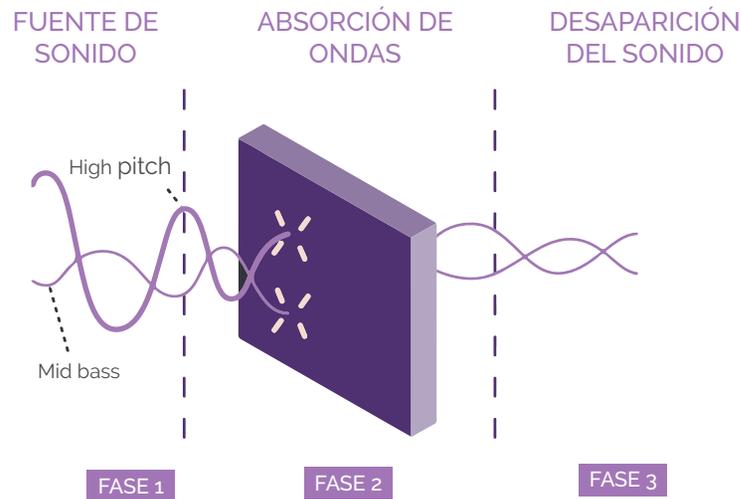
Experimentación de materiales

Las Espumas Acústicas están diseñadas para el tratamiento y acondicionamiento acústico en espacios cerrados. Su función se centra en la reducción de la reverberación (eco).

Es un material que absorbe el sonido a través de poros que tiene pequeños agujeros para que entren las ondas sonoras, donde se logra la asimilación de estas, generando una resistencia en el flujo para evitar un impacto muy brusco de las ondas.



Es un material flexible y adaptable para el desarrollo del prototipo. Se eligió este material debido a que al ser biocompatible es seguro para la piel.



PRUEBA 3: ESPUMA ACÚSTICA

Pruebas de aislación

Análisis de aislación acústica



-  Nivel perjudicial adultos
-  Nivel perjudicial bebé prematuro
-  Nivel seguro para bebés
-  Variación de ruido

Nivel máximo: 110 dB
Nivel mínimo: 45.4 dB



CONCLUSIONES:

La espuma acústica tuvo un buen desempeño en lo que respecta a la reducción de los niveles de ruido. Debido a su composición es uno de los mejores materiales para manipular y utilizar en el proyecto.

PRUEBA 4: FIBRA DE POLIESTER

Experimentación de materiales

La fibra de poliéster es un material que destaca por su capacidad para generar aislación acústica. Está compuesta de una resina plástica derivada del petróleo, lo que le confiere propiedades de resistencia y durabilidad. Su principal función es actuar como un eficiente reductor de ruido proveniente del exterior, especialmente en el rango de frecuencias de 500 a 2,000 Hz.



El proceso de fabricación de la fibra de poliéster involucra la transformación de la resina plástica en filamentos finos y flexibles mediante técnicas de hilado. Estos filamentos son posteriormente entrelazados y compactados para formar la fibra, que puede adoptar diferentes formas y tamaños según el uso específico.

Una de las principales ventajas de la fibra de poliéster como material aislante es su capacidad para absorber las altas frecuencias sonoras. Cuando una onda sonora incide sobre la fibra, esta actúa como un amortiguador, disipando la energía acústica y evitando que se refleje o se transmita a través del material. De esta manera, la fibra de poliéster contribuye a reducir significativamente el ruido no deseado en el entorno donde es utilizada.

Además de su eficacia como aislante acústico, la fibra de poliéster es valorada por su resistencia al deterioro y su larga vida útil. A diferencia de otros materiales, no se desgrana ni desprende impurezas, lo que garantiza su estabilidad y durabilidad a lo largo del tiempo.

Ficha técnica

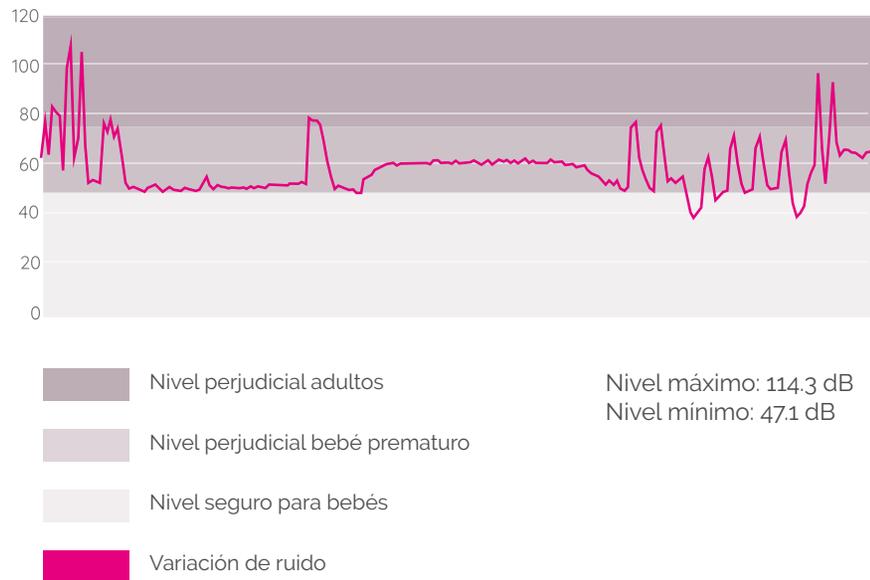
Presentación	Continuo 300
Dimensión del Rollo	Largo :15mts
	Ancho: 2.4mts
	Superficie:36 m2
Peso	300 gr/m2
Espesor	50mm
Densidad Aparente	6.5 Kg/m3
Conductividad Térmica	0,069 W/mk
Resistencia Térmica	72 R100
Combustibilidad	No Combustible tipo A

Punto de Ablandamiento:	140°C
Resistencia Eléctrica:	NULA
Resistencia Medios Ácidos:	ALTA
Resistencia Medios Alcalinos:	ALTA
Absorción Humedad:	0,004

PRUEBA 4: FIBRA DE POLIÉSTER

Pruebas de aislamiento

Análisis de aislamiento acústico



CONCLUSIONES:

La fibra de poliéster no mostró buenos resultados en términos de aislamiento acústico. Además, debido a su consistencia rígida y dura, resultó complicado adaptarla para su uso en la UCIN, lo que llevó a descartar su incorporación en el proyecto.

PRUEBA 5: LANA DE ROCA

experimentación de materiales

El uso de la lana de roca como aislante acústico es especialmente eficaz debido a sus propiedades. Esta material reduce la transmisión del sonido, así como las reverberaciones, creando un ambiente más silencioso y tranquilo. Su matriz de fibras proporciona absorción de las ondas sonoras, convirtiéndolas en energía térmica y reduciendo así la resonancia y el eco indeseado.

Además, la lana de roca es un material seguro y no tóxico. Su capacidad para resistir altas temperaturas y su resistencia al fuego brindan una mayor seguridad en su aplicación.



La lana de roca es fabricada principalmente a partir de materias primas como basalto, ofita y escoria, siendo el carbón de coque utilizado como fuente de energía en el proceso de producción. Estos materiales son introducidos en un horno tipo cubilote, donde son sometidos a altas temperaturas y fundidos hasta convertirse en vidrio. Luego, este vidrio es procesado y transformado en finas fibras de lana de roca, las cuales tienen una estructura porosa y flexible que le confiere sus propiedades de aislamiento acústico y térmico.

Los niveles de absorción acústica de la lana de roca pueden variar dependiendo de su densidad y espesor. Estos niveles de absorción son medidos y expresados mediante el Coeficiente de Reducción de Ruido (NRC), el cual oscila entre valores de 0,0 (sin absorción acústica) y 1,0 (absorción acústica perfecta). Por ejemplo, un NRC de 0,7 indicaría que el material es capaz de absorber el 70% de la energía de una onda sonora que incide sobre él, mientras que el 30% restante se refleja o traspasa el material.

PRUEBA 5: LANA DE ROCA

Pruebas de aislamiento

Análisis de aislamiento acústico



- Nivel perjudicial adultos
- Nivel perjudicial bebé prematuro
- Nivel seguro para bebés
- Variación de ruido

Nivel máximo: 116.0
Nivel mínimo: 44.0 dB



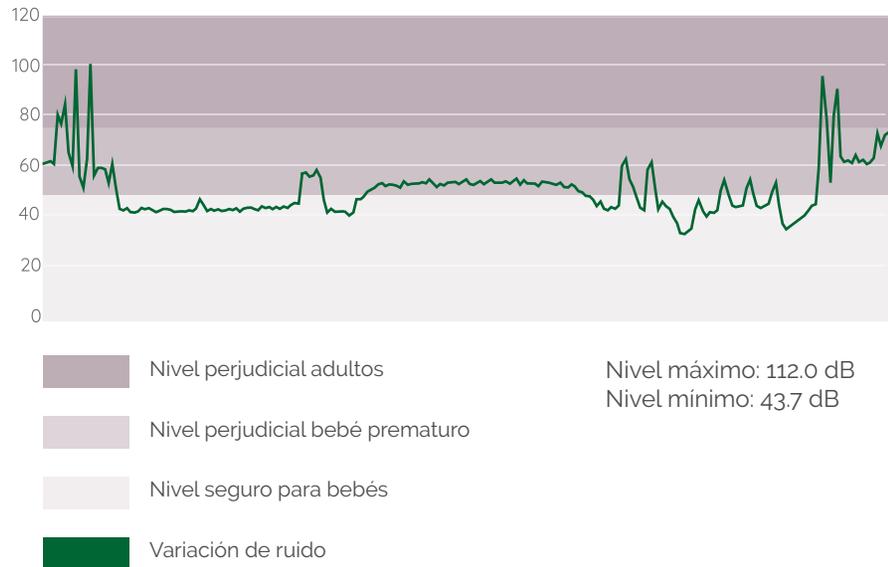
CONCLUSIONES:

En comparación con los otros materiales, la lana de roca demostró tener una de las mejores capacidades de aislamiento acústico. No obstante, es importante tener en cuenta que este material puede contener fibras de vidrio, lo cual representa un riesgo potencial para la salud del bebé prematuro. Por esta razón, se optó por considerar otras alternativas más seguras y adecuadas para el uso en la UCIN.

PRUEBA 6: LANA DE ROCA + ESPUMA ACUSTICA

Pruebas de aislación

Análisis de aislación acústica



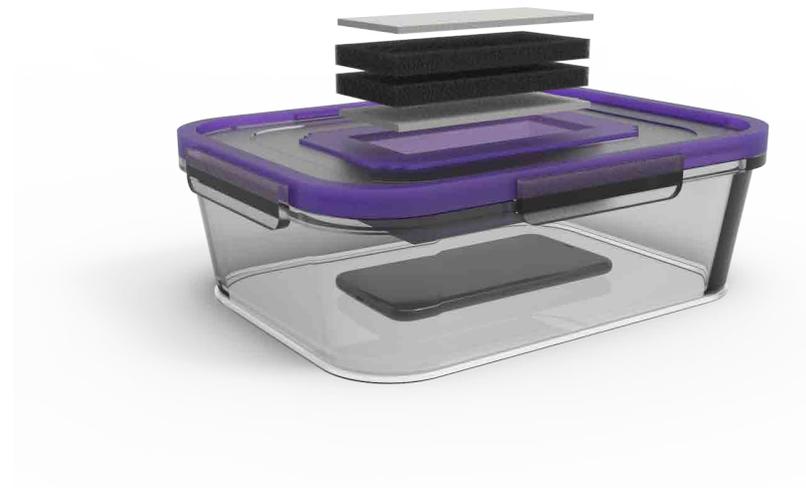
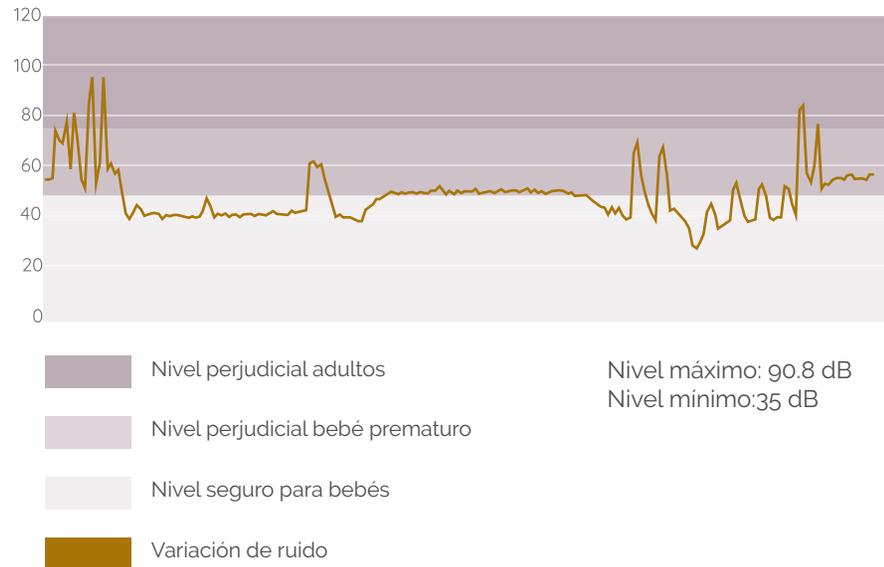
CONCLUSIONES:

Al realizar la combinación de estos dos materiales, se logró alcanzar un alto nivel de aislación acústica. No obstante, tras considerar cuidadosamente la seguridad de los bebés prematuros, se descartó su utilización debido a que algunos de los componentes presentes en la lana de roca aún podrían representar un riesgo para la salud de los recién nacidos. Por lo tanto, se decidió buscar otra alternativa para el proyecto.

PRUEBA 6: ESPUMA ACUSTICA + ALGODÓN

Pruebas de aislación

Tela de algodón: es un textil de origen vegetal que proviene de un arbusto llamado algodón, sus principales características se relacionan a que es especial para pieles sensibles como las de niños porque es hipoalergenico, suave y con alta absorvencia.

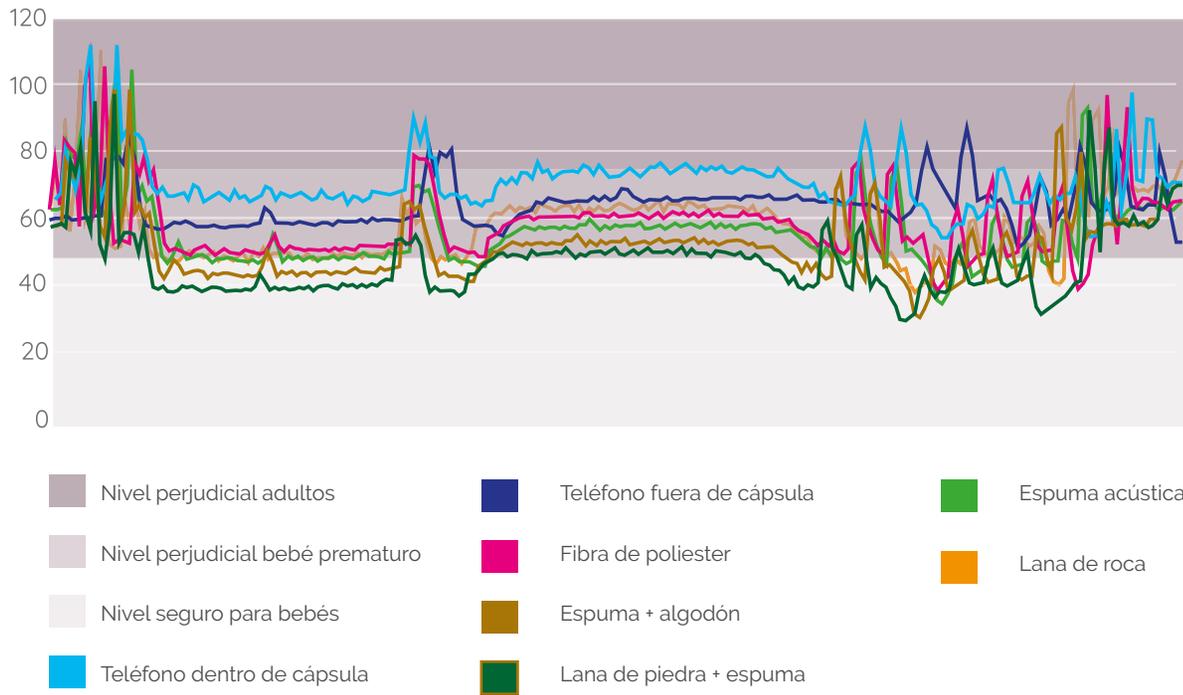


CONCLUSIONES:

Al llevar a cabo las pruebas de la espuma acústica en combinación con el algodón, se obtuvieron resultados muy prometedores. Esta combinación demostró ser la segunda mejor en términos de aislación acústica, después de la espuma en conjunto con la lana de roca. Además, a diferencia de la lana de roca, la espuma con algodón cumple con los estándares de seguridad requeridos para proteger a un bebé prematuro. Otro beneficio destacable es la flexibilidad y adaptabilidad del material, lo que lo convierte en una opción viable y segura para su implementación en la UCIN.

COMPARACIÓN NIVELES DE RUIDO

Pruebas de aislación



CONCLUSIONES:

El material que demostró tener la mayor capacidad de aislación acústica fue la lana de piedra junto con la espuma acústica. Sin embargo, debido a la preocupación por la seguridad y bienestar del bebé prematuro, se descartó el uso de la lana de piedra, ya que podría presentar riesgos para su salud. Por lo tanto, se optó por la segunda opción con mayor aislación, que consiste en utilizar dos capas de espuma acústica recubierta con tela 100% algodón, proporcionando un ambiente más silencioso y seguro para el bebé.

CONCLUSIONES

Pruebas de aislación

Durante el proceso de desarrollo de Babestu, el objetivo primordial fue encontrar una solución efectiva para reducir los altos niveles de ruido presentes en la UCIN y proteger la salud de los bebés prematuros. Se realizaron diversas pruebas y análisis de materiales para determinar cuál sería la mejor opción para lograr una adecuada aislación acústica.

Inicialmente, se consideró el uso de lana de piedra junto con la espuma acústica, ya que esta combinación demostró tener la mayor capacidad de aislación acústica. Sin embargo, se tomó la decisión de descartar la lana de piedra debido a las posibles implicaciones para la salud del bebé prematuro, ya que esta podría presentar riesgos.

Después de diversas evaluaciones, se llegó a la conclusión de que la mejor alternativa era utilizar dos capas de espuma acústica recubierta con tela 100% algodón. Esta combinación ofrecía una aislación acústica efectiva y segura para los bebés prematuros, sin comprometer su bienestar.

Es importante destacar que el diseño de Babestu no solo se enfoca en la eficacia del aislamiento acústico, sino también en la seguridad y comodidad del bebé prematuro. El uso de materiales hipoalergénicos y seguros fue una prioridad, garantizando que el dispositivo no representara ningún riesgo para la salud de los bebés y pudiera ser utilizado de manera segura en la UCIN.

EXPERIMENTACIÓN DE FORMA

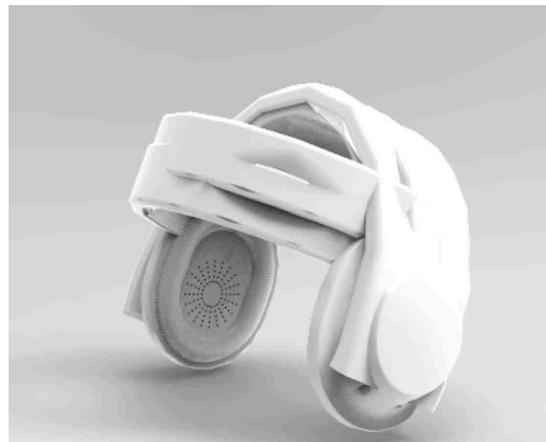
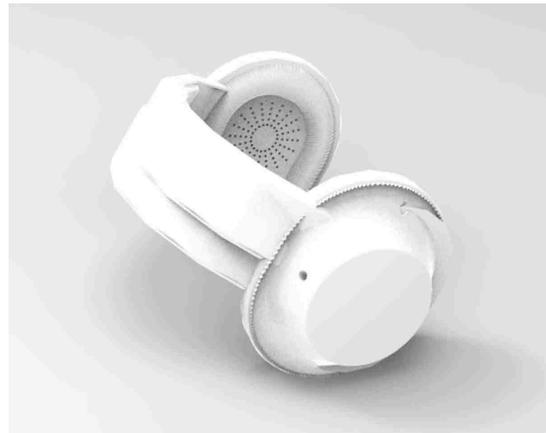


PRIMERA PROPUESTA

Audifonos aislantes

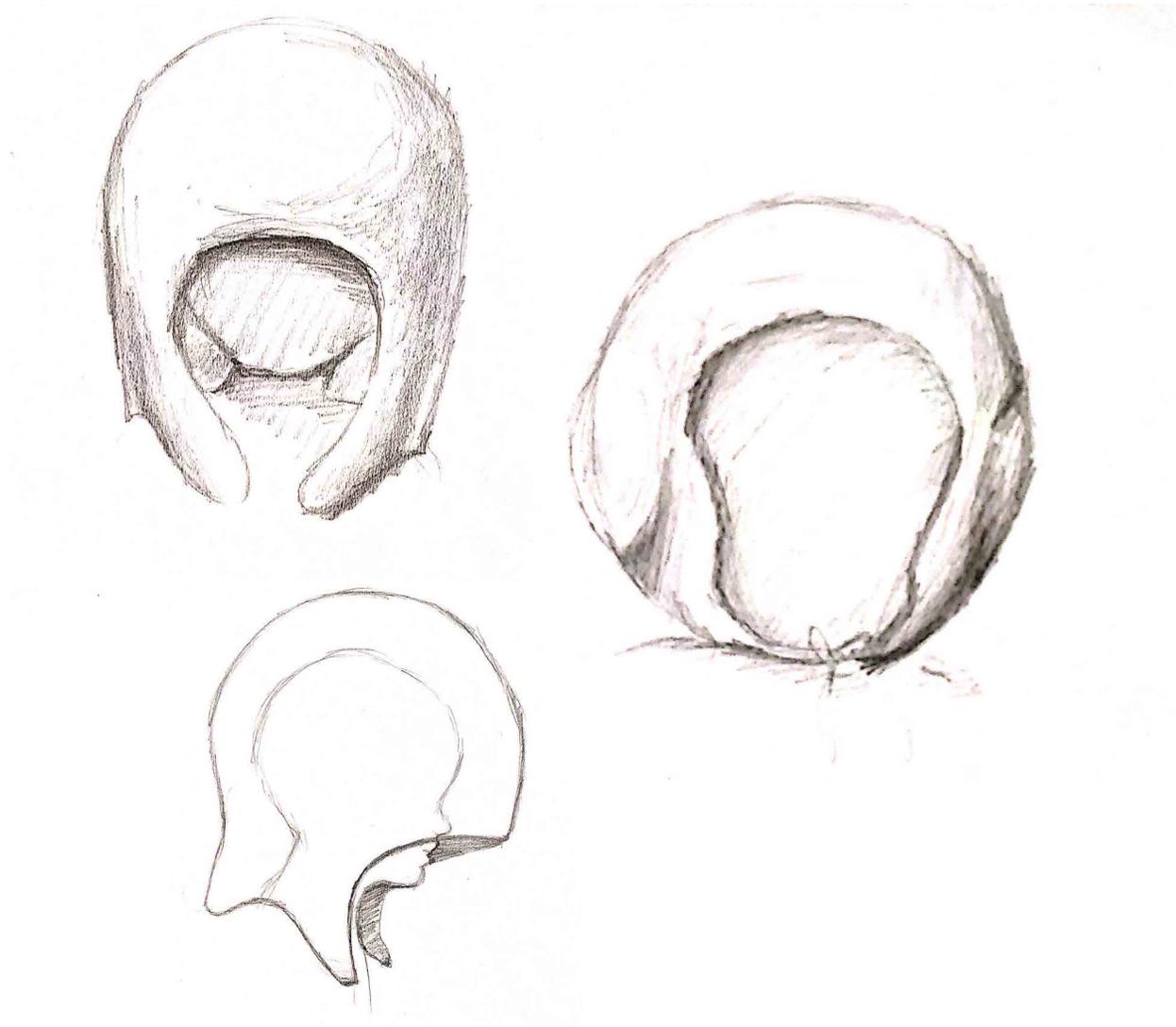
La primera iteración de forma fue inspirada en los audifonos de aislación sonora que existen actualmente en el mercado para bebés. Estos audifonos están enfocados a conciertos o lugares de alto nivel de ruido.

Así mismo en un comienzo se considero la idea de intervenir con el estímulo de la luz, sin embargo para el desarrollo final se priorizó el estímulo de el ruido dentro de las incubadoras.



SEGUNDA PROPUESTA

Casco de aislación acústica



La segunda iteración de forma fue el desarrollar un casco que aislara al bebé de los niveles de ruido dentro de la incubadora.

No se desarrollo esta idea debido a la necesidad de visibilidad que necesitan los profesionales de la salud. Así mismo el uso de materiales rígidos para el desarrollo del producto podría llegar a ser peligroso e invasivo para el bebé prematuro

TERCERA PROPUESTA

Cintillo aislante

Para la tercera iteración se tomó como referencia los cintillos que les ponen a los bebés cuando nacen. La idea era desarrollar un cintillo de tela relleno con materiales aislantes que cubriera los oídos y se ajustara a cualquier tamaño.

Al igual que las anteriores esta idea no siguió adelante debido a que no se adaptaba de manera correcta a la morfología del bebé y dejaba al descubierto la parte trasera de la cabeza, con lo que podrían enfriarse y ser perjudicial para su salud.



CUARTA PROPUESTA

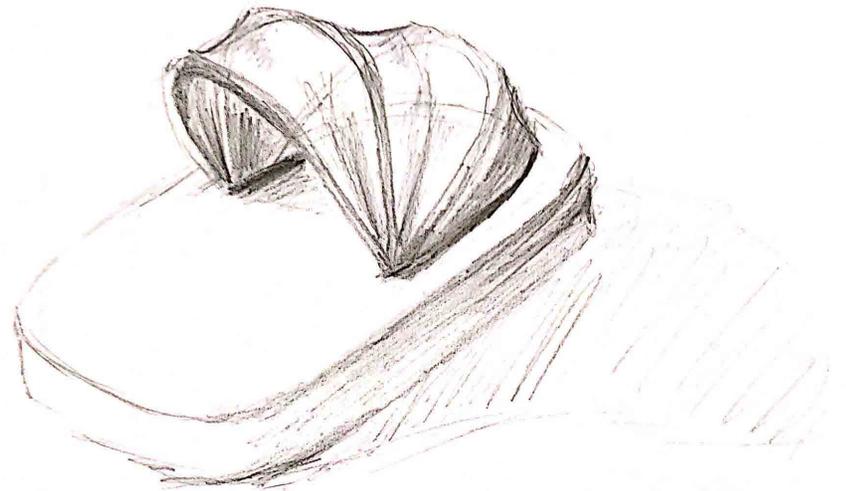
Cúpula retraible

Esta propuesta se centró en lograr un diseño altamente adaptable y seguro para el bebé prematuro. El enfoque principal fue garantizar que el dispositivo no tuviera contacto directo con la cabeza del bebé, asegurando su protección. La retracción del dispositivo también se consideró para facilitar su almacenamiento y uso por parte del personal médico.

El diseño contemplaba el uso de capas de materiales aislantes, como el algodón y la espuma, para cubrir la cabeza del bebé de manera no invasiva. Sin embargo, tras un análisis más detallado, se llegó a la conclusión de que esta propuesta presentaba dos desafíos fundamentales:

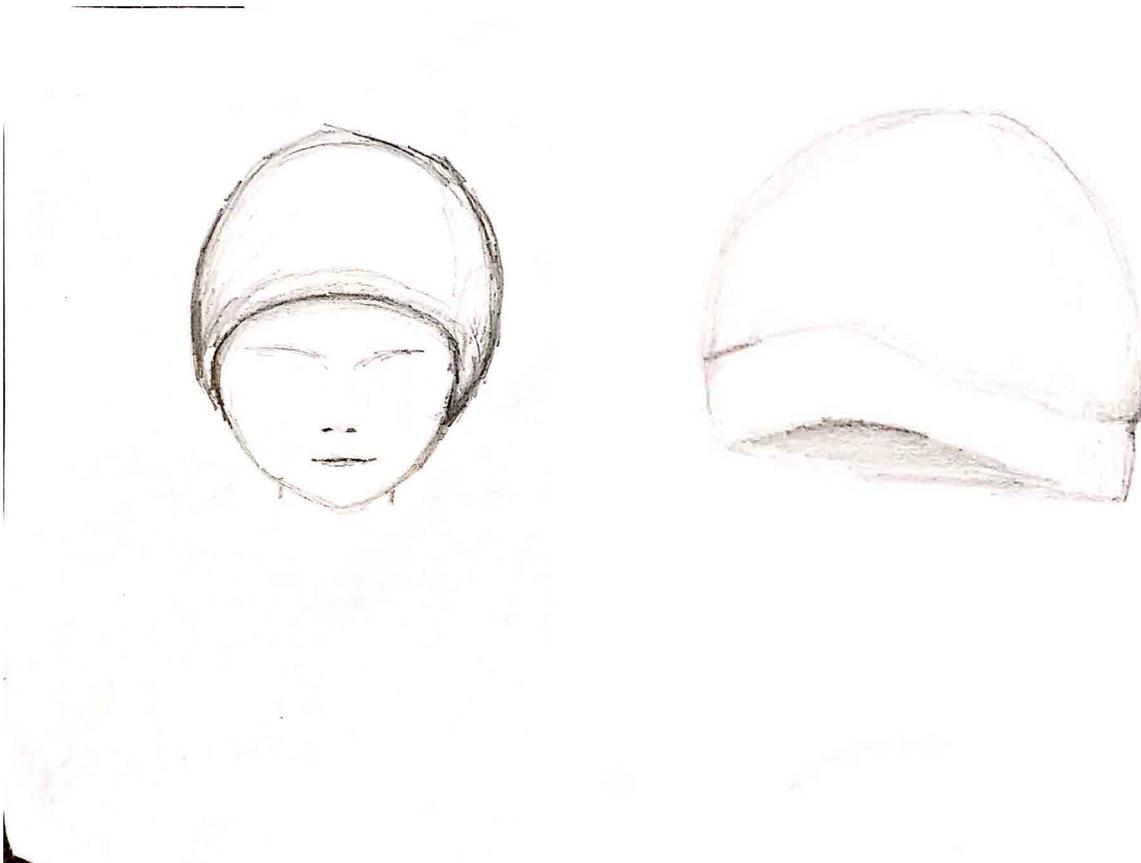
En primer lugar, se consideró que los bebés prematuros requieren terapias y estimulaciones constantes que a menudo ocurren fuera de la incubadora, lo que implicaría que el dispositivo no se adaptaría a estas necesidades y no podría ser utilizado durante dichas intervenciones.

En segundo lugar, al rodear la cabeza del bebé con una forma de cúpula, se concluyó que el nivel de aislación acústica que se lograría no sería suficiente para proporcionar un entorno totalmente seguro y silencioso para el bebé prematuro..



QUINTA PROPUESTA

Gorro protector



Uno de los pocos elementos de vestir que se permiten para un bebé prematuro son los gorros de algodones. Estos gorros cumplen con la función de regular la temperatura del bebé prematuro ya que estos al no estar 100% desarrollados no regulan bien su propia temperatura y a veces la regulación al interior de la incubadora no es suficiente para la temperatura corporal del bebé.

Para el desarrollo de esta propuesta se consideró utilizar espuma acústica al interior de el gorro para ayudar con la aislación sonora, de manera que protegiera al bebé de los ruidos y se adaptara a las terapias necesarias para el desarrollo del prematuro de manera segura.

Esta propuesta fue la base para el desarrollo de el prototipo final.

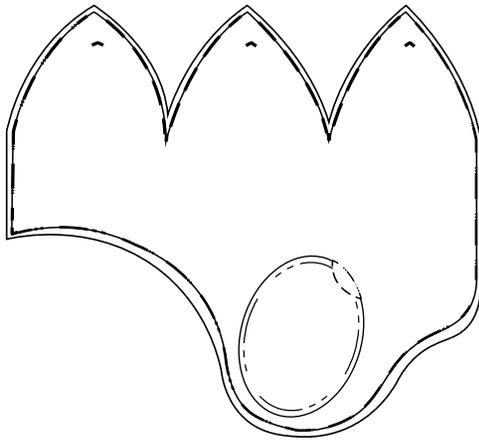


Babestu

*Dispositivo de indumentaria no invasivo para la reducción
acustica del entorno dentro de la incubadora*

BABESTU

Prototipo de aislación sonora de manera mecánica



Diseño de un gorro de tela que cubre el área del oído. Está confeccionado para garantizar la seguridad del bebé prematuro, ya que su interior está libre de costuras. Además, cuenta con dos bolsillos laterales donde se inserta el material de aislación sonora.



La materialidad utilizada es 100% algodón, lo que contribuye a regular la temperatura alrededor de la cabeza del prematuro.



Los aislantes acústicos de espuma acústica se adaptan perfectamente a la morfología del bebé y son seguros para su delicada piel.

MATERIALES

Prototipo de aislación sonora de manera mecánica



Máquina de coser para la confección del prototipo.



Hilo para la confección del prototipo.



Se utilizó tela 100% algodón, ya que es la tela más segura para los bebés prematuros.



Para confeccionar los aislantes de sonido se utilizó espuma acústica debido a que es biocompatible, seguro para los bebés y por su capacidad de aislación.

PATRONES Y TALLAJE

RN PREMATURO MODERADO:

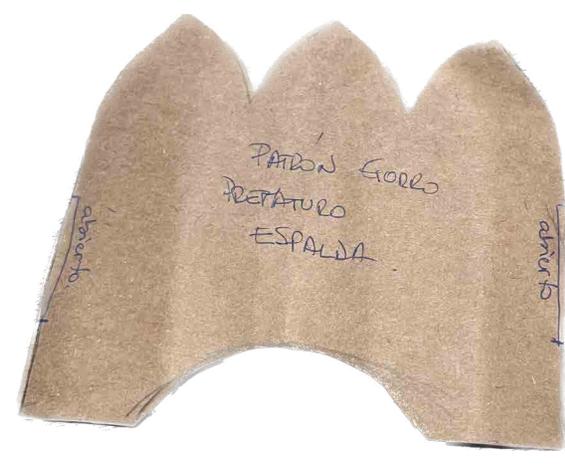
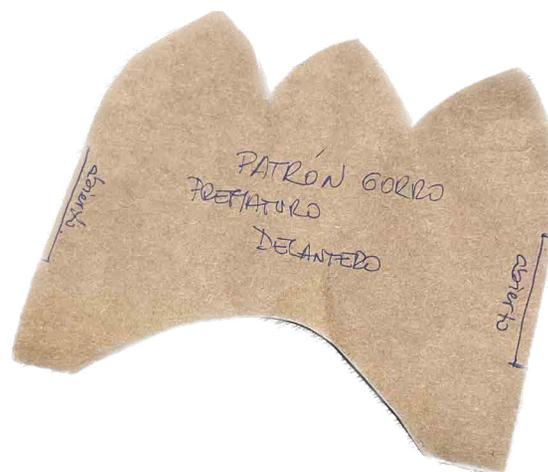
Edad: 32 - 34 semanas

Peso: Mayor a 1500 gr

Circunferencia cabeza: 30 cm

Diámetro: 8.8 cm

Altura: 10.5 cm



12. cm

13.6 cm

PROCESO DE CONFECCIÓN GORRO



Corte y dimensionado de molde en base al tallaje establecido con anterioridad.



Corte de la tela 100% algodón en base a molde establecido.



Unión de piezas para la confección del gorro.



Proceso de costura de las piezas para la confección del prototipo.

PRIMER PROTOTIPO

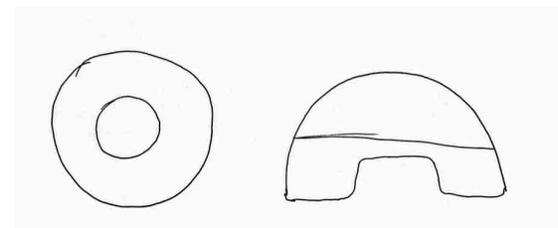


Durante la primera fase del prototipado, se observó que el primer diseño no se ajustaba de manera adecuada a la morfología de la cabeza del bebé prematuro. Las espumas planas no proporcionaban un agarre óptimo y sobresalían del prototipo, lo que generaba incomodidad en el bebé.

SEGUNDO PROTOTIPO



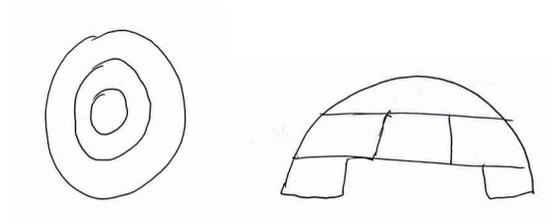
Con el objetivo de mejorar el diseño, se realizaron ajustes en la forma de las espumas para crear una concavidad más pronunciada. Sin embargo, a pesar de este cambio, el tamaño aún no se ajustaba de manera óptima a la morfología del bebé.



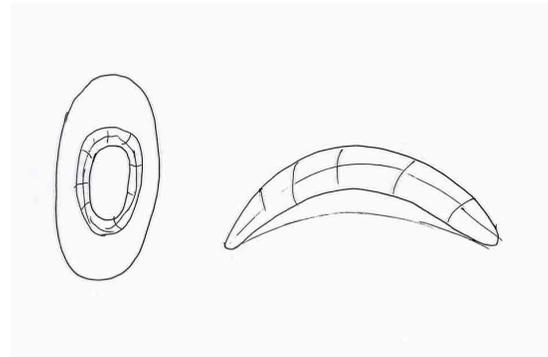
TERCER PROTOTIPO



En el siguiente prototipo, se decidió cambiar la forma de agarre de la tela a la espuma para mejorar la adaptabilidad del gorro. A pesar de este cambio, las espumas continuaban sobresaliendo más de lo deseado, lo que seguía siendo un inconveniente.



CUARTO PROTOTIPO



Finalmente, tras ajustar la concavidad de las espumas acústicas, se logró un ajuste más preciso a la morfología de la cabeza del bebé. Además, se logró adecuar el tamaño y la confección del gorro para garantizar una aislación acústica segura y protegida. Con estos cambios, el prototipo alcanzó el objetivo deseado de proporcionar una solución efectiva y cómoda para reducir los estímulos sonoros en la UCIN y brindar un ambiente más adecuado para el desarrollo del bebé prematuro.

BABESTU

Indumentaria no invasiva para reducir los niveles de ruido dentro de las incubadoras neonatales

El proyecto Babestu es un dispositivo médico no invasivo de aislación acústica para bebés prematuros que se encuentran en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). Su objetivo es reducir los estímulos sonoros negativos presentes en la UCIN, proporcionando un ambiente más silencioso y seguro para el desarrollo óptimo de los bebés prematuros. El dispositivo consiste en un gorro de tela con dos capas de espuma acústica recubierta de tela de algodón, que se adapta a la morfología de la cabeza del bebé. De esta manera, Babestu busca proteger y brindar confort a los bebés prematuros, evitando los efectos perjudiciales del ruido excesivo en su salud y bienestar.



Utiliza materiales biocompatibles y seguros para el bebé. Se complementa con los objetos presentes en la incubadora y no interfiere en las terapias. Al ser de algodón ayuda a regular la temperatura.



Se ajusta a la morfología de la cabeza de el bebé prematuro. Tiene espumas extraíbles para facilitar el lavado y mantener la higiene.

BABESTU

Indumentaria no invasiva para reducir los niveles de ruido dentro de las incubadoras neonatales

El proyecto Babestu utiliza un sistema de aislamiento de ruido mediante espumas acústicas colocadas a ambos lados del oído del bebé. Estas espumas están diseñadas de manera industrial, utilizando un molde que se ajusta perfectamente a las dimensiones y morfología de la cabeza del bebé prematuro. Al tener una forma cóncava, generan un espacio aislante y seguro que rodea al bebé, protegiéndolo de los estímulos sonoros negativos presentes en la UCIN.

La utilización de espumas acústicas como aislante es una opción segura y efectiva, ya que este material es biocompatible, hipoalergénico y no representa riesgos para la salud del bebé prematuro. Al estar recubiertas de algodón, se refuerza aún más la seguridad y confort del usuario.

El diseño del gorro con espumas acústicas proporciona una barrera protectora alrededor del oído del bebé, evitando que los estímulos sonoros excesivos afecten su delicado sistema auditivo y contribuyendo a un ambiente más silencioso y seguro para su desarrollo. Además, al estar adaptado a la morfología del bebé, el gorro asegura un ajuste adecuado y cómodo, lo que mejora su eficacia como aislante acústico y garantiza la comodidad del bebé prematuro mientras se encuentra en la UCIN.



MODELO DE NEGOCIOS

ASOCIACIONES CLAVES

Fundaciones y organizaciones dispuestas a financiar proyectos de innovación médica.
Clínicas, hospitales y doctores dispuestos a colaborar en el proyecto.
Unidad de neonatología UC.
Gracias a las asociaciones claves se podrá validar la efectividad del producto.

ACTIVIDADES CLAVES

Que el proyecto cumpla su función.
Que los materiales utilizados no generen daño al bebé.
Relación cercana con los clientes servicio de posventa ante cualquier daño del producto con 1 año de garantía.

RECURSOS CLAVE

Recurso intelectual.
Personal capacitado tanto para la etapa de fabricación como para el funcionamiento del producto.
Producto debe estar aprobado por entidades reguladoras tanto en Chile como en el extranjero.

RELACIONES CON LOS CLIENTES

Relación directa: Clínica y hospitales Interacción directa con usuarios en clínicas y hospitales para obtener feedback
Promoción del producto en ferias y foros de medicina.

CANALES DE DISTRIBUCIÓN

Fundaciones y organizaciones dispuestas a financiar proyectos de innovación médica.
Clínicas, hospitales y doctores dispuestos a colaborar en el proyecto.
Unidad de neonatología UC.

SEGMENTO DE CLIENTES

Clínicas y hospitales con unidad de cuidados intensivos neonatales.
Bebés prematuros.
Padres de bebés prematuros.

PROPUESTA DE VALOR

El valor del proyecto se encuentra en ofrecer un complemento de protección sensorial para los bebés prematuros en el entorno de la UCIN, al ser una herramienta que se complementa con los instrumentos médicos ya presentes en el entorno de la UCIN permitiría la protección de los bebés ante estímulos negativos sin tener que cambiar la implementación actual. Ofreciendo un óptimo desarrollo a los bebés prematuros e interviniendo en las patologías que luego podrían llegar a generarse por una exposición constante a estímulos negativos.

ESTRUCTURA DE COSTOS

Fabricación del producto: Arriendo local, sueldos empleados e insumos.
Estudios que validen la eficacia del producto.
Inversionistas privados y doctores que quieran aportar a la investigación.

FUENTES DE INGRESO

La fuente de ingreso será la venta directa del producto.
Despacho directo desde fábrica a hospitales.

MODELO DE NEGOCIOS

Gastos directos	Detalles	Gastos del proyecto
Material gorro	Genero	\$ 12,000
Costura		\$ 44,000
Ensamblaje		\$ 10,000
Espuma acustica	Costo material	\$ 20,000
Desarrollo molde		\$ 30,000
Dimensionado material		\$ 10,000
Diseño página web		\$ 300,000
Marketing		\$ 130,000
Total		\$ 556,000

Costos directos	Gastos del proyecto
Material gorro	\$ 1,000
Costura gorro	\$ 5,000
Hilo	\$ 1,000
Espuma de relleno	\$ 2,000
Total	\$ 9,000

Precio estimado de venta	\$ 20,000 por unidad
--------------------------	----------------------



Babestu

*Dispositivo de indumentaria no invasivo para la reducción
acústica del entorno dentro de la incubadora*



DISEÑO DE MARCA



Babestu

Dispositivo de indumentaria no invasivo para la
reducción acústica del entorno UCIN



Pantone
2617 C



Pantone
7439 C

Aa

ABCDEFGHIJKLMNÑ
OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmn
ñopqrstuvwxyz

El nombre "Babestu" fue elegido con base en las raíces vascas de mi familia, que siguen estando muy presentes en mi entorno. En vasco, "Babestu" significa proteger, lo cual refleja el mensaje central de la marca. Además, el nombre se asocia con la palabra "babe", que remite a los bebés, evocando así la idea de proteger a estos pequeños seres.

Para el diseño de la marca, se optó por una figura minimalista, utilizando la tipografía "COCOGOOSE", cuyas formas redondeadas suavizan el logotipo sin alejarse del aspecto gráfico de un dispositivo médico.

El color morado se eligió para darle vida a la marca y romper con la monotonía de los colores azules y blancos que suelen predominar en los dispositivos médicos en general.

Con esta elección de nombre, tipografía y color, Babestu busca transmitir la idea de protección y cuidado hacia los bebés prematuros, ofreciendo una propuesta fresca y diferenciadora en el ámbito de la salud neonatal.

PROYECCIONES Y CONCLUSIONES



PROYECCIONES

Como proyecciones a futuro de Babestu en primer lugar, es necesario considerar la posibilidad de ampliar la funcionalidad de Babestu para abordar otros estímulos negativos presentes en la UCIN, como los niveles de luz. El diseño del dispositivo podría integrar una capa adicional de aislación lumínica que permita mantener un ambiente más tenue y propicio para el descanso y desarrollo de los bebés prematuros. La comodidad del bebé prematuro también debe ser prioritaria, por lo que se requerirá investigar y desarrollar materiales y ajustadores de postura que ofrezcan un soporte óptimo para su bienestar físico y emocional.

Asimismo, se debe llevar a cabo una investigación profunda sobre las medidas de seguridad que se deben implementar para la aplicación de este prototipo en la UCIN. Contar con la aprobación y respaldo científico de expertos en el área de neonatología y diseño para la salud será crucial para garantizar la eficacia y seguridad del dispositivo. La colaboración con profesionales de la salud, ingenieros y diseñadores será esencial para optimizar el diseño y asegurar que Babestu cumpla con los más altos estándares de calidad y seguridad en su implementación.

Además, se deberá realizar un seguimiento y evaluación continua de la efectividad y satisfacción del dispositivo en el entorno de la UCIN. La retroalimentación de los médicos, enfermeras y familias de los bebés prematuros será fundamental para realizar mejoras y adaptaciones según las necesidades específicas de cada bebé y unidad de cuidados intensivos.

CONCLUSIONES

El proceso de diseño de Babestu enfrentó diversas problemáticas relacionadas con la adquisición de materiales, sin embargo, tras varios intentos, se logró desarrollar un prototipo que ofrece respuestas integrales y adecuadas a las dificultades presentes en la UCIN para los bebés prematuros. Para facilitar este proceso, se realizaron investigaciones y se contó con la colaboración de profesionales de la salud, lo que permitió diseñar un dispositivo médico seguro y efectivo.

Al abordar esta problemática poco común, se evidencio la importancia de generar soluciones para bebés que no pueden expresar sus necesidades. Esto nos otorga una responsabilidad significativa como futuros profesionales en el área del diseño para la salud, donde el enfoque en la atención y bienestar de estos bebés prematuros es primordial.

La investigación llevada a cabo reveló que el ruido dentro de una incubadora incluso supera los niveles de ruidos externos, lo que resalta aún más la necesidad de Babestu como una herramienta efectiva para atenuar los estímulos negativos presentes en este entorno. Con su capacidad de aislación acústica, Babestu ofrece una solución integral para brindar un ambiente más seguro y propicio para el desarrollo saludable de los bebés prematuros en la UCIN.

En conclusión, el diseño y desarrollo de Babestu representa un avance significativo en la atención y cuidado de los bebés prematuros en la UCIN. Su enfoque en la seguridad y bienestar de estos pequeños luchadores, junto con su capacidad de ofrecer respuestas adaptadas a las necesidades de los bebés prematuros, destaca la importancia de la innovación y la responsabilidad que conlleva trabajar en el área del diseño para la salud. Con Babestu, se busca generar un impacto positivo en la calidad de vida de estos bebés, proporcionándoles un ambiente enriquecido y seguro para su crecimiento y desarrollo óptimo en los primeros días de vida.

REFERENCIAS

- Antonucci, R., Porcella, A., & Fanos, V. (2009). *The infant incubator in the neonatal intensive care unit: unresolved issues and future developments*. *Journal of Perinatal Medicine*, 37(6). Recuperado de : <https://doi.org/10.1515/jpm.2009.109>
- Balest, A. L. (2022, November 18). *Recién nacidos prematuros. Manual MSD Versión Para Público General*. Recuperado de: <https://www.msmanuals.com/es-cl/hogar/salud-infantil/problemas-generales-del-reci%C3%A9n-nacido/reci%C3%A9n-nacidos-prematuros>
- Bellieni, C. V., Buonocore, G., Pinto, I., Stacchini, N., Cordelli, D. M., & Bagnoli, F. (2003b). *Use of Sound-Absorbing Panel to Reduce Noisy Incubator Reverberating Effects*. *Neonatology*, 84(4), 293–296. Recuperado de: <https://doi.org/10.1159/000073637>
- Birnholz, J. C., & Benacerraf, B. R. (1983). *The Development of Human Fetal Hearing*. *Science*, 222(4623), 516– 518. Recuperado de: <https://doi.org/10.1126/science.6623091>
- Catalán Urra, D., Arenas, J. P., & Gerges, S. N. (2017). *Determinación de la atenuación en dispositivos auditivos tipo orejera aplicados en la protección, comunicación y entretenimiento con control activo de ruido*. *Síntesis Tecnológica*, 4(2), 51–68. Recuperado de: <https://doi.org/10.4206/sint.tecnol.2011.v4n2-07>
- Douek, E., Dodson, H., Bannister, L., Ashcroft, P., & Humphries, K. (1976). *EFFECTS OF INCUBATOR NOISE ON THE COCHLEA OF THE NEWBORN*. *The Lancet*, 308(7995), 1110–1113. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(76\)91088-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(76)91088-6)
- García, R. (2013). *TIPOS DE AISLANTES*. Obtenido de <http://www.comoinsonorizar.com/p/tipos-de-aislantes.html>
- Gerhardt, K. J., & Abrams, R. M. (2000). *Fetal Exposures to Sound and Vibroacoustic Stimulation*. *Journal of Perinatology*, 20(S1), S21–S30. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/sj.jp.7200446>
- Hepper, P. G., & Shahidullah, B. S. (1994). *Development of fetal hearing*. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*, 71(2), F81–F87. Recuperado de: <https://doi.org/10.1136/fn.71.2.f81>
- HERNÁNDEZ, D. R. (2012). *Sonómetro digital*. Ciudad de México: *Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Recuperado de: https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2247/AlzateSara_2018_DispositivoAislarRuido.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hübner G, M. E., & Ramírez F, R. (2002). *Sobrevida, viabilidad y pronóstico del prematuro*. *Revista Médica De Chile*, 130(8). Recuperado de: <https://doi.org/10.4067/s0034-98872002000800015>
- Inadvertent Noise in Neonatal Intensive Care Unit and its Impact on Prematurely Born Infants | Biomedres. (2018, November 19). *Biomedical*. Recuperado de: <https://biomedres.us/fulltexts/BJSTR.MS.ID.002063.php>
- Iluminación en unidades de cuidados intensivos neonatales: actualización y recomendaciones*. (2016). *Archivos Argentinos De Pediatría*, 114(04). Recuperado de: <https://doi.org/10.5546/aap.2016.361>
- Joo, S. H., & Kim, T. I. (2020). *Noise Level and Frequency Experienced by Premature Infants Receiving Incubator Care in the Neonatal Intensive Care Unit*. *Child Health Nursing Research*, 26(2), 296–308. Recuperado de: <https://doi.org/10.4094/chnr.2020.26.2.296>
- Ku, B., & Lupton, E. (2022). *Health Design Thinking, second edition: Creating Products and Services for Better Health* (Expanded). The MIT Press.
- Marik, P. E., Fuller, C., Levitov, A., & Moll, E. (2012). *Neonatal incubators*. *Pediatric Critical Care Medicine*, 13(6), 685–689. Recuperado de: <https://doi.org/10.1097/pcc.0b013e31824ea2b7>
- NeoNook - *Neonatal Infant Care* - The Index Project. (n.d.). Recuperado de: <https://theindexproject.org/award/nominees/1057>
- Olejnik, B. K. (2018). *Inadvertent Noise in Neonatal Intensive Care Unit and its Impact on Prematurely Born Infants*. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 11(2). Recuperado de: <https://biomedres.us/fulltexts/BJSTR.MS.ID.002063.php>
- OMS, 2019 *Nacimientos prematuros*. (2018, February 19). Organización Mundial De La Salud. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/preterm-birth>

Parra, J., de Suremain, A., Berne Audeoud, F., Ego, A., & Debillon, T. (2017). *Sound levels in a neonatal intensive care unit significantly exceeded recommendations, especially inside incubators*. *Acta Paediatrica*, 106(12), 1909–1914. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/apa.13906>

Rodríguez-Montaña, V. M., Beira-Jiménez, J. L., Puyana-Romero, V., Cueto-Ancela, J. L., Hernández-Molina, R., & Fernández-Zacarias, F. (2022). *Acoustic conditioning of the neonatal incubator compartment: Improvement proposal*. *Frontiers in Pediatrics*, 10. Recuperado de: <https://doi.org/10.3389/fped.2022.955553>

Sara Isabel Alzate Ramirez, & Carolina Moreno Patiño. (2017). *Dispositivo para aislar el ruido de los bebés en la UCIN del Hospital General de Medellín*. UNIVERSIDAD EIA INGENIERÍA BIOMÉDICA ENVIGADO. Recuperado de: https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2247/AlzateSara_2018_DispositivoAislarRuido.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Toro N, C. M. (2020, August). *Seguimiento prematuros moderados y tardíos en APS*. *Medicina.Uc.Cl*. Recuperado de: <https://medicina.uc.cl/publicacion/seguimiento-prematuros-moderados-y-tardios-en-aps/#:~:text=Un%207%2C2%25%20del%20total,de%20este%20grupo%20de%20prematuros.&text=El%20par to%20prematuro%20es%20el,EG%20menor%20a%2037%20semanas>

Wachman, E. M., & Lahav, A. (2010). *The effects of noise on preterm infants in the NICU*. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*, 96(4), F305–F309. Recuperado de: <https://doi.org/10.1136/adc.2009.182014>

Altuncu, E., Akdeniz, C., Demirel, N., & Kıymet, E. (2018). Effect of ambient noise on physiological and behavioral responses of preterm infants in the neonatal intensive care unit. *Noise & Health*, 20(96), 228–234. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_41_17

American Academy of Pediatrics. (2014). Noise: A hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics*, 133(2), 317–318. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3433>

Bellieni, C. V., Buonocore, G., & Nenci, A. (2009). Is developmental care for preterm neonates neuroprotective? *Pediatrics*, 124(1), 218–219. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-3303>

Ghorbani, F., Amin, S. B., Burchfield, D. J., & Wang, H. (2018). Effect of different neonatal sound levels on the preterm brain: A randomized controlled trial. *The Journal of Pediatrics*, 195, 31–37.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.10.048>

Gray, L., Philbin, K., McGrath, P., & McCutcheon, H. (2012). Levels of noise in neonatal intensive care units are higher than recommended. *Acta Paediatrica*, 101(2), e72–e74. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02486.x>

Kohelet, D., Arbel, E., Bader, D., & Maayan-Metzger, A. (2019). The effect of rooming-in on neonatal noise in the newborn intensive care unit. *Journal of Perinatology*, 39(3), 437–441. <https://doi.org/10.1038/s41372-018-0272-3>

Senthilkumar, N., Abiramalatha, T., Lalitha, A., & Rao, R. S. (2019). Effect of ear-plugs on noise-induced stress during neonatal intensive care unit stay: A randomized controlled trial. *Journal of Caring Sciences*, 8(3), 143–147. <https://doi.org/10.15171/jcs.2019.022>

Shetty, S. M., Kapadia, V., Rao, S., Bhat, S., & Lewis, L. E. (2017). Noise levels in neonatal intensive care unit and its effects on the neonates. *Indian Journal of Pediatrics*, 84(7), 512–516. <https://doi.org/10.1007/s12098-017-2283-3>

Sweet, D. G., Carnielli, V., Greisen, G., Hallman, M., Ozek, E., Te Pas, A., ... & Halliday, H. L. (2019). European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome - 2019 Update. *Neonatology*, 115(4), 432–450. <https://doi.org/10.1159/000499361>

Wang, L., Tan, L., & Zhu, X. (2015). Noise in neonatal intensive care units: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 52(11), 1770–1779. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.06.018>