

VALIDACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

Expositor

Carlos Aníbal Juárez

Investigadores

Carlos Aníbal Juárez

Erick Varela

Mauricio Pohl

Departamento de Electrónica e Informática, UCA

Carlos Alvarado

Leopoldo Hernández

Julia Urrutia

Escuela de Biomédica, Universidad Don Bosco.

Introducción

El presente documento es un resumen del proyecto Validación de parámetros ambientales en cuidados intensivos neonatales. Este proyecto fue cofinanciado por el Fondo para la Investigación Superior del Ministerio de Educación, la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas y la Universidad Don Bosco.

Los neonatos alojados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) son altamente delicados, por ende, requieren cuidados especializados y un ambiente controlado que garantice su estabilidad y adecuado desarrollo mientras se encuentran en esta área (Chatziioannidis, 2017) y (Ávila y Alberto, 2018). Debido a su condición pretérmino, su cuerpo no ha terminado de desarrollarse y son muy susceptibles a cualquier cambio en el ambiente. Así, el diseño de áreas

hospitalarias de tipo crítico, como la UCIN, requiere la implementación de normativas que garanticen las condiciones de operación óptimas para temperatura ambiental, humedad relativa, sonido, iluminación, flujo de aire, concentración de CO₂ y calidad de energía eléctrica (White, 2006); el cumplimiento de estas asegura que el neonato dispondrá de las condiciones tecnológicas, de infraestructura y ambiente requeridas para su desarrollo, sin poner en riesgo su salud debido a un entorno que lo perturbe (Chatziioannidis, 2017), al mismo tiempo que se genera un ambiente más agradable y adecuado para el personal clínico que labora en el área.

A nivel nacional, poco se ha desarrollado en verificaciones de parámetros técnicos con equipo de prueba y medición especializados, esto para validar tecnologías utilizadas y ambientes hospitalarios, por ello se

propone medir los siguientes parámetros: ruido ambiental, velocidad de flujo de aire, temperatura ambiental, humedad relativa y grado de iluminación ambiental, que afectan el desarrollo y recuperación de la salud de un paciente en estado crítico (White, 2006). Este artículo tiene como propósito mostrar cómo las tecnologías de la información y comunicación (TIC) facilitan la verificación de los parámetros técnicos ambientales en Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN). Para lo anterior se realizó una muestra en Hospital Nacional de Niños “Benjamín Bloom” y Hospital Nacional Regional “San Rafael” de Santa Tecla.

El presente artículo se divide de la siguiente manera: la sección uno para describir los parámetros medidos, la sección dos para la metodología, la sección tres para mostrar resultados y la sección cuatro para las conclusiones y trabajos futuros.

