



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ÁREA ACADÉMICA DE ENFERMERÍA

ESPECIALIDAD EN ENFERMERÍA NEONATAL



TESIS

Fuentes generadoras de ruido en el servicio de neonatología que superan los 45 dB y su asociación con la intensidad de dolor en el neonato hospitalizado en un hospital de segundo nivel de la Ciudad de México

Para obtener el título de
Especialista en Enfermería Neonatal

PRESENTA

L.E. Angelica Yoloxochitl Del Angel Ortiz

Director

Dra. Angélica Saraí Jiménez Osorio

Codirector

M.C.E. Olga Rocío Flores Chávez

Pachuca de Soto, Hgo., México, febrero 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIDAD EN ENFERMERÍA NEONATAL

Fuentes generadoras de ruido en el servicio de neonatología que superan los 45 dB y su asociación con la intensidad de dolor en el neonato hospitalizado en un hospital de segundo nivel de la Ciudad de México

Presenta

L.E. Angelica Yoloxochitl Del Angel Ortiz

ATENTAMENTE

Pachuca, Hgo., febrero de 2024.

“Amor, Orden y Progreso”

Sinodales

Presidente: Dr. Octavio Alejandro Jiménez Garza

Secretario: Dra. Angélica Saraí Jiménez Osorio

Vocal 1: MCE. Olga Rocío Flores Chávez

Vocal 2: MCE. Lizbeth Morales Castillejos

Vocal 3: Dra. Claudia Teresa Solano Pérez

Suplente 1: Dr. Diego Estrada Luna



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
Instituto de Ciencias de la Salud
School of Medical Sciences
Área Académica de Enfermería
Department of Nursing

08/02/2024

Of. Núm. 085/2024

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar
Presente.

El Comité Tutorial del **PROYECTO TERMINAL** del programa educativo de posgrado titulado **"FUENTES GENERADORAS DE RUIDO EN EL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA QUE SUPERAN LOS 45 DB Y SU ASOCIACIÓN CON LA INTENSIDAD DE DOLOR EN EL NEONATO HOSPITALIZADO EN UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"**, realizado por la sustentante **ANGÉLICA YOLOXOCHITL DEL ÁNGEL ORTIZ** con número de cuenta **467833** perteneciente al programa de **ESPECIALIDAD EN ENFERMERÍA NEONATAL**, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que la sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

Atentamente

"Amor, Orden y Progreso"

San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo a 08 de febrero de 2024

El Comité Tutorial

Dra. Angélica Saraí Jiménez
Osorio
Director de tesis

MCE. Olga Rocío Flores
Chávez
Co-director de tesis

Dr. Octavio Alejandro
Jiménez Garza
Miembro del comité

MCE. Lizbeth Morales
Castillejos
Miembro del comité

Dra. Claudia Teresa Solano
Pérez
Miembro del comité

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
<i>Capítulo I. Introducción</i>	3
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Pregunta de investigación	5
1.3 Objetivo general	6
1.3.1 Objetivos específicos	6
1.4 Hipótesis	6
1.5. Marco Teórico Conceptual	7
1.6 Estudios relacionados	17
1.7. Operacionalización de las variables	21
<i>Capítulo II. Metodología</i>	24
2.1. Diseño del estudio	24
2.2. Población	24
2.3. Criterios de selección	24
2.4. Límites de tiempo y espacio	25
2.5 Instrumento	25
2.6 Procedimiento de recolección de datos	26

2.7. Consideraciones éticas	27
2.8. Plan de análisis estadístico	29
Capítulo III. Resultados	30
Capítulo IV Discusión	40
4.1 Discusión	40
4.2 Conclusión	42
4.3 Limitaciones	42
4.4 Sugerencias	43
Referencias	45
Glosario	54
Anexos	55

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales estudios previos que sustentan la viabilidad de esta investigación	17
Tabla 2. Operacionalización de las variables	21
Tabla 3 Decibeles máximos registrados por día y su temporalidad en los 3 servicios	32
Tabla 4 Actividades o fuentes (equipos) que generan ruido en la UCIN	34
Tabla 5 Análisis de variaciones promedios entre turnos dentro de un servicio	35
Tabla 6 Decibeles en los servicios y número de personas por turno	36
Tabla 7 Frecuencia de alteraciones evaluados en la escala NIPS y nivel de dolor	38

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Decibeles promedio en los 3 servicios, cuneros de alto riesgo, bajo riesgo y la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales en el periodo de junio–julio 2022.	31
Gráfico 2 Nivel de alteraciones en la conciencia por servicio.	39

ACRÓNIMOS

AAP: Academia Americana de Pediatría

dB : Decibeles

FC: Frecuencia Cardiaca

FR: Frecuencia respiratoria

NIPS : Escala Neonatal e Infantil de dolor

OMS : Organización Mundial de la Salud

SPO2: Saturación de Oxígeno en porcentaje

UCIN : Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a la Dra. Angelica Saraí Jiménez por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por creer en este proyecto y creer en mí.

Gracias a mis padres y a mi hermano que siempre han procurado mi bienestar y que directa o indirectamente me apoyaron en esta etapa estudiantil.

Gracias Migo por creer en lo nuestro, por tenerme paciencia y no rendirme, por ser mi apoyo y mi inspiración, por ser mi amigo y mi gran amor, gracias por no soltarme cuando más te necesite, Realmente y de corazón Gracias por absolutamente TODO.

DEDICATORIA

A ti: mi bebe celestial que viniste a este mundo para darnos una lección de amor, de sencillez de humildad, de lucha por la vida y de entrega impresionante. Tu paso por este mundo hizo que todo valiera la pena. El dolor que siento ahora es grande, pero el amor que te tengo es mayor.

Te ama eternamente, mamá.

RESUMEN

Introducción. La Academia Americana de Pediatría, indica que el ruido es el mayor contaminante físico en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN). Se recomienda que los niveles sonoros continuos no excedan los 45 dB, dado que el exceso de ruido produce efectos adversos a corto y largo plazo como dolor neonatal, cambios conductuales y emocionales, así como alteración permanente en la percepción neuroanatómica del dolor.

Objetivo. Asociar la intensidad de dolor en el neonato con los decibeles emitidos en el servicio de Neonatología de un hospital de segundo nivel

Metodología. Estudio con enfoque cuantitativo, diseño observacional, transversal y analítico. Por cada turno y servicio se determinaron los dB con un sonómetro en el ambiente y en las fuentes generadoras de ruido. Se aplicó la escala para evaluar el dolor neonatal (NIPS) y se analizó su relación con las fuentes que superan los 45 db, utilizando el programa STATA v.14.

Resultados. En todas las evaluaciones de los 3 turnos se superaron los 45 dB (rango de 60–70 dB en promedio). Se registraron menores decibeles promedio en la UCIN y mayores en el cunero de bajo riesgo durante el turno nocturno. Respecto a la asociación entre ruido y dolor, se observó que el llanto y la expresión facial fueron los patrones alterados más frecuentes.

Conclusión. No se observó relación de lo dB con el dolor, aunque el nivel de conciencia se encontró alterado en los servicios con dB superiores. En todos los servicios el ruido superó los 45 dB y las fuentes estructurales son las que producen ruidos continuos. Se requieren estudios longitudinales en mayor tiempo para evaluar los efectos fisiológicos a mediano y largo plazo.

ABSTRACT

Introduction. The American Academy of Pediatrics indicates that noise is the major physical pollutant in neonatal intensive care units. It is recommended that continuous sound levels should not exceed 45 dB, because the excess of noise could produce short- and long-term adverse effects, like neonatal pain, behavioral and emotional changes, as well as permanent alteration in the neuroanatomical perception of pain.

Objective. To associate the intensity of neonatal pain with dB emitted in Neonatology service in a Hospital of second level of attention.

Methodology. A quantitative, observational, transversal and analytical study was carried out. For each shift and service, we register dB with a sound level meter in each room and noise source. Additionally, it was applied to the Neonatal Infant Pain Scale and its relationship with noise was analyzed using the STATA v.14 statistic program.

Results. In all evaluations of each shift, the noise levels exceeded the 45 dB (range: 60 to 70 dB on average). The lowest db recorded in the NICU and the highest in low-risk nurseries were found during the night shift. Regarding the association between noise and pain, it was observed that crying and facial expression were the most frequent altered patterns.

Conclusion. No relationship between dB and pain was observed, although the level of consciousness was found to be altered in services with higher dB. In all services the noise exceeded 45 dB and the structural sources are those that produce continuous noise. Longitudinal studies over a longer period of time are required to evaluate the physiological effects in the medium and long term.

Capítulo I. Introducción

El periodo neonatal comprende desde el momento de nacimiento hasta los primeros 28 días de edad, lo que constituye la etapa más vulnerable de la vida del ser humano. Durante este periodo existe mayor riesgo de desarrollar enfermedades, complicaciones, secuelas y muerte, relacionadas con la exposición a estímulos ambientales. A menor edad gestacional y a menor peso al nacer, mayores son las posibilidades de compromiso en el neurodesarrollo (López Baca y Zegarra Tapia, 2019).

Según Fernández (2004), el medio ambiente de una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) está diseñado para sostener médicamente al frágil recién nacido prematuro, lo cual contrasta ampliamente con el pacífico medio ambiente intrauterino. Así, el medio ambiente de la UCIN, puede interferir en sus estados conductuales y en la capacidad de desarrollar respuestas adaptativas, debido a que se caracteriza por ser excesivamente estimulante, comprometiendo la recuperación de los recién nacidos, la capacidad laboral del equipo y la satisfacción de los acompañantes.

Desde el año 2000, se ha sugerido que la UCIN cuente con programas para la evaluación, control y reducción de niveles sonoros, por lo que se recomendó que los límites máximos permisibles fueran de 70 dB en alarmas o fuentes no continuas (Graven, 2000). La Asociación Americana de Pediatría (AAP), en la publicación de los *Estándares para el diseño de las Unidades de Cuidados Intensivos de Recién Nacido*, recomienda que los niveles sonoros no deben exceder los 45 dB para sonidos continuos, mientras que, para sonidos temporales, lo máximo permitido son 65 dB (White *et al*, 2013).

Los ruidos fuertes y agudos generados, tanto por fuentes estructurales como operativas, pueden dañar las delicadas estructuras del oído, con riesgo de pérdida auditiva irreversible (Fernández, 2004), debido al daño en las células ciliadas del oído interno y en el nervio auditivo. Estas estructuras pueden dañarse por un impulso breve intenso, como una explosión, o de una exposición continua al ruido de menor intensidad, como sucede en las unidades de neonatología. De este modo los altos niveles de ruido en la UCIN corresponden a la mayor fuente de estrés para los neonatos (Egan *et al*, 2012).

El reconocimiento del ruido como agente nocivo en la evolución de los pacientes, fue incluido a finales del siglo XIX por la enfermera británica Florence Nightingale, quien sentó las bases de la profesionalización de la enfermería. Aunque Nightingale nunca utilizó específicamente el término “entorno” en sus escritos, definió y describió seis aspectos del entorno saludable: ventilación, iluminación, temperatura, dieta, higiene y ruido (Morton, 2014).

Por tanto, es tarea del personal de enfermería el garantizar un entorno saludable para el paciente en su estancia hospitalaria, con mayor cuidado en aquellos que se encuentran en desarrollo en un ambiente hostil como la UCIN. La vigilancia y creación de estrategias centralizadas en las características de cada entorno hospitalario permitirán garantizar el cuidado certero en la etapa neonatal.

1.1 Planteamiento del problema

El entorno de las Unidades Neonatales no les proporciona una estimulación extrauterina apropiada a los recién nacidos, sometiéndolos a un ambiente estresante y difícil de sobrellevar.

Los niveles de ruido en la UCIN varían de 7 dB a 120 dB y a menudo exceden el nivel máximo aceptable de 45 dB recomendado por la Academia Americana de Pediatría (AAP, 1997).

El ruido excesivo puede causar apnea, hipoxemia, alternancia en la saturación de oxígeno y mayor consumo de oxígeno secundario a las elevadas frecuencias cardíacas y respiratorias por lo que puede reducir la cantidad de calorías disponibles para el crecimiento. Adicionalmente, diversos estudios internacionales refieren que el ruido en los servicios de neonatología, especialmente en las incubadoras, es un factor causal o coadyuvante de alteraciones en el neurodesarrollo (Andersen *et al*, 2016; Almadhoob y Ohlsson, 2020).

Aunque por más de dos décadas se ha investigado el efecto del ruido y sus efectos fisiológicos en los pacientes, es importante destacar que se suele ignorar el implementar acciones específicas ya que no se monitorean los niveles de ruido en cada unidad, desconociendo las fuentes que pueden ser moduladas.

Por lo tanto, resulta preponderante el conocer no sólo las fuentes de ruido, sino también el tipo de fuente (estructural u operativa), para poder implementar acciones específicas de acuerdo a la naturaleza y dinámica de cada unidad. Asimismo, valorar la conducta o funcionamiento fisiológico de los Neonatos es indispensable para modular y adecuar los estímulos para promover un entorno que coadyuve en la recuperación y crecimiento adecuado en sus primeros días de vida extrauterina.

1.2 Pregunta de Investigación

¿Existe asociación entre la intensidad de dolor en el neonato con los decibeles emitidos en el servicio de Neonatología de un hospital de segundo nivel ?

1.3 Objetivo General

Asociar la intensidad de dolor en el neonato con los decibeles emitidos en el servicio de Neonatología de un hospital de segundo nivel de la Ciudad de México.

1.3.1 Objetivos Específicos

1. Monitorear los decibeles ambientales y aquellos que emiten las diversas fuentes de ruido en los servicios de neonatología (UCIN, cunero de alto riesgo y cunero de bajo riesgo).
2. Identificar por cada turno de atención, las fuentes de ruido y el tipo de fuente (operativa o estructural) cuya emisión sonora supere los 45 dB.
3. Comparar el promedio de los decibeles que se generan en las diferentes áreas del servicio (Cunero Bajo Riesgo, Alto Riesgo y Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales) por turno.
4. Establecer si existe una relación entre la intensidad de dolor y los decibeles

1.4. Hipótesis

La intensidad de dolor se asocia con los decibeles emitidos en el servicio de neonatología de un hospital de segundo nivel.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Antecedentes contaminación auditiva en las salas de cuidados neonatales

Desde hace más de tres décadas se ha incrementado la preocupación por el cuidado del paciente ante las fuentes generadoras de ruido en el ambiente hospitalario que causan “contaminación auditiva”, el cual se define como el sonido presente en el ambiente con duración variable que puede causar daño temporal o permanente al humano (Goines y Hagler, 2007).

Se estima que en Estados Unidos de América (EUA), alrededor de 12.5% de niños tienen pérdida auditiva permanente asociada al incremento de contaminación sonora (Martin *et al*, 2006), por lo que es de consideración la aplicación de medidas efectivas en el ambiente hospitalario que permita el control del ruido, principalmente en las salas que atienden a neonatos, quienes se encuentran en desarrollo y dado que se ha documentado que los recién nacidos y sus madres han sido afectados por los altos niveles de ruido durante la hospitalización (Thakur *et al*, 2016).

1.5.2 Estándares Internacionales sobre el nivel de ruido en la UCIN

El sonido se define como una vibración en el aire que tiene intensidad, frecuencia, periodicidad y duración (AAP, 1997). La frecuencia del sonido se mide en Hertz (Hz) y la presión del sonido se expresa en decibelios (dB). El oído humano normal escucha entre 20 Hz y 20.000 Hz (Morris, 2000); siendo así, desde un punto de vista físico, cualquier ruido es primariamente un sonido definido “como una variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano, logrando ser descrito mediante ciertos parámetros físicos, principalmente la intensidad y la frecuencia (López Barrio y Carles, 1997).

Anteriormente, la AAP (1997) en la publicación de los *Estándares para el diseño de las Unidades de Cuidados Intensivos de Recién Nacido* (6a Edición), emitió la recomendación de que los niveles sonoros en las salas de cuidados no deben exceder los 45 dB para sonidos continuos, mientras que para sonidos temporales de máximo 10 segundos, lo máximo permitido son 65 dB. En el entendido de la naturaleza operativa de las salas de cuidados intensivos, se recomendó que los límites máximos permisibles fueran de 70 dB en alarmas o fuentes no continuas (Graven, 2000). Lo preocupante es que aun cuando existían recomendaciones sobre el manejo del ruido en las UCIN, todavía existen muchas salas modernas que se construyeron sin éxito en el manejo adecuado de la acústica (Darcy *et al*, 2008).

En la práctica, los estudios previos que han examinado los niveles de ruido en diferentes UCIN han dado a conocer que los niveles de ruido ambiental superan los 62 dB para fuentes continuas de ruido, con impulsos máximos que superan los 90 dB (Wallis *et al.*, 2019; Mariet *et al.*, 2021; Mayhew *et al.*, 2022). A pesar de que se han implementado programas de acción para reducir el nivel de ruido, este problema resulta ser un reto para el sistema de salud y el personal de enfermería. En un ensayo piloto controlado aleatorio para reducir los niveles de luz y ruido, la mayoría de enfermeras consideraron aceptable su reducción durante el contacto piel a piel, observando aceptabilidad alta en hacer modificaciones para el cuidado del neonato (Aita *et al*, 2013).

Se ha establecido que la UCIN tiene un ambiente ruidoso con fuentes de sonido ocultas que pueden afectar negativamente a todas las personas, tanto trabajadores como pacientes, por lo que la situación debe abordarse seriamente mediante una modificación holística que implique modificación ambiental, modificación del comportamiento y gestión de recursos.

Dado que cada entorno es único, debe evaluarse cuidadosamente para encontrar una solución adecuada y rentable (Sabetsarvestani *et al*, 2022).

1.5.3 Fuentes generadoras de ruido en la UCIN

Las fuentes de ruido en la UCIN se dividen en estructurales y operativas. Las primeras incluyen el aire acondicionado, puertas, dispensadores y equipos que forman parte de la estructura física de la sala. Las fuentes operativas, incluyen las conversaciones, el respaldo de sillas, aperturas de envases, monitores de pulso, alarmas, música en celulares y el llanto infantil (Goldstein *et al*, 2019).

En un estudio, se estimó que el 60% de las fuentes generadoras de ruidos operativos puede ser parcial o totalmente evitable. Entre estas fuentes se encontró que la intensidad normal de voz, el motor de la incubadora, el abrir o cerrar puertas inferiores o de incubadoras, así como el encendido y apagado de equipos son las principales fuentes controlables de ruido que pueden exceder los 50 dB (MacKenzie & Galbrun, 2007).

Otro factor importante a tener en cuenta, es que la contaminación auditiva en la UCIN no es constante en todos los turnos. Aunque en las noches el ruido es menor, la Organización Mundial de la Salud recomienda que durante el día y la tarde no se rebasen los 35 dB, mientras que en la noche el límite permisible sea de 30 dB. En cambio, el Consejo Internacional del Ruido y la Agencia de Protección Ambiental sugieren que en el turno matutino los niveles máximos permitidos sean de 45 dB y 40 dB para el turno vespertino, mientras que para el turno nocturno no debe rebasar en promedio los 20 dB (Almadhoob & Ohlsson, 2020).

1.5.4 Efectos fisiológicos del ruido en el recién nacido

En respuesta a estímulos auditivos, el recién nacido puede pasar de un estado de somnolencia a un estado de alerta, lo cual disminuye su frecuencia cardíaca (FC) y su frecuencia respiratoria (FR). Si el recién nacido está succionando, al percibir un estímulo auditivo cesa la succión para permanecer en estado de alerta y percibir un nuevo estímulo atrayente y luego sigue con un patrón de succión acelerado, desplaza la cabeza hacia el sitio de la emisión de sonidos en un tiempo que va entre 7 a 12 segundos, reflejo que tiende a declinar hacia los 4 meses de vida para reaparecer luego al quinto mes (Plascencia *et al*, 2011).

Se ha sugerido que parte de las alteraciones neurológicas se relacionan, entre otros muchos factores, con los cuidados proporcionados posterior al nacimiento. En este sentido, la exposición a ruidos de alta frecuencia en la UCIN es una preocupación debido a que el sistema auditivo se encuentra funcionalmente subdesarrollado al nacimiento. De acuerdo con la AAP, el daño más frecuente producido en los recién nacidos cuando se encuentran en la UCIN incluye daño coclear (White *et al*, 2013). Específicamente, cuando los decibeles continuos son mayores a 45, se puede producir daño en las células ciliadas de la cóclea conduciendo a pérdida auditiva, incrementa la presión, incrementa la frecuencia respiratoria y disminuye la saturación de oxígeno. Asimismo, se ha documentado la potencialización de la percepción del dolor (Andersen *et al*, 2016; Thakur *et al*, 2016).

Adicionalmente, el estrés causado por el ruido activa el eje hipotalámico pituitario-suprarrenal, y causa efectos inhibidores del crecimiento posiblemente a través de la acción de los corticosteroides. Se ha demostrado que el peso al nacer entre los seres humanos se reduce en relación con la exposición al ruido (Boyt Schell *et al.*, 2016).

1.5.5 Efectos del ruido sobre el sistema cardiovascular

Desde 1989, Jurkovicova y Aghova examinaron los efectos del ruido de la UCIN en el sistema cardiovascular y demostraron cambios transitorios en la frecuencia cardíaca y la presión arterial del bebé con un aumento de la presión arterial. En el 85% de los bebés, todos los estímulos de ruido dieron como resultado un aumento de 10 mm Hg en la presión arterial sistólica y un aumento de 9 mm Hg en la presión arterial diastólica, los cuales regresaron al valor inicial después de 5 minutos. Sin embargo, todas las mediciones de presión arterial estuvieron dentro del rango normal. Los resultados sugieren que la respuesta de un bebé al ruido puede no sólo depender del estado de comportamiento del bebé sino también de la exposición previa a los sonidos.

1.5.6 Efectos del ruido sobre el sistema respiratorio

Se han realizado investigaciones limitadas sobre los efectos del ruido en el sistema respiratorio y los resultados son variados e inconsistentes. Largo *et al*, (1980) observaron a dos bebés prematuros de entre 34 y 35 semanas de edad gestacional, exponiéndolos a ruidos ambientales repentinos de la UCIN de 70 a 75 dB. Todos los estímulos ambientales se asociaron con un aumento de la frecuencia respiratoria, así como con una disminución de la saturación de oxígeno; aunque no está claro si los cambios observados en estos dos bebés tuvieron o no importancia clínica.

1.5.7 Efectos del ruido sobre la perfusión cerebral

Un informe de caso que analizó a dos bebés prematuros (34 a 35 semanas de gestación) mostró que un ruido fuerte y repentino en la UCIN puede provocar agitación, llanto,

hipoxia y, posteriormente, un aumento de la presión intracraneal (PIC) (Long et al., 1980). Sin embargo, la importancia clínica de este aumento de la PIC es incierta.

No se han realizado más estudios para confirmar esta observación anecdótica o para examinar más rigurosamente la cuestión de si la exposición excesiva al ruido contribuye directamente al desarrollo de hemorragias intracraneales. El impacto negativo del ruido sobre la apnea, la frecuencia cardíaca y la hipoxia puede conducir posteriormente a una disminución de la perfusión del tejido cerebral crítico (Ozdemir y Balci, 2020)

1.5.8 Efectos del ruido sobre el neurodesarrollo a largo plazo

Se ha cuestionado si la estimulación auditiva adicional que reciben los bebés prematuros en la UCIN afecta o no el desarrollo auditivo y la audición. Los predictores establecidos de pérdida auditiva en los bebés de la UCIN son la ventilación mecánica prolongada, la ligadura del conducto arterioso persistente, la duración de la estancia en la UCIN, los aminoglucósidos, la hemorragia intraventricular, la asfixia y los niveles elevados de bilirrubina. (Marlow *et al.*, 2005). Sin embargo, no existen estudios que analicen directamente los efectos del ruido de la UCIN sobre la pérdida auditiva en bebés prematuros en esta área. La mayor parte de los reportes provienen de modelos animales, que sugieren un retraso en el desarrollo de una corteza auditiva primaria normal y daño a las células ciliadas auditivas con la exposición temprana al ruido. (Chang *et al.*, 2003).

1.5.9 Asociación entre ruido, estrés y dolor

Los ruidos del medio ambiente de la UCIN afectan principalmente a los prematuros. En un estudio, se observó a recién nacidos prematuros durante un período de dos horas y se encontró que el ruido fuerte determinó la aparición de indicadores fisiológicos de estrés, tales como desaturación de más de 10 puntos, incremento en la frecuencia cardíaca y

cambios en el ciclo sueño-vigilia de tal manera que los neonatos intentan hacer frente a la estimulación de las luces brillantes, alarmas, ruidos fuertes de monitores y voces humanas en la UCIN.

Para auto protegerse de las demandas del medio ambiente externo exhiben conductas defensivas que corresponden a signos de estrés y autorregulación (Catlett & Holditch-Davis, 1990).

De acuerdo con un estudio llevado a cabo en Perú; en el recién nacido pueden ser considerados indicadores fisiológicos de estrés, los siguientes parámetros, signos y medidas fisiológicas:

- Monitorización transcutánea: tiene relación significativa con la presión arterial de O₂, muy sensible. - Variaciones de la frecuencia cardíaca (FC).
- Alteraciones en la coloración de la piel.
- Cambios en la expresión facial (ceño fruncido, llanto, etc.).
- Cambios en el estado de conducta (irritabilidad).
- Signos que denotan retracción: retracción de labios (muecas), dedos separados en abanico, arqueamiento de tronco, abducción de uno o ambos brazos (en alas de avión), extensión de uno o ambos brazos (saludos), suspiros, tos, bostezos, regurgitación, náuseas, vómitos.
- Alteraciones en el desarrollo: posturas inadecuadas (provoca fijaciones y/o bloqueos que causan compensaciones que llevan a hábitos y/o posturas viciosas, produciéndose contracturas y se observan patrones anormales de desarrollo), alteraciones del tono muscular (presentando aumento de consistencia de masas musculares, luego de toques o masajes sistemáticos, se observa marcada disminución de la misma), desorganización de la actividad motora.

De esta manera la respuesta fisiológica del estrés se define como: respuesta y reacción del cuerpo a los estímulos estresantes. En una situación estresante, el organismo realiza una secuencia de respuestas fisiológicas que incluyen la activación del eje hipofisopararrenal (HSP) y del sistema nervioso autónomo (SNA) (Báez, 2018).

El eje hipofisopararrenal activa al hipotálamo y secreta la hormona factor liberador de corticotropina (CRF), que actúa en la glándula pituitaria y produce la segregación de la hormona adrenocorticotropa (ACTH). Dicha segregación influye sobre la corteza suprarrenal, produciendo corticosteroides que ingresan al torrente sanguíneo y causan una serie de manifestaciones orgánicas. El sistema nervioso autónomo mantiene la homeostasis, el equilibrio del organismo. Sin embargo, en situaciones de estrés la activación simpática va acompañada de la liberación de catecolaminas, a través de dos hormonas: la adrenalina y la noradrenalina, generando una serie de signos e indicadores fisiológicos de estrés (Báez, 2018).

Por otra parte, la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor define el dolor como “una experiencia sensorial y emocional no placentera asociada a un daño tisular real o potencial o descrito en esos términos”, esto significa que la experiencia de dolor es subjetiva e implica la expresión de un componente emocional subjetivo que los recién nacidos no pueden comunicar. La posibilidad de diferenciar entre estrés y dolor es uno de los máximos desafíos que requieren de parte de enfermería una presencia constante para poder dar respuesta a los signos que presenta el recién nacido. En ambos casos, la estrategia principal es la prevención (Sola, 2011). La mayor fuente de dolor es iatrogénica, resultante de procedimientos diagnósticos y terapéuticos, por lo que el equipo de salud debe reflexionar sobre las formas de reducir los estímulos dolorosos (Riquelme, 2004).

La valoración adecuada del dolor proporcionará la pauta para su manejo y para mantener el confort del neonato.

Basándose en los tipos de respuestas al dolor (fisiológicas, bioquímicas y conductuales), se han validado un número considerable de escalas para su medición, que coinciden en su mayoría en los indicadores que miden: llanto, gesticulaciones, cambios en la conducta, alteraciones en los signos vitales, alteraciones metabólicas, entre otros. En este apartado se nombran algunas escalas específicas para la edad neonatal. La AAP propone las siguientes (Armijo et al., 2011):

a) PIPP (*Premature Infant Pain Profile*). Es una escala de 7 reactivos y cuatro puntos para valorar el dolor en los prematuros, se adapta a las condiciones anatomofisiológicas del recién nacido tanto a término como al pretérmino, hasta ahora se considera la más útil y completa pues mide la edad gestacional, conducta, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, ceño fruncido, ojos apretados y surco naso labial, no es apta para niños sedados y se recomienda su empleo antes y después del procedimiento, su manejo es recomendable en neonatos de 28 a 40 SDG.

b) NIPS (*Neonatal Infant Pain Scale*). Escala apta para recién nacidos a término, valora las reacciones del comportamiento facial ante punción del talón y se encarga de evaluar el estado de alerta, expresión facial, llanto, patrón respiratorio y movimientos de brazos y piernas. Esta escala no debe usarse en forma aislada debe tener en cuenta el estado global del niño y su ambiente. La puntuación máxima es de 7, si la puntuación es de 0: no hay dolor, si es de 7: se considera que el dolor es grave (Hudson-Barr et al., 2002).

- c) **CRIES Score** (*Crying Requires Oxygen for Saturation Increase Vital Signs*). Acrónimo que incluye cinco parámetros conductuales y fisiológicos, C=llanto, R= necesidad de oxígeno para conservar una saturación mayor del 95%; I=incremento de los signos vitales; E= expresión, y S= insomnio.
- d) **NFCS** (*Neonatal Facing Coding System*). Se desarrolló para la evaluación del dolor ante procedimientos dolorosos y requiere entrenamiento y tiempo para la codificación, la escala NFCS requiere de personal capacitado ya que depende de la observación para una correcta evaluación del dolor.
- e) **Score EDIN** (Escala de Dolor e Incomodidad del Neonato). Esta escala evalúa la expresión facial, tono muscular, sueño, relación y contacto con las personas y medio ambiente, se puede utilizar en recién nacidos pretérmino desde 25 a 36 SDG, no es útil en niños bajo efecto de sedación además es importante destacar que los aspectos evaluados en esta escala pueden estar relacionados con estrés, disconfort, agresividad del medio físico, alteraciones básicas tales como sueño, succión, afecto y contacto con la madre.
- f) **Escala de Susan Given Bells**. La ausencia de expresión verbal del dolor ha hecho que la observación clínica de las reacciones del lenguaje corporal y alteración de los signos vitales (FC, FR, PA y SaO₂) sean los medios más eficaces hasta el momento para reconocer el dolor en el prematuro y neonato.

1.6 Estudios relacionados

Esta investigación se fundamenta en investigaciones previas que demuestran los efectos fisiológicos del ruido y las fuentes que lo producen (Tabla 1).

Tabla 1

Principales estudios previos que sustentan la viabilidad de esta investigación.

Título	Evaluación de ruido	Diseño del estudio	Efectos
Ruido, iluminación y manipulación en recién nacidos en una UCIN (Betancour et al, 2011).	Evaluación de exposición al ruido determinado en amperes y decibeles, en el momento de mayor actividad en cada uno de los servicios. Equipo: Decibelímetro HER-400, STEREN y un luxómetro HER-410, STEREN.	Transversal Descriptivo	– Los neonatos ubicados en la cuna de calor radiante, tienen una mayor exposición al ruido (en amperes y decibeles), en comparación con los que se encuentran en incubadora
Evaluación de las estrategias enfocadas a disminuir el nivel de ruido en las diferentes áreas de atención neonatal en un hospital de tercer nivel (Nieto-Sanjuanero et al, 2015).	Evaluación de decibeles en las áreas de atención neonatal. Equipo: sonómetro Radioshack con graduación de 40-120 dB y 0.1 dB de resolución.	Observacional Descriptivo Analítico	– En tres semanas de medición, el nivel más alto correspondió a la UCIN (58.1-61.8 dB) y el más bajo a la UCIREN (54.7 - 56.1).

Continuación

Título	Evaluación de ruido	Diseño del estudio	Efectos
Comparación de los niveles de decibeles (ruido) en las áreas de atención neonatales (Sánchez-Rodríguez et al., 2012).	Se empleó un sonómetro marca Radio Sharp® con graduación de 40 a 120 dB y 0.1 dB de resolución, calibrando el equipo después de cada medida para identificar el nivel de ruido.	Observacional – Prospectivo	La 1ª a 2ª semana el promedio más alto fue en UCIN (58.9 – 61.2 dB) y los niveles más bajos se detectaron en UCIREN (54.6 – 56 dB).
Ruido en la unidad neonatal: identificando el problema y proponiendo soluciones (Jordão et al., 2017).	Se efectuó medición de los ruidos en la unidad neonatal, y rondas de conversación con 19 profesionales de enfermería.	Estudio exploratorio, descriptivo, con enfoque cualitativo	Los niveles oscilaron entre 53 y 75 dB, siendo las principales causas del ruido: conversaciones y risas de los profesionales (73–75 dB), red de gas (aire comprimido/oxígeno: 70 dB), alarma de bomba de jeringa (70 dB), dentro de la incubadora sin procedimiento (64 dB), realización del procedimiento con los padres (63,6 dB), ruido del movimiento de la cuna (56,8 dB), apertura y cierre de armarios, contenedores de basura y golpes de puertas (53 dB).

Continuación

Título	Evaluación de ruido	Diseño del estudio	Efectos
Ruido en la unidad de cuidados intensivos neonatales: un nuevo enfoque para examinar eventos acústicos (Smith et al, 2018).	Se utilizaron dosímetros para registrar el entorno acústico en habitaciones abiertas y privadas de la UCIN de un hospital grande. Se obtuvieron datos de frecuencia cardíaca y respiratoria de tres bebés ubicados cerca de los dosímetros.	Observacional descriptivo	Los niveles de sonido registrados excedieron los 45 dB. El nivel medio de los eventos acústicos fue entre 11 y 14 dB superior al ruido de fondo. La ocurrencia de eventos transitorios fue un 600% mayor en la sala abierta en comparación con la sala privada. No se encontraron correlaciones entre los eventos acústicos y el estado fisiológico del bebé por la extrema variabilidad del estado del bebé.
Fuentes de nivel y ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales de un Hospital de Referencia (Hernández-Salazar et al., 2020).	Se utilizó un sonómetro STEREN 400 con un rango de medición de 30 a 130 dB y una frecuencia de 0,5 s.	Observacional, descriptivo	Las principales fuentes de ruido: actividades realizadas por el personal (entrega de turno, conversaciones) que elevó el nivel de manera continua o intermitente. Las alarmas e incidencias (choque de biberones y mover mobiliario) produjeron elevaciones súbitas de ruido.
Respuesta conductual al dolor ante cambios ambientales acústicos y luminosos en lactantes muy prematuros (Marchal et al, 2021).	Se evaluaron las conductas de dolor de bebés muy prematuros ante picos de sonido y variaciones de niveles de luz en la UCIN. Se comparó las puntuaciones máximas de DAN antes y después de los estímulos ambientales.	Estudio observacional prospectivo	Los picos de sonido y niveles de luz aumentaron significativamente las puntuaciones máximas de DAN en comparación con el valor inicial. La aparición de puntuaciones DAN ≥ 3 aumentó con ambos factores estresantes (16% en los picos de sonido y 8% en las variaciones de niveles de luz).

Continuación

Título	Evaluación de ruido	Diseño del estudio	Efectos
Efectos negativos del ruido en las funciones cocleares de los neonatos dados de alta de la UCIN (Beken <i>et al</i> , 2021).	Se incluyeron treinta y dos bebés que habían sido admitidos en la UCIN y 25 controles sanos. Los niveles de ruido se registraron continuamente durante el período de hospitalización.	Observacional exploratorio	Las tasas de fracaso de la relación ruido de señal de emisión acústica automática fueron mayores que en los lactantes hospitalizados (81,8 % y 50,0 % frente a 20,0 % y 4,0 %). Los bebés que no pasaron la prueba a 1001 y 1501 Hz estuvieron expuestos a ruido por encima del nivel máximo recomendado durante mayor tiempo.
Proyecto piloto de mejora de la calidad para la reducción del ruido en la UCIN (Hull & Wright, 2023).	Reducir los niveles promedio de ruido en la UCIN al final de 11 semanas. Se utilizaron varios modos de educación para padres y el personal. Después de la educación, se implementaron tiempos de silencio en horarios establecidos dos veces al día.	Prueba piloto	El nivel de ruido inicial promedio en la cápsula cardíaca fue de 62,6 dBA en un período de 24 horas. Los niveles de ruido disminuyeron de 62,6 dBA a 54 dBA, una reducción del 13.7%.

1.7 Operacionalización de las variables

Dependientes: Intensidad de dolor

Independientes: decibeles de ruido, fuentes de ruido, turno y sala (UCIN o cuneros)

La operacionalización de las variables en esta investigación se describe en la Tabla 2.

Tabla 2

Definición y operacionalización de variables en el estudio

Variable	Definición	Operacionalización	Tipo
Decibeles	Es el registro de la medida de la intensidad de un sonido.	dB reportados por el sonómetro en cada medición	Cuantitativa discreta
Servicio	Es el servicio en el que se atiende a los recién nacidos en el Hospital de segundo nivel	1. UCIN 2. Cuneros de bajo riesgo 3. Cuneros de alto riesgo	Cualitativa nominal
Turno	Es el turno de trabajo por jornada, en donde hay cambio de personal en los servicios	1. Matutino 2. Vespertino 3. Nocturno	Cualitativa ordinal
No medición dB	Es el número de medición de los dB emitidos por las fuentes generadoras a lo largo del tiempo.	1 medición por turno durante 15 días consecutivos	Cuantitativa discreta
Tipo de fuente	Es la categorización que permite determinar el tipo de fuente de emisión de ruido	1. Estructural 2. Operativa 3. Continua 4. Temporal	Cualitativa nominal

Continuación

Variable	Definición	Operacionalización	Tipo
Fuente de ruido	Es la fuente que emite las ondas sonoras perceptibles por el	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alarma de monitores 2. Alarma de incubadora 3. Alarma de bomba de infusión 4. Alarmas de monitores, 5. Tomas de Oxígeno 6. Llanto 7. Pase de visita médica 8. Visita familiar 9. Conversaciones 10. Tomas de Aire 11. Movimiento de mobiliario 12. Lavado de material 13. Cierre de ventanilla de incubadora 14. Música o Radio. 	Cualitativa nominal
Edad gestacional	Semana de gestación al nacimiento	Semana registrada al ingreso del recién nacido en el servicio	Cuantitativa discreta
Frecuencia cardiaca	Número de veces que se contrae el corazón durante un minuto (latidos por minuto)	Número de latidos cuando se aplica la escala NIPS. Valor de referencia: 120-160 por minuto	Cuantitativa discreta
Frecuencia respiratoria	Cantidad de veces que el tórax se eleva en un minuto	Valor de referencia: 40-60 respiraciones por minuto	Cuantitativa discreta
Saturación de oxígeno	Porcentaje de oxígeno que circula en la sangre	Porcentaje indicado por un oxímetro. Valor de referencia: 88-94%	Cuantitativa discreta

Continuación

Variable	Definición	Operacionalización	Tipo
Puntuación NIPS	Escala que permite determinar el nivel de estrés y dolor del neonato, con la misma especificidad y sensibilidad entre prematuros y recién nacidos a término	Valores entre 6 a 30. A mayor puntuación, mayor nivel de dolor. Los valores se tomarán como puntajes en la escala.	Cuantitativa discreta
Diagnóstico neonatal	Es un proceso inferencial, realizado a partir de un «cuadro clínico», destinado a definir la enfermedad que afecta a un neonato.	Aparatos y Sistemas: Digestivo Respiratorio Cardiovascular Endocrino Genito-urinario Hematopoyético Nervioso	Cualitativa nominal

Capítulo II: Metodología

2.1. Diseño del estudio

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo y diseño observacional, longitudinal, prospectivo y analítico. La presente investigación se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo, porque los datos se analizaron a través de parámetros estadísticos. Se considera un estudio observacional, porque las variables de estudio no se modificaron o manipularon al momento de recoger los datos. Sin embargo, dado que analizan las fuentes del ruido por turno y servicio y su relación con la respuesta en el dolor neonatal, se considera un estudio. Con relación al tiempo en que se recolectaron las variables de la unidad de observación, se realizó mediante un diseño transversal y prospectivo.

2.2. Población

De acuerdo con los registros de los ingresos por sala, en el año 2021 se obtuvo un promedio de ingresos al bimestre de 22 pacientes en la UCIN, 34 en cuneros de alto riesgo y 14 en cuneros de bajo riesgo.

Debido a que el proyecto estuvo delimitado por el tiempo de estudio, durante 2 meses, la muestra fue de 20 neonatos, 7 del cunero de alto riesgo, 5 de bajo riesgo y 8 de la UCIN. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

2.3. Criterios de Selección

Criterios de Inclusión. Neonatos hospitalizados durante el periodo de estudio, en el servicio de Neonatología, en estado alerta y conscientes, de 28-38 semanas de gestación.

Criterios de Exclusión. Neonatos que se encuentren bajo sedación profunda o que por las características de su patología, no se pueda aplicar la escala NIPS, neonatos con más de 38 semanas de gestación.

Criterios de eliminación. Neonatos que permanecieron menos de 48 horas en hospitalización, pacientes que requieren sedación profunda una vez que han entrado al estudio.

2.4. Límites de tiempo y espacio

Estudio de investigación que se realizó en el servicio de Neonatología de un Hospital de segundo nivel de la Ciudad de México, siendo una unidad de atención que proporciona cuidados críticos del recién nacido, brinda atención a pacientes tanto nacidos en el propio hospital, como referidos de otros hospitales; cuenta con una capacidad de 8 pacientes para unidad de cuidado intensivo, 7 cuneros de alto riesgo y 14 cuneros de bajo riesgo.

2.5. Instrumentos

Se utilizó el registro de dB por turno matutino (7 a 15 h), vespertino (15 a 20:30 h) y nocturno (20:30 a 7 h), especificando los dB mínimos y máximos, así como el número de personas por turno. Se utilizó otro instrumento para evaluar las fuentes generadoras de ruido que incluyen alarmas de monitores, incubadoras, ventiladores, tomas de oxígeno, llanto, pase de visita médica, visita del familiar, conversaciones, tomas de aire, movimiento de mobiliario, lavado de material y música o radio (Anexo 1).

Para evaluar la intensidad de dolor en el neonato, se utilizó la escala NIPS (Hudson-Barr et al., 2002) (Anexo 2).

2.6. Procedimiento de recolección de datos

2.6.1 Registro de niveles de emisión de sonido.

Para atender el primer objetivo y previa autorización del Departamento de Enseñanza e Investigación, se procedió a iniciar con la medición de nivel sonoro en la UCIN, el cunero de bajo riesgo y el cunero de alto riesgo de la Unidad de Neonatología. En cada turno se realizó la evaluación de la emisión de ruido de las fuentes generadoras, utilizando el sonómetro (Modelo: TES-1352S), proporcionado por el Área Académica de Enfermería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

2.6.2 Comparación de ruido ambiental en las áreas del servicio de neonatología

Se analizó si el promedio de ruido ambiental difiere en los cuneros de bajo riesgo, cuneros de alto riesgo y en la UCIN. Asimismo, se determinó si las fuentes generadoras de ruido y que sobrepasan los 45 dB, son diferentes de acuerdo con el servicio y el turno, con el fin de diseñar recomendaciones para su control.

2.6.3 Aplicación de la escala NIPS

En el entendido de que los niveles de ruido pueden variar dependiendo del turno y con base en los estudios previos, en donde se han realizado intervenciones y seguimiento de los efectos del ruido en los neonatos, se aplicó la escala NIPS en cada turno (1 aplicación por turno), durante las primeras 48 horas de su estancia hospitalaria. La escala NIPS (Hudson-Barr et al., 2002), consiste en la valoración de cambios en la expresión facial, llanto y frecuencia cardíaca, entre otros (Anexo 2) que toma valores entre 0 y 10; se considera un dolor leve cuando la puntuación obtenida es de 0–3, un dolor moderado si la puntuación es de 4–6, y un dolor intenso si la puntuación es de 7–10.

La determinación de la frecuencia cardíaca y de la saturación de oxígeno se registró a partir de los monitores Phillips Neonatal y Medec Mindray durante la aplicación de la escala.

2.7. Consideraciones Éticas

Con base en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, se considera que esta investigación se sustenta en los siguientes:

a) TÍTULO SEGUNDO De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, CAPÍTULO I: Disposiciones Comunes, ARTÍCULO 17, Fracción I: Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. b) Capítulo III: De la Investigación en Menores de Edad o Incapaces, que incluye los Artículos 34 a 39. Es específico, éste último en la Fracción I: Cuando el riesgo sea mínimo: A) La intervención o procedimiento deberá representar para el menor o el incapaz una experiencia razonable y comparable con aquellas inherentes a su actual o esperada situación médica, Psicológica, social o educacional, y B). La intervención del procedimiento deberá tener altas probabilidades de obtener conocimientos generalizables sobre la condición enfermedad del menor o del incapaz, que sean de gran importancia para comprender el trastorno o para lograr su mejoría en otros sujetos.

Por lo anterior, se considera que la presente investigación no representa riesgo al neonato, quien será la unidad de observación, con alta probabilidad de obtener conocimientos generalizables que apoyen a mejorar el ambiente en pro de su buen desarrollo durante su estancia hospitalaria.

2.7.1. Consentimiento informado

Al ser un proyecto con investigación sin riesgo, observacional y sin intervención al neonato, se solicitó la no aplicación de consentimiento informado, previa aprobación del Comité de Ética en Investigación del Hospital Juárez de México (Número de registro: HJM 258/21 -R, Anexo 3).

Confidencialidad de los datos. Se protegerá la confidencialidad de la información mediante el uso de codificación de identidad, sin compartirla con personal externo a la institución. Únicamente, los investigadores principales internos tendrán acceso a datos de identificación del paciente. Los investigadores externos, participarán en el análisis de resultados ya codificados. 11. Aspectos de Bioseguridad. De acuerdo con lo mencionado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, TÍTULO CUARTO, De la Bioseguridad de las Investigaciones: no se utilizarán microorganismos patógenos, radiaciones ionizantes o ácidos nucleicos recombinantes. Al ser un estudio exploratorio y observacional, sin manejo de muestras biológicas, esta investigación no representa un riesgo en cuanto a criterios de bioseguridad.

2.8. Plan de análisis estadístico

Los datos son presentados de acuerdo con la naturaleza de las variables. Las variables cuantitativas, se expresan como la media con la desviación estándar en caso de que sigan una distribución gaussiana, en caso contrario, se expresaron como la mediana con el rango intercuartílico. Las variables categóricas se expresan en frecuencias y porcentajes.

Se registraron los decibeles obtenidos por el sonómetro a las fuentes de ruido evaluadas durante el tiempo de monitorización. Los resultados de los decibeles se analizaron mediante series temporales de acuerdo con el servicio y al turno, para identificar el servicio en donde los decibeles rebasan los indicados por la AAP (45 dB para fuentes continuas y 65 dB para fuentes temporales). Se analizó el promedio de los dB emitidos en cada servicio (cunero de bajo riesgo, cunero de alto riesgo y UCIN) con una ANOVA y ANOVA de medidas repetidas para el análisis de dB por tiempos. Para evaluar el puntaje en la escala de dolor (NIPS) y los db se realizaron correlaciones de Spearman. Para los valores promedio de dB, éstos se registraron al aplicar las escalas a los neonatos y la diferencia en cada uno de los ítems se analizaron por ANOVA (variables tricotómicas) o por una t de Student (variables dicotómicas), dependiendo del ítem. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa STATA v.14 y los gráficos se realizaron en Excel.

Capítulo III. Análisis de resultados

3.1 Resultados

3.1.1 Decibeles en los servicios de neonatología por turno

Se realizaron mediciones de los decibeles ambientales durante 24 horas por 10 días hábiles en cada servicio. Por cada día, el sonómetro registró un promedio de 86,400 datos con los decibeles emitidos por segundo, obteniendo un total de 2,322,000 registros.

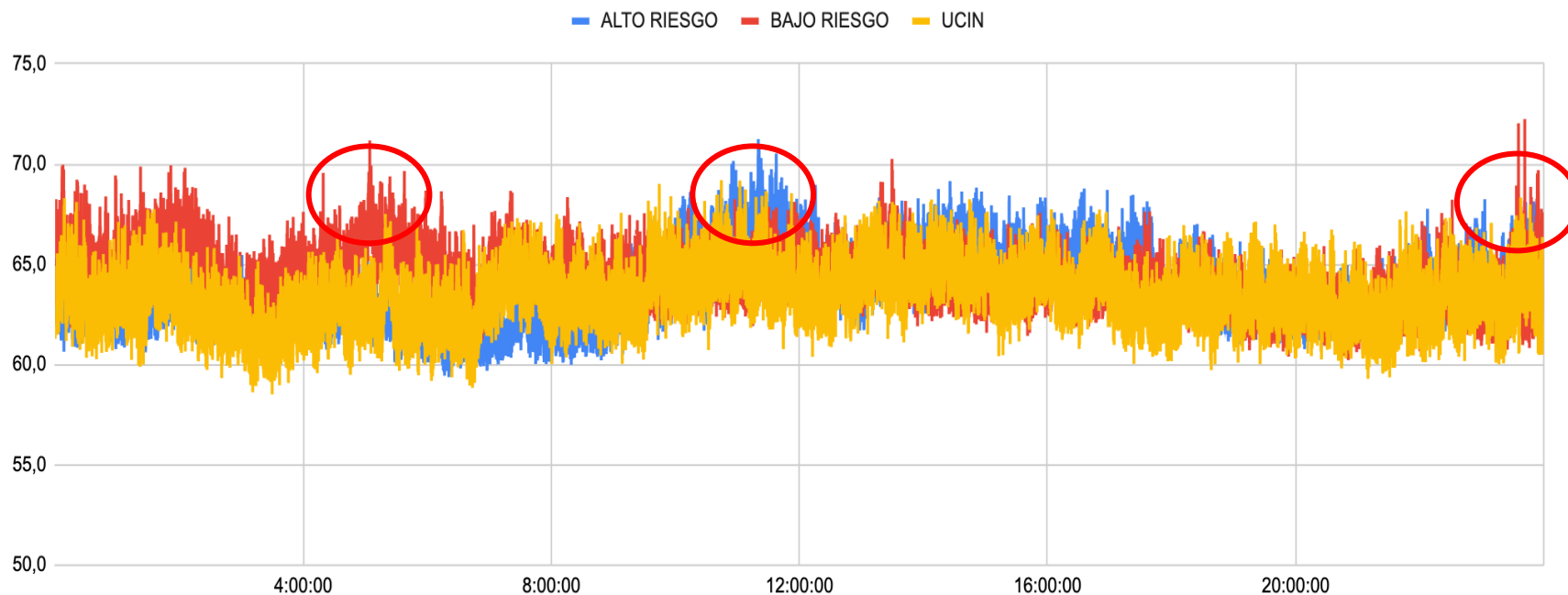
Todos los registros en cualquiera de los turnos superaron los 45 dB, manteniéndose en un rango de 60 a 70 dB en promedio. En específico, se encontraron menores decibeles registrados en promedio en el servicio de la UCIN en el turno nocturno (valor mínimo = 58 dB en promedio de 3 mediciones). Contrariamente, en el cunero de bajo riesgo, se observaron los mayores promedios de decibeles durante las 11 pm y 5 am. En todos los servicios se observó un incremento significativo de los decibeles en el turno matutino y vespertino (7 am y hasta las 17 horas) (Figura 1).

En el cunero de bajo riesgo se encontraron tres picos que superaron el percentil 90 a las 05:04 h y 23:35 h. En el cunero de alto riesgo, se observaron incrementos que superan los 70 dB en el horario de 11:20 a 11:37 h. Los registros mencionados fueron continuos (más de 5 segundos) y en el caso del cunero de alto riesgo, los registros fueron continuos con duración de más de 15 minutos.

Los valores mínimos de decibeles para el cunero de bajo riesgo fueron significativos durante el periodo de las 20:47 a 20:51, correspondiendo al inicio del turno nocturno y con un registro promedio de 60 a 60.5 dB.

Figura 1

Decibeles promedio en los tres servicios, cuneros de alto riesgo, cuneros de bajo riesgo y la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales en el periodo de junio–julio 2022.



Nota. Se muestran los datos promedio por segundo, registrados durante los 10 días hábiles consecutivos. Los círculos rojos indican los tiempos en los que se presentaron los registros más altos continuos, superiores al percentil 90.

En el cunero de alto riesgo, se identificaron los valores mínimos de los decibeles registrados (menores a 60 dB), en el horario de 6:15 a 6:57 h, previo al inicio del turno matutino. En la Tabla 3, se observan los niveles máximos por día y por servicio, así como su duración, tomando en cuenta la temporalidad de dichos máximos registrados, sin encontrar diferencia significativa al comparar los promedios de los tres servicios ($P>0.05$).

Tabla 3

Decibeles máximos registrados por día y su temporalidad en los tres servicios

Servicio	Decibeles máximos	Hora	Turno	Duración	Media	DE	Min	Max
Cunero de bajo riesgo	87,5	16:56:09	Vesp	Temporal (1-5 s)	85,9	2,7	56,3	90,3
	84,5	9:29:57	Mat	Temporal (1-5 s)				
	87,4	10:12:27	Mat	Temporal (1-5 s)				
	90,3	13:46:53	Vesp	Continuo (6 -10 s)				
	84,8	23:51:16	Noct	Temporal (1-5 s)				
	82,5	4:27:01	Noct	Temporal (1-5 s)				
Cunero de alto riesgo	84	5:04:23	Noct	Temporal (1-5 s)				
	84,6	19:02:05	Vesp	Temporal (1-5 s)	89,0	3,61	54,9	99,1
	89,2	16:30:16	Vesp	Temporal (1-5 s)				
	85,6	11:01:06	Mat	Temporal (1-5 s)				
	92,7	11:49:05	Mat	Continuo (6 -10 s)				
	88,5	14:25:41	Vesp	Continuo (>10 s)				
	89	11:55:19	Mat	Continuo (6 -10 s)				

Continuación

Servicio	Decibeles máximos	Hora	Turno	Duración	Media DE	Min	Max
	99,1	14:50:18	Vesp	Continuo (>10 s)			
Cunero de alto riesgo	96,1	11:44:59	Mat	Continuo (6 -10 s)			
	89	2:13:28	Noct	Continuo (>10 s)			
	86	0:32:58	Noct	Temporal (1-5 s)			
UCIN	86,1	23:12:27	Noct	Continuo (>10 s)	88,7	4,26	52,6 94,1
	84	17:09:28	Vesp	Temporal (1-5 s)			
	86,2	17:21:32	Vesp	Temporal (1-5 s)			
	95	1:07:18	Noct	Continuo (6 -10 s)			
	94,1	6:34:50	Noct	Continuo (6 -10 s)			
	84,8	14:12:48	Vesp	Temporal (1-5 s)			
	92,9	12:58:31	Mat	Continuo (6 -10 s)			
	85,6	16:04:58	Vesp	Continuo (6 -10 s)			
	86,3	0:04:51	Noct	Continuo (>10 s)			
	92	23:12:54	Noct	Continuo (>10 s)			

Nota. Los decibeles máximos se presentan por día registrado. El valor mínimo representa el mínimo registrado en todos los días evaluados.

3.1.2. Fuentes de ruido y el tipo de fuente operativa o estructural

Se evaluaron los decibeles de las actividades o los instrumentos que pueden generar los incrementos continuos o temporales de los picos máximos de ruido. Si las fuentes no pueden eliminarse del entorno o no pueden modificarse (o aislarse para su evaluación), se tomaron como estructurales.

Las fuentes en las que puede modificarse su nivel de dB sin que ello implique un daño a la salud del neonato se le clasificó como fuente operativa. En la Tabla 4 se muestran los decibeles máximos promedio registrados en los tres servicios. Se puede observar que las fuentes estructurales son las que emiten los niveles máximos, correspondientes a la UCIN, mientras que las fuentes operativas son las que emiten los decibeles intermedios y mínimos en su mayoría en los cuneros de alto y bajo riesgo.

Tabla 4

Actividades o fuentes (equipos) que generan ruido en la UCIN

Actividades o fuentes	Servicio	Tipo de fuente	dB	Tiempo de monitoreo
Alarmas de monitores, incubadoras, ventiladores	UCIN	Estructural	83	1 minuto
Cierre de ventanilla de incubadora	AR	Operativa	82	1 minuto
Tomas de Aire	UCIN	Estructural	77	1 minuto
Tomas de Oxígeno	UCIN	Estructural	75	1 minuto
Movimiento de mobiliario	BR	Operativa	74	1 minuto
Música o Radio	BR	Operativa	70	5 minutos
Pase de visita médica	AR	Operativa	66	1 minuto
Visita familiar	AR	Operativa	65	10 minutos
Llanto	AR	Operativa	62	5 minutos
Conversaciones	UCIN	Operativa	60	5 minutos
Lavado de material	BR	Operativa	58	2 minutos

3.1.3 Decibeles por turno y servicio

En todos los servicios, las medias de los niveles de decibeles emitidos por turno fueron estadísticamente diferentes, observando registros mayores en el cunero de bajo riesgo y alto riesgo en el turno matutino. Los decibeles medios mínimos se registraron en el turno nocturno solo en el cunero de alto riesgo y en la UCIN, mientras que, en el cunero de bajo riesgo, los valores de decibeles mínimos se registraron durante el turno vespertino (Tabla 5).

Tabla 5

Análisis de variaciones promedios entre turnos dentro de un servicio

Servicio	Turno	Mediana	Min	Max	Valor P
Alto Riesgo	Matutino	64,2	60	71,3	<0.0001
	Vespertino	64,7	60,9	69,2	
	Nocturno	62,8	59,4	68,3	
Bajo Riesgo	Matutino	64,5	61,9	70,3	<0.0001
	Vespertino	63,6	60,4	67,6	
	Nocturno	64,2	60,2	72,3	
UCIN	Matutino	63,9	60	69,2	<0.01
	Vespertino	63,6	59,7	68,3	
	Nocturno	62,8	58,5	68,3	

Nota. Se muestra la mediana de dB por turno, debido a la distribución no gaussiana de los datos.

P=corresponde al valor P de la prueba de Kruskal Wallis.

Debido a las diferencias entre los turnos en los servicios, se sugirió que las fluctuaciones dependen del flujo de personas en los servicios.

En la Tabla 6 se presentan los resultados del análisis del nivel del ruido dependiendo del número de personas presentes en el servicio, en la cual se puede observar que los días lunes incrementa el personal en todos los turnos. En la UCIN fue el servicio en donde se encuentran la mayoría de los trabajadores, principalmente en el turno matutino, aunque no se observó relación entre el número de personas y los decibeles por turno.

Tabla 6

Decibeles en los servicios y número de personas por turno

Turno	Día	AR			BR			UCIN		
		Min	Max	Personas	Min	Max	Personas	Min	Max	Personas
Matutino	L	57.5	89	7	56.8	82.7	7	50.8	84.8	10
	M	55.2	99.1	6	56.4	89.7	6	53.9	92.9	9
	Mi	57.4	96.1	6	61	82.5	6	55.1	85.2	9
	J	55.1	92.7	6	58.9	80.1	6	56	82.7	8
	V	56.7	88.5	5	59.4	79.9	6	54.7	86.8	9
Mediana		56.7	92.7	6	58.9	82.5	6	54.7	85.2	9
Vespertino	L	57.7	86	5	57.7	81.5	5	53.5	83.3	8
	M	57.6	86.8	5	56	83.5	5	53.5	84	7
	Mi	57.5	88.9	5	59	77.8	5	56.7	86.2	7
	J	56.4	82.5	5	57.4	76.4	5	58.5	84	7
	V	57.6	82.4	5	57.5	81.4	5	54.2	85.6	6
Mediana		57.6	86 ^a	5 ^a	57.5	81.4	5 ^a	54.2	84	7 ^a

Continuación

Turno	Día	AR			BR			UCIN		
		Min	Max	Personas	Min	Max	Personas	Min	Max	Personas
	L	57.4	86.6	5	56.3	83.9	5	53.4	84.3	7
	M	55.1	82	5	55.9	87.3	4	52.6	92.5	6
Nocturno	Mi	56.3	85.1	5	59.8	84.4	4	54.9	85.7	6
	J	54.9	89	5	56.1	81.4	4	53.1	95	6
	V	57.2	86	5	55.8	82.7	4	54.2	94.1	6
Mediana		56.3 ^b	86 ^a	5 ^a	56.1	83.9	4 ^{a,b}	53.4	92.5 ^b	6 ^a

Nota. Se presentan los decibeles mínimos y máximos por servicio. AR, alto riesgo; BR, bajo riesgo.

Las medianas se presentan por turno en los 5 días evaluados. Significancia ($P < 0.05$): a, cuando existe diferencia significativa en comparación con el turno matutino; b, cuando existe diferencia con el turno vespertino.

3.2 Relación entre el dolor neonatal y el ruido.

Se aplicó un cuestionario que evalúa el dolor neonatal, NIPS, que incluye un puntaje máximo de 10 puntos. Cada uno de los ítems expresa una alteración, tal como se describe en la Tabla 7 en donde se observa que el llanto intermitente y los cambios en la expresión facial fueron los patrones alterados más frecuentes.

Se aplicó el cuestionario de dolor en los 20 neonatos incluidos en el estudio. No se observó relación significativa entre el nivel de dolor y los decibeles promedio por servicio y por turno. Adicionalmente, se analizaron los ítems del instrumento NIPS con los decibeles promedio, observando únicamente que los que tienen alterado el nivel de conciencia, que pertenecen a la

UCIN y al cunero de bajo riesgo, registraron mayores dB que aquellos que no lo tuvieron alterado (mediana: 67.5 vs 63.1; Kruskal-Wallis $P=0.003$).

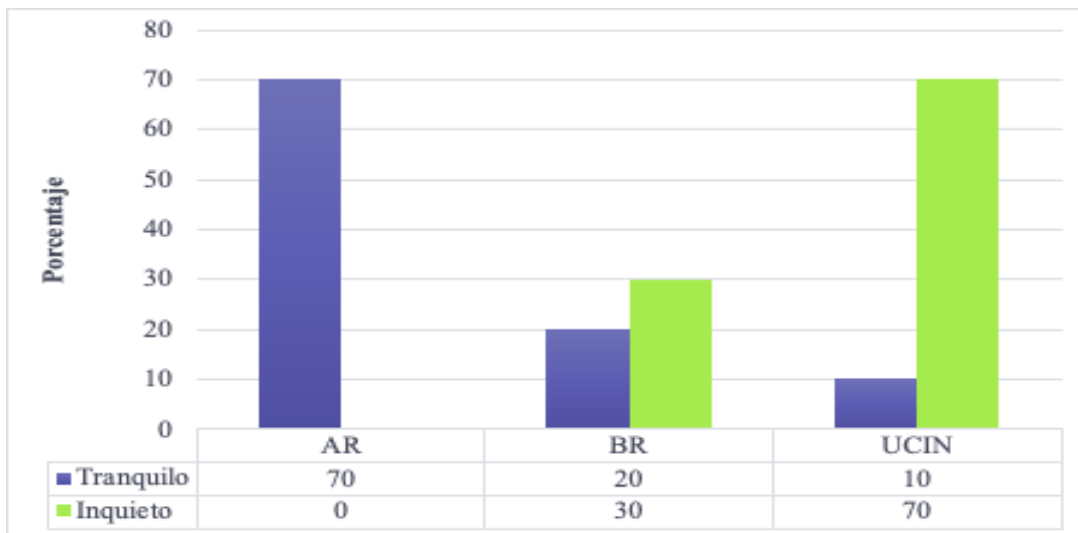
Tabla 7

Frecuencia de alteraciones evaluados en la escala NIPS y nivel de dolor

Alteración	n	%
Expresión facial	11	55
Llanto (intermitente)	15	75
Vigoroso y continuo	2	10
Patrón respiratorio alterado	8	40
Brazos	9	45
Piernas	9	45
Nivel conciencia	10	50
Frecuencia cardíaca incrementada al 20% de lo habitual	8	40
Saturación de oxígeno	8	40
Dolor		
Sin dolor (sin alteraciones)	2	10
Bajo	5	25
Medio	10	50
Alto	3	15

Figura 2

Nivel de alteraciones en la conciencia por servicio.



Capítulo IV. Discusión

4.1 Discusión

En la presente investigación se encontró que en todos los servicios, especialmente en los turnos nocturnos, se superan los 45 dB. Durante el periodo de 10 a 17 horas, en todos los turnos se observó incremento del nivel de ruido. Las fuentes generadoras de ruido con mayor número de decibeles fueron las alarmas de equipos biomédicos. No se observó relación del dolor con los dB promedio por servicio o turno. No obstante, se encontró que aquellos neonatos que tienen alteración del nivel de conciencia tenían un registro ambiental de dB superiores, en la UCIN y el cunero de bajo riesgo.

Desde 1974 la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA), fue la primera en establecer las recomendaciones de ruido al interior de los hospitales, con niveles durante el día no superiores a 45 dB ponderados A (dBA) y durante la noche 35 dBA (EPA, 1974). La AAP utilizó las recomendaciones de la EPA sin actualizar los datos de la capacidad de las salas de realizar adaptaciones. Sin embargo, en las últimas dos décadas varios grupos de investigación han hecho recomendaciones con relación a la presencia de sonidos transitorios con un máximo de 70 dBA (White *et al*, 2013; Cassavant *et al*, 2017).

Previamente se reportó en hospitales de Estados Unidos de América, que los niveles de sonido superan los 45 dB, lo cual se relaciona con el turno, siendo el nocturno en donde se encontraban los picos máximos (Matook *et al.*, 2010). En Corea, se reportó que no solo los niveles superan las recomendaciones de la AAP, sino también influye en mayor frecuencia las actividades realizadas por el personal de enfermería, principalmente (Joo y Kim, 2020).

En esta investigación resultó preocupante que todas las salas superaron en promedio los 60 dBA y se observaron picos máximos de 99.1 dB en ruidos continuos por más de 10 segundos, lo cual concuerda con investigaciones en la UCIN del centro norte de México con valores promedios que superan los 60 dB (Nieto-Sanjuanero et al., 2015; Hernández-Salazar et al, 2020).

En el cunero de alto riesgo, en los tiempos del cambio de guardia de matutino a vespertino, se produce un máximo de 99.1dB, seguido por la UCIN con 94.1dB y finalizando con Bajo Riesgo 90.3dB; muy por arriba de los 45 dB, lo cual coincide con lo reportado por Nieto-Sanjuanero et al (2015), indicando que durante tres semanas de evaluación, la UCIN registró el mayor nivel de ruido (59.9 dB) y el menor en la Unidad de cuidados intermedios neonatales (55.3 dB). Por otra parte, en un estudio realizado en Hospital Público de Bogotá en el año 2018 se encontró un intervalo de decibeles entre 57 - 61 dB en las tres salas, en 1772 mediciones (Mustafá Gaviria, 2018). El promedio de decibeles más alto se presentó en la sala 1 con un valor de 61.3 dB y el promedio más bajo se obtuvo en la sala 3 con un valor de 57,8 dB. Por tanto, observamos que nuestras cifras son muy superiores a las reportadas en otros estudios de Latinoamérica.

Se ha sugerido que los resultados pueden variar entre poblaciones por el tipo de diseño en las mediciones del ruido. Por ejemplo, en un estudio realizado en un hospital de Canadá, observaron que el tipo de dispositivo para evaluar el sonido puede influir en los niveles de ruido registrados, ya que dentro de las incubadoras se pueden encontrar niveles de ruido entre 45 a 82 dB, pero cuando estos dispositivos se acercan a los oídos pueden disminuir (Singh y Fuchs, 2021).

En investigaciones recientes se ha observado que las pruebas de audición realizadas a lactantes que durante su etapa neonatal estuvieron hospitalizados, han tenido pérdidas en la audición hasta un 82% (Beken et al, 2021). En este estudio, si bien no fue posible determinar una asociación causal entre el ruido y el dolor neonatal, si se observaron que aquellos que tienen alterado el nivel de conciencia, pertenecen a la UCIN y el cunero de bajo riesgo, con registros superiores de ruido. Diversos estudios han demostrado los efectos adversos del ambiente acústico en la UCIN, sobre todo en ruidos transitorios de alta intensidad (Balsan et al, 2021; Aminudin et al, 2023), observando modificaciones en signos vitales que incluye la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria, la saturación de oxígeno, la presión arterial y la presión intracraneal. Sin embargo, las estrategias como la cancelación del ruido pueden aplicarse (Aminudin et al, 2023), siempre y cuando se asegure que no producen mayor estrés al neonato, como se demostró en un estudio con neonatos que utilizaron gafas y orejeras, produciendo elevaciones de la frecuencia cardiaca (Aita et al., 2013).

4.2 Conclusión

Durante el periodo de observación, en el servicio de neonatología se reportaron en los tres turnos un incremento de los niveles de dB por encima de los estándares internacionales. Se encontró que en el turno matutino se registraron mayores dB, aunque en los turnos nocturnos existen elevaciones de ruido en el cunero de bajo riesgo. Las fuentes estructurales son las que causan mayores niveles de ruido. Aunque no se observó relación del dolor con los decibeles o las fuentes, las alteraciones del nivel de conciencia se presentaron en la UCIN y cunero de bajo riesgo cuando los dB son superiores.

4.3 Limitaciones

Aunque la principal limitación de este estudio fue el tamaño de muestra pequeño, debido al número de neonatos hospitalizados durante el periodo de estudio, no fue posible recolectar suficientes escalas NIPS para observar una asociación entre el ruido y el dolor, los datos obtenidos en esta investigación reflejan la necesidad de hacer evaluaciones continuas y, sobretodo, implementar de manera urgente las acciones correctivas. En este sentido, se ha recomendado implementar intervenciones con atención rigurosa a la educación inicial y continua del personal de enfermería para mantener los niveles de ruido adecuados (Casanvant, et al, 2017).

4.4 Sugerencias

Con todo lo anterior se enumeran las recomendaciones para la institución hospitalaria y personal que labora en ella, haciendo énfasis en diferentes medidas para reducir la cantidad de ruido en la UCIN:

1. Crear cursos de capacitación y concientización al personal a cargo del cuidado de los pacientes, que implica control de estímulos ambientales tales como el ruido y la luz; participación de la madre/ padre en el cuidado del hijo en la Unidad Neonatal, además de otros componentes como la organización del cuidado.
2. Regular el nivel de sonido de las alarmas, apagarlas al momento de activarse y tener de preferencia sistemas de alarmas luminosas.
3. Disminuir de tonalidad las conversaciones interpersonales dentro de los 3 cueros del servicio de neonatología.

4. Cerrar y abrir de manera cuidadosa las ventanas de las incubadoras, no inclinarse o golpear con los dedos y no colocar objetos sobre ellas.
5. Evitar el movimiento de mobiliario arrastrándolo dentro de las áreas de la unidad de neonatología.
6. Continuar con el uso de protección auditiva para los bebés prematuros ya que los resultados de estudios demuestran que el uso de protección auditiva consigue reducir la intensidad del ruido para los bebés en 7 dB. (Abdeyazdan *et al*, 2014).
7. Elegir el ruido “positivo” utilizando musicoterapia combinada con los cuidados de enfermería adecuados.
- 8.

Para la institución se recomienda:

1. Contar con cubículos para personal médico y enfermería fuera de las áreas en donde se encuentran los recién nacidos para evitar aumento de ruido por conversaciones interpersonales.
2. Monitorizar el nivel de ruido por decibeles dentro de la unidad de neonatología y dentro y fuera de las incubadoras mediante el Indicador de ruido SoundEar.
3. Utilizar cristales aislantes de ruido en las ventanas es imprescindible para minimizar los ruidos procedentes del exterior.
4. Sugerir el uso de incubadoras en los 8 lugares disponibles de la UCIN, ya que atenúan entre 10 y 15 dB el ruido ambiental, dependiendo del material en que están construidas y el aislamiento del ventilador.

Referencias

Abdeyazdan, Z., Ghassemi, S., & Marofi, M. (2014). The effects of earmuff on physiologic and motor responses in premature infants admitted in neonatal intensive care unit. *Iranian journal of nursing and midwifery research*, 19(2), 107–112.

Aita, M., Johnston, C., Goulet, C., Oberlander, T. F., & Snider, L. (2013). Intervention minimizing preterm infants' exposure to NICU light and noise. *Clinical nursing research*, 22(3), 337–358. <https://doi.org/10.1177/1054773812469223>

Almadhoob, A., y Ohlsson, A. (2020). Sound reduction management in the neonatal intensive care unit for preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1:CD010333. doi: 10.1002/14651858.CD010333.

American Academy of Pediatrics–AAP. (1997). Noise: a hazard for the fetus and newborn. Committee on Environmental Health. *Pediatrics*, 100(4), 724–727.

Aminudin, N., Franta, J., Bowden, A., Corcoran, J. D., El-Khuffash, A., & McCallion, N. (2023). Noise exposure exceeded safe limits during neonatal care and road transport but was reduced by active noise cancelling. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 112(10), 2060–2065. <https://doi.org/10.1111/apa.16900>

Andersen, Z. J., Sram, R. J., Ščasný, M., Gurzau, E. S., Fucic, A., Gribaldo, L., Rossner, P., et al. (2016). Newborns health in the Danube Region: Environment, biomonitoring, interventions and economic benefits in a large prospective birth cohort study. *Environment international*, 88, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.009>

Armijo, S. G., Olvera, G. A., Hernández, S. A. B., Díaz Torres, B. A. (2011). Valoración del dolor en procedimientos realizados a neonatos en la unidad de cuidados intensivos neonatales. *Pediatr Mex*;13(4):145-150.

Báez N. (2018). Plan de cuidado estandarizado para fortalecer el neurodesarrollo del recién nacido pretérmino en la UCIN. [Internet]. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [Consultado el 20 de septiembre de 2022].

Balsan, M. J., Burns, J., Kimock, F., Hirsch, E., Unger, A., Telesco, R., & Bloch-Salisbury, E. (2021). A pilot study to assess the safety, efficacy and ease of use of a novel hearing protection device for hospitalized neonates. *Early human development*, 156, 105365. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2021.105365>

Beken, S., Önal, E., Gündüz, B., Çakir, U., Karagöz, İ., & Kemaloğlu, Y. K. (2021). Negative Effects of Noise on NICU Graduates' Cochlear Functions. *Fetal and pediatric pathology*, 40(4), 295–304. <https://doi.org/10.1080/15513815.2019.1710788>

Betancourt-Fuentes, C. E., Calpulalpan-Bañuelos, M., González-Mendoza, J., Ordoñez-García, C. V., Yebra-Dueñas, J. D. D., & Barrera-León, J. C. (2011). Ruido, iluminación y manipulación en recién nacidos en una UCIN. *Rev. Enferm. Inst. Mex. Seguro Soc*, 137-142.

Boyt Schell A, Gillen G, Scaffa ME. Willard & Spackman. (2016) *Terapia Ocupacional*. 12a Edición. Editorial Médica Panamericana, España.

Catlett, A. T., Holditch-Davis, D. (1990). Environmental stimulation of the acutely ill premature infant: physiological effects and nursing implications. *Neonatal Netw*, 8(6):19-26.

Casavant, S. G., Bernier, K., Andrews, S., & Bourgoïn, A. (2017). Noise in the Neonatal Intensive Care Unit: What Does the Evidence Tell Us?. *Advances in neonatal care : official journal of the National Association of Neonatal Nurses*, 17(4), 265–273. <https://doi.org/10.1097/ANC.0000000000000402>

Chang, E. F., & Merzenich, M. M. (2003). Environmental noise retards auditory cortical development. *Science (New York, N.Y.)*, 300(5618), 498–502. <https://doi.org/10.1126/science.1082163>

Darcy, A. E., Hancock, L. E., & Ware, E. J. (2008). A descriptive study of noise in the neonatal intensive care unit: ambient levels and perceptions of contributing factors. *Advances in neonatal care: official journal of the National Association of Neonatal Nurses*, 8(5 Suppl), S16–S26. <https://doi.org/10.1097/01.ANC.0000337268.85717.7c>

Egan F, Quiroga A, Chattás G. (2012). Cuidado para el neurodesarrollo. *Fudasmin*; 11 (4): 67- 71.

Environmental Protection Agency. Office Of Noise Abatement And Control. (1974). Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety. Environmental Protection Agency, Office of Noise Abatement and Control.

Fernández Dillems, M.P. (2004). Intervención sensorio-motriz en recién nacidos prematuros. *Revista Pediatría Electrónica*; 13:4. <https://revistapediatria.cl/volumenes/2004/vol1num1/5.html>

Goldstein, J., Laliberte, A., & Keszler, M. (2019). Ambient Noise Production by High-Frequency Neonatal Ventilators. *The Journal of pediatrics*, 204, 157–161. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.08.029>

Goines, L., & Hagler, L. (2007). Noise pollution: a modern plague. *South Med J*;100:287–94.

Graven, S.N. (2000). Sound and the developing infant in the NICU: conclusions and recommendations for care. *Journal of perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 20(8 Pt 2), S88–S93. <https://doi.org/10.1038/sj.jp.7200444>

Hernández-Salazar, A. D., Gallegos-Martínez, J., & Reyes-Hernández, J. (2020). Level and Noise Sources in the Neonatal Intensive Care Unit of a Reference Hospital. *Investigación y educación en enfermería*, 38(3), e13. <https://doi.org/10.17533/udea.iee.v38n3e13>

Hudson-Barr, D., Capper-Michel, B., Lambert, S., Palermo, T. M., Morbeto, K., & Lombardo, S. (2002). Validation of the Pain Assessment in Neonates (PAIN) scale with the Neonatal Infant Pain Scale (NIPS). *Neonatal network: NN*, 21(6), 15–21.

Hull, W., & Wright, K. (2023). A Quality Improvement Pilot Project for Noise Reduction in the NICU. *Advances in neonatal care: official journal of the National Association of Neonatal Nurses*, 23(5), 401–408. <https://doi.org/10.1097/ANC.0000000000001074>

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. <https://doi.org/10.4094/chnr.2020.26.2.296>

Jordão, M. M., Costa, R., Santos, S. V., Locks, M. O. H., Assuiti, L. F. C., & de Lima, M. M. (2017). Ruídos na unidade neonatal: identificando o problema e propondo soluções. *Cogitare Enfermagem*, 22(4).

Jurkovicova J., & Aghova L. (1989). Evaluación de los efectos de la exposición al ruido en diversas funciones corporales en recién nacidos con bajo peso al nacer. *Act Nerv Super* (Praga); 31:228–9.

Long, J.G., Lucey, J.F., & Philip, A.G. (1980). Noise and hypoxemia in the intensive care nursery. *Pediatrics*, 65 1, 143-5.

López Baca, C., y Zegarra Tapia, P. (2019). Nivel de conocimiento y práctica del cuidado de la enfermera en el neurodesarrollo del prematuro. Hospitales de la ciudad de chimbote, 2018.

López Barrio, I., & Carles, J. L. (1997). La calidad sonora de Valencia. Espacios sonoros representativos. Fundación Bancaixa, Valencia, Spain.

Lawrence, J., Alcock, D., McGrath, P., Kay, J., MacMurray, S. B., & Dulberg, C. (1993). The development of a tool to assess neonatal pain. *Neonatal network : NN*, 12(6), 59–66.

MacKenzie, D.J., & Galbrun, L. (2007). Noise levels and noise sources in acute care hospital wards. *Building Services Engineering Research and Technology*; 28(2):117-131. doi:10.1177/0143624406074468

Marchal, A., Melchior, M., Dufour, A., Poisbeau, P., Zores, C., & Kuhn, P. (2021). Pain Behavioural Response to Acoustic and Light Environmental Changes in Very Preterm Infants. *Children* (Basel, Switzerland), 8(12), 1081. <https://doi.org/10.3390/children8121081>

- Mariet, A. S., Bernard, N., Pujol, S., Sagot, P., Thiriez, G., Riethmuller, D., Boilleaut, M., Defrance, J., Houot, H., Parmentier, A. L., Benzenine, E., Mauny, F., & Quantin, C. (2021). Association between moderated level of air pollution and fetal growth: the potential role of noise exposure. *Scientific reports*, 11(1), 11238. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90788-1>
- Marlow, N., Wolke, D., Bracewell, M. A., Samara, M., & EPICure Study Group (2005). Neurologic and developmental disability at six years of age after extremely preterm birth. *The New England journal of medicine*, 352(1), 9–19. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa041367>
- Martin, W. H., Sobel, J., Griest, S. E., Howarth, L., & Yongbing, S. (2006). Noise induced hearing loss in children; preventing the silent epidemic. *J Otol*;1:11–21.
- Matook, S. A., Sullivan, M. C., Salisbury, A., Miller, R. J., & Lester, B. M. (2010). Variations of NICU sound by location and time of day. *Neonatal network: NN*, 29(2), 87–95. <https://doi.org/10.1891/0730-0832.29.2.87>
- Mayhew, K. J., Lawrence, S. L., Squires, J. E., & Harrison, D. (2022). Elevated Sound Levels in the Neonatal Intensive Care Unit: What Is Causing the Problem?. *Advances in neonatal care: official journal of the National Association of Neonatal Nurses*, 22(6), E207–E216. <https://doi.org/10.1097/ANC.0000000000000996>
- Morris, B.H., Philbin, M.K., Bose, C. (2000). The full-term and premature newborn. Physiological effects of sound on the newborn. *J Perinatol*; 20:S54-S59.
- Morton, J. A. (2014). Notas sobre el ruido. Aplicación de las teorías de Florence Hightingale al entorno actual del paciente. *Nursing*; 31(2):39–42. doi: 10.1016/j.nursi.2014.04.014

Mustafá Gaviria, A. A. (2018). *Medición De Niveles De Ruido en Una Unidad de Recién Nacidos de un Hospital Público de Bogotá*. (Tesis de posgrado). Universidad el Bosque. Repositorio académico de la Universidad el Bosque, Bogotá, Colombia. <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/10323/Medici%C3%B3n%20de%20niveles%20de%20ruido%20en%20una%20unidad%20de%20reci%C3%A9n%20nacidos%20de%20un%20hospital%20p%C3%ABlico%20de%20Bogot%C3%A1?sequence=6>

Ozdemir, S., & Balci, S. (2020). The Effect of Earmuffs on Physiological Parameters in Preterm Infants: A Systematic Review. *Current pediatric reviews*, 16(2), 156–163. <https://doi.org/10.2174/1573396316666200214112347>

Nieto-Sanjuanero, A., Quero-Jiménez, J., Cantú-Moreno, D., Rodríguez-Balderrama, I., Montes-Tapia, F., Rubio-Pérez, N., ... & de la O-Cavazos, M. (2015). Evaluación de las estrategias enfocadas a disminuir el nivel de ruido en las diferentes áreas de atención neonatal en un hospital de tercer nivel. *Gac. Med. Mex*, 151, 741-8.

Plascencia, M., Villalobos, G., Mendoza, A. (2011). *Cuidados avanzados en el neonato. Cuidado del recién nacido críticamente enfermo*. Editorial Intersistemas. México.

Riquelme, E. (2004). *Manual de Procedimientos y Cuidados de Enfermería Neonatal*. Santiago, Chile. Editorial Mediterráneo.

Sabetsarvestani, R., Köse, S., Geçkil, E., Tosun, E. E., Tokan Özkılıçaslan, F., Karaarslan, F., & Altunhan, H. (2022). Noise in a Neonatal Intensive Care Unit: Exploring Its State and Solutions. *Advances in neonatal care: official journal of the National Association of Neonatal Nurses*, 22(6), E183–E190. <https://doi.org/10.1097/ANC.0000000000000985>

Sánchez-Rodríguez, G., Quintero-Villegas, L., Rodríguez-Balderrama, I., Nieto-Sanjuanero, A., Cantú-Moreno, D., & Zapata-Castillo, A. (2012). Comparación de los niveles de decibeles (ruido) en las áreas de atención neonatales. *Med Univer*, 14(56), 127-33.

Singh, D., & Fusch, G. (2021). Investigating Noise Exposure to Newborn Infants From Respiratory Support: Methodological Considerations. *Cureus*, 13(11), e19353. <https://doi.org/10.7759/cureus.19353>

Smith, S. W., Ortmann, A. J., & Clark, W. W. (2018). Noise in the neonatal intensive care unit: a new approach to examining acoustic events. *Noise & health*, 20(95), 121–130. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_53_17

Sola, A. (2011). Dolor y Estrés en el recién nacido, analgesia y sedación. En A. Sola, *Cuidados Neonatales. Descubriendo La Vida De Un Recién Nacido Enfermo*, 2 Vols. CABA: Edimed.

Thakur, N., Batra, P., y Gupta, P. (2016). Noise as a Health Hazard for Children, Time to Make a Noise about it. *Indian pediatrics*, 53(2), 111–114. <https://doi.org/10.1007/s13312-016-0802-7>

Wallis, R., Harris, E., Lee, H., Davies, W., & Astin, F. (2019). Environmental noise levels in hospital settings: A rapid review of measurement techniques and implementation in hospital settings. *Noise & health*, 21(102), 200–216. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_19_18

White, R. D., Smith, J. A., y Shepley, M. M. (2013). On behalf of the committee to establish recommended standards for newborn ICU design, recommended standards for newborn ICU design, eighth edition. *J Perinatol*;33: S2–16. doi: 10.1038/jp.2013.10

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Comfort: El término se utiliza para calmar, consolar, tranquilizar, ayudar, apoyar, alentar o traer la alegría a alguien; es una sensación de alivio y consuelo en la aflicción; un estado de comodidad y de satisfacción de las necesidades corporales.

Dolor: experiencia sensorial y emocional no placentera que está asociada con daño tisular, o descrita como si lo hubiera.

Edad Gestacional: al periodo transcurrido desde el primer día de la última menstruación normal en una mujer con ciclos menstruales regulares, sin uso de anticonceptivos hormonales; con fecha de última menstruación confiable, hasta el nacimiento o hasta el evento gestacional en estudio. Se expresa en semanas y días completos.

Estrés: cualquier amenaza percibida de naturaleza interna o externa (estresor o estímulo negativo) que afecta su estabilidad fisiológica.

Neurodesarrollo: se da a través de un proceso dinámico de interacción entre el niño y el medio que lo rodea; como resultado, se obtiene la maduración del sistema nervioso con el consiguiente desarrollo de las funciones cerebrales y, a la vez, la formación de la personalidad.

Recién nacido (persona recién nacida), al producto de la concepción desde el nacimiento hasta los 28 días de edad.

Ruido: Constituye un conjunto de sonidos desarticulados y confusos, generados por una emisión de energía por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia.

Anexo 1. Instrumentos para el registro de decibeles en el servicio de Neonatología

Instrumento para el registro de dB por turno

Hora – Turno	Nivel de Ruido Mínimo (dB)	Nivel de Ruido Máximo (dB)	N.º de personas
7-15 hrs – Matutino			
15-20:30 hrs – Vespertino			
20:30- 7 hrs - Nocturno			

Instrumento para evaluar las fuentes generadoras de ruido

Fecha / Hora:	Cunero:	
	Nivel de Ruido (dB)	Tiempo de monitoreo
Alarmas de monitores, incubadoras, ventiladores		
Tomas de Oxígeno		
Llanto		
Pase de visita médica		
Visita familiar		
Conversaciones		
Tomas de Aire		
Movimiento de mobiliario		
Lavado de material		
Cierre de ventanilla de incubadora		
Música o Radio		

Anexo 2. Escala NIPS (Neonatal Infants Pain Scale).

Variable	Hallazgo	Puntuación
<i>Expresión</i>	Relajada, expresión neutra	0
<i>facial</i>	Ceño fruncido, contracción de la musculatura facial	1
<i>Llanto</i>	Ausencia de llanto, tranquilo	0
	Llanto intermitente	1
	Llanto vigoroso, continuo	2
<i>Patrón respiratorio</i>	Relajado (patrón habitual respiratorio)	0
	Cambios respiratorios (irregular, más rápido)	1
<i>Brazos</i>	Relajados (sin rigidez muscular, algún movimiento)	0
	Flexión/extensión (tensos, movimientos rápidos)	1
<i>Piernas</i>	Relajados (sin rigidez muscular, algún movimiento)	0
	Flexión/extensión (tensos, movimientos rápidos)	1
<i>Nivel de conciencia</i>	Dormido o despierto pero tranquilo	0
	Inquieto	1
<i>Frecuencia cardíaca</i>	Aumento < 10% respecto a la basal	0
	Aumento del 11 al 20% respecto a la basal	1
	Aumento > 20% respecto a la basal	2
<i>Saturación de oxígeno</i>	No precisa oxígeno complementario para mantener la saturación	0
	Precisa oxígeno complementario para mantener la saturación	1

Interpretación: Puntuación máxima de 7 que equivale a dolor grave; entre más cercano a 0 hay menos dolor

Fuente: Lawrence J, Alcock D, McGrath P, Kay J, McMurray SB. Neonatal Netw 1993; 12: 59-66.

Anexo 3. Aprobación del protocolo ante el Comité de Ética en Investigación



Dirección de Investigación y Enseñanza
Servicio de Desarrollo Científico y Tecnológico

Ciudad de México, a 10 de mayo de 2022.
No. de Oficio: CI/158/2022.
Asunto: Carta de Aceptación

L.E.O DEL ANGEL ORTIZ ANGÉLICA YOLOXOCHIT

Presente

En relación al proyecto de tesis titulado "**Fuentes generadoras de ruido en el servicio de neonatología del Hospital Juárez de México que superan los 45 dB y su asociación con la intensidad de dolor en el neonato hospitalizado**", con número de registro **HJM 258/21-R** bajo la dirección de la Dra. Martha Gutiérrez de Gress, fue evaluado por el Subcomité para Protocolos de Tesis de Especialidades Médicas, quienes dictaminaron:

"PROTOCOLO ACEPTADO"

A partir de esta fecha queda autorizado y podrá dar inicio al protocolo.

Le informo también que los pacientes que ingresen al estudio, solamente serán responsables de los costos de los estudios necesarios y habituales para su padecimiento, por lo que cualquier gasto adicional que sea necesario para el desarrollo de su proyecto deberá contar con los recursos necesarios para cubrir los costos adicionales generados por el mismo.

No omito mencionarle que cualquier enmienda o prórroga deberá estar plenamente justificada y deberá ser solicitada oportunamente ante el Comité de Investigación.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente

Dr. Juan Manuel Bello López
Presidente del Comité de Investigación
Hospital Juárez de México

JMBL /mam