Variables ambientales en unidades de cuidados intensivos neonatales

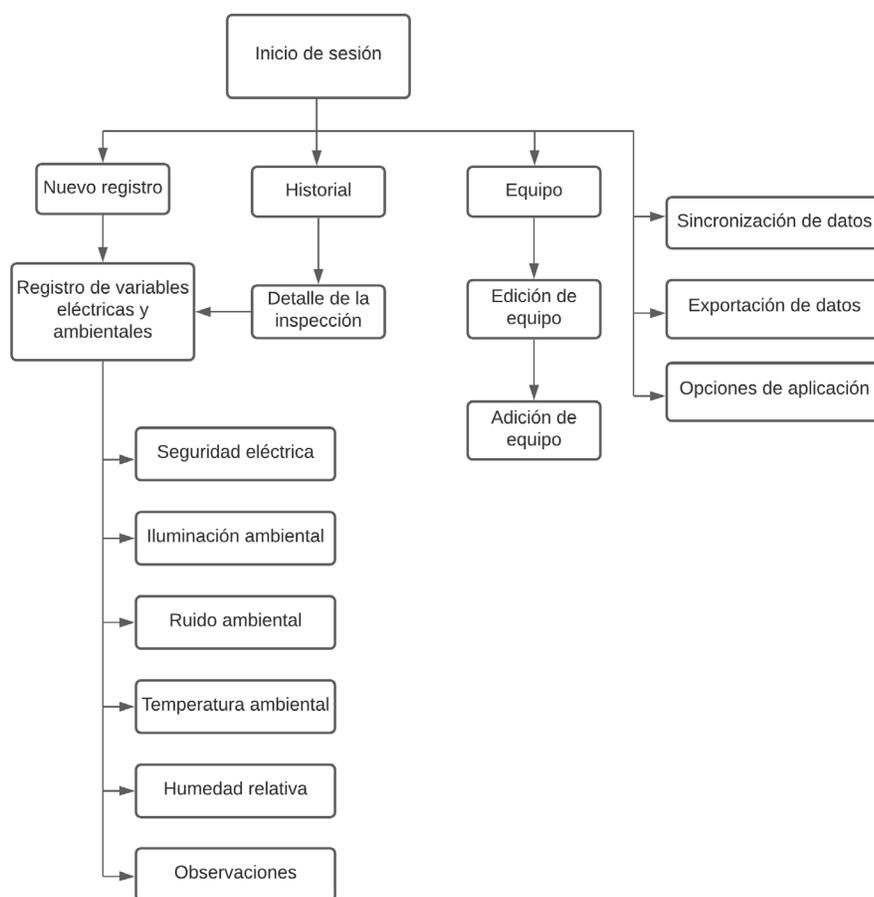
En esta sección se describen los valores normales e influencia de parámetros ambientales en UCIN. En primer lugar, la temperatura ambiental debe diseñarse y calcularse para disponer de una temperatura en la Unidad de 22 °C a 26 °C, y dentro de las salas de atención hasta 30°C; esto con el objetivo de no tener un cambio brusco de temperatura al sacar al neonato de la incubadora, así se le ayuda a no descontrolar su sistema de autorregulación de temperatura (White, 2006). La humedad relativa es una medida de cuánto vapor de agua contiene un gas en comparación con su capacidad total de vapor de agua. Esto

influye en la regulación de la temperatura del neonato y ayuda a las pérdidas de calor por evaporación; además, la humedad propicia un mayor crecimiento de hongos en el ambiente, por lo que al tener una humedad relativa alta aumenta el riesgo de contraer una neumonía, esto según la norma “Recommended Standards for Newborn ICU Design (Consensus Conference on newborn ICU)” que señala que la humedad relativa debe de estar entre 60-70% (White, 2006).

En cuanto al ruido ambiental, el oído de los neonatos es bastante delicado, por lo que el ruido ambiental puede dañar su desarrollo y provocar problemas de hipoacusia a largo plazo, por ello se establece que el nivel de ruido en la unidad debe ser inferior a 45 dB (10-55 dB) y no debe superar un máximo de 6570 dB de forma transitoria (White, 2006).

La luz ambiental puede ayudar o perjudicar a un neonato, mientras que la luz natural ayuda a mejorar el sistema de regulación de la temperatura, además de ayudar a tratar la ictericia y al sistema inmunológico del bebé, pero la luz demasiado fuerte (ya sea natural o artificial) puede causar daños a la vista, lo que puede provocar una ceguera; por tanto, los niveles recomendados de iluminación en la Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatología donde haya grandes prematuros deberían oscilar entre 10 y 600 lux (con capacidad de regulación), medidos en el plano horizontal de la cuna o incubadora (en casos con menos de 30 semanas deben disponer de un nivel de iluminación inferior a los 20 lux) (White, 2006).

Figura 1. Flujo del sistema informático.



Metodología

Para automatizar la toma de medición que se realizó en campo se desarrolló una aplicación móvil basándose en las herramientas provistas por el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) que constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, desarrollo, implementación y documentación de sistemas y aplicaciones que utilizan el paradigma de desarrollo orientado a objetos. La aplicación está orientada a dispositivos móviles que utilizan el lenguaje de programación Android bajo el sistema operativo Android. Como complemento, la aplicación tiene enlace con un servicio web para centralizar los datos obtenidos por cada uno de los equipos que miden las variables ambientales y eléctricas. Por tanto, un diagrama de flujo de la aplicación es la representación gráfica o secuencia de rutinas simples; además,

tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un proceso dentro de la aplicación, tal como se muestra en la Figura 1.

El desarrollo de este sistema capaz de captar la información mediante dispositivos móviles facilita la recolección de la información y la pone disponible en la nube, de tal forma que puede ser accesible desde cualquier punto.

Con la información disponible en el servidor se les facilita a las autoridades que como usuarios puedan acceder a revisar el comportamiento de la unidad de cuidados intensivos neonatales.

Por tanto, la tecnología móvil es útil para las tareas de campo, donde no es posible trasladarse

con equipo pesado, además, abre una puerta a la sincronización con dispositivos electrónicos que pueden colocarse en la UCIN para llevar un monitoreo más continuo.

Finalmente, el resumen y registro de la información sobre la adquisición de parámetros ambientales se encuentra en el siguiente enlace web: <https://dei.uca.edu.sv/webservice/seguridad-electrica/default/index.php>

Luego de desarrollada la aplicación móvil, se formaron dos grupos de trabajo con el fin de que cada grupo tomara las mediciones tres veces por semana, esto en dos horarios distintos durante dos meses para muestrear las cuatro variables ambientales. Además, se ocuparon diferentes puntos dentro de las áreas de cuidados intensivos con el fin de obtener mejor representación de lo que sucede.

Resultados

En las Figura 2 y Figura 3, se muestra el promedio de las mediciones realizadas en ambos hospitales. De la información recolectada se extrajo cada dato estadístico para los puntos de medición ambiental, donde se validó la hipótesis nula que cada uno de los parámetros se encuentra dentro del rango permitido en los estándares, para ello se realizó una prueba t-student por parámetro.

A partir de un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, para Hospital Nacional Regional "San Rafael" y Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom", se determinó que con los valores de temperatura, humedad relativa e iluminación no se puede rechazar la hipótesis nula. En cambio, para el caso de ruido, se comprobó que se debe rechazar la hipótesis nula en un sector de la UCIN.

Figura 2. Resultado promedio de las mediciones realizadas en el Hospital Nacional Regional "San Rafael". (a) Intensidad de luz (b) Humedad relativa (c) Ruido ambiental (d) Temperatura.

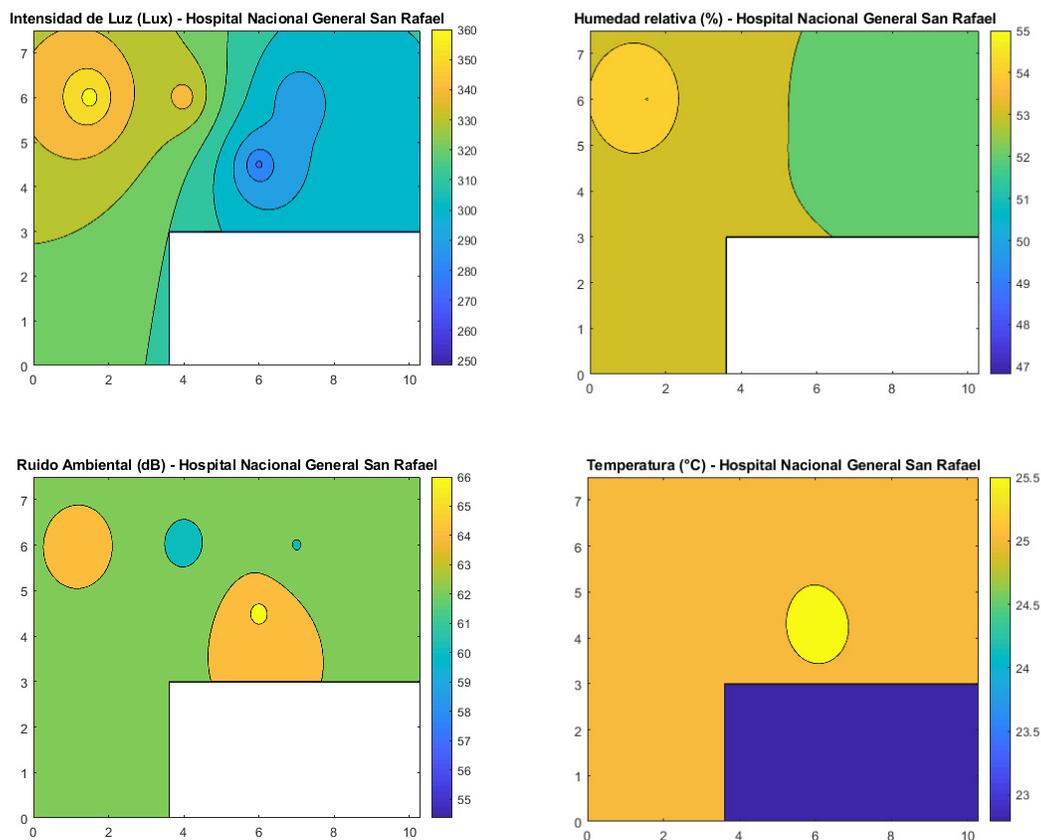
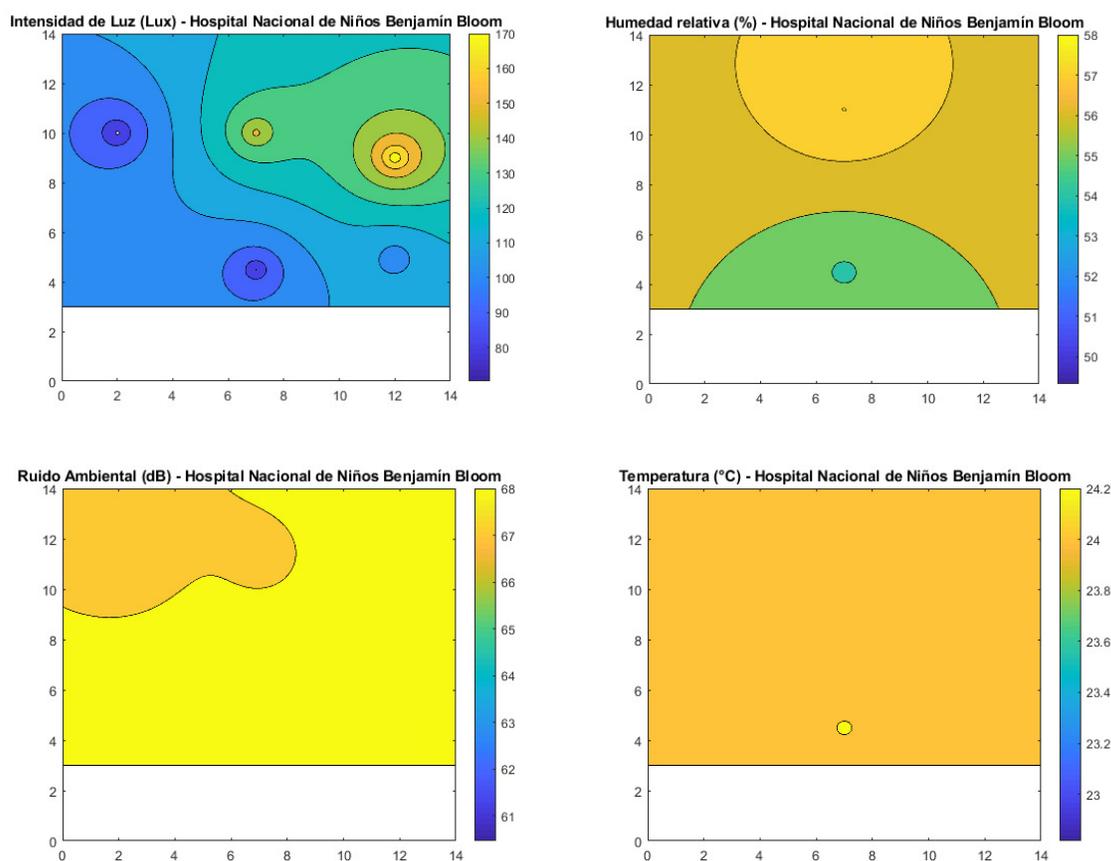


Figura 3. Resultado del promedio de las mediciones realizadas en Hospital Nacional de Niños “Benjamín Bloom”. (a) Intensidad de luz (b) Humedad relativa (c) Ruido ambiental (d) Temperatura.



Conclusiones

La diferencia entre el ambiente intrauterino y el que se ofrece en los cuidados intensivos es notable debido a que el medio intrauterino es líquido, caliente, oscuro, con movimientos rítmicos, con sonidos monótonos y amortiguados, proporcionando así el sostén adecuado para que el niño vaya adquiriendo la posición de flexión. En comparación, las unidades de cuidados intensivos neonatales ofrecen un ambiente ruidoso, muy luminoso, con continuas interrupciones del sueño e intervenciones dolorosas, las superficies de apoyo son duras y la fuerza de la gravedad hace que el niño tienda a una postura en extensión.

A partir del análisis y comprobación de hipótesis para cada parámetro medido en ambos hospitales, se puede afirmar que el único parámetro que presenta una diferencia estadísticamente significativa entre los establecido por el estándar y las mediciones es el ruido ambiental. Sin embargo, existen mediciones que no son estadísticamente significativas porque están fuera de los rangos normados, pero nos ofrecen oportunidades de mejora para el control y validación, como la iluminación ambiental y la temperatura.

Las recomendaciones que se brindan a partir del análisis particular de cada centro asistencial son las siguientes:

Hospital Nacional Regional "San Rafael":

- Lograr un sistema de iluminación flexible, que sea regulable tanto individualmente como por zonas dentro de la Unidad para responder a las dispares necesidades de los neonatos que comparten la UCIN.
- El doble vidriado hermético es preferible para minimizar las pérdidas/ganancias de calor.
- Incorporar elementos de control internos (polarización de ventanas).
- Utilizar colores neutros para minimizar la distorsión del color.
- Evitar la radiación solar directa tanto en pacientes como en pantallas de visualización de datos.
- Reconfigurar la intensidad de alarmas de monitoreo y protocolo de atención inmediato.
- Las conversaciones cerca de los neonatos deben ser en tono bajo y solo lo necesario.
- Sensibilización en el uso de puertas y ventanillas de las incubadoras.
- Señalización de silencio.
- Situar a pacientes muy delicados lejos de las áreas de tráfico.
- Colocar filtros de aire de alta eficiencia con recirculación de al menos seis veces y recambio de dos volúmenes por hora.
- Se debe procurar realizar todos los procedimientos dentro de la incubadora

con el portón frontal cerrado, sino hay que subir la temperatura 0.5 a 1 °C para evitar el enfriamiento, tapar toda la superficie corporal posible.

Hospital Nacional de Niños "Benjamín Bloom":

- Utilizar colores neutros para minimizar la distorsión del color.
- Reconfigurar la intensidad de alarmas de monitoreo y protocolo de atención inmediato.
- Las conversaciones cerca de los neonatos deben ser en tono bajo y solo lo necesario.
- Sensibilización en el uso de puertas y ventanillas de las incubadoras
- Señalización de Silencio.
- Situar a pacientes muy delicados lejos de las áreas de tráfico.
- Colocar filtros de aire de alta eficiencia con recirculación de al menos seis veces y recambio de dos volúmenes por hora.
- Se debe procurar realizar todos los procedimientos dentro de la incubadora con el portón frontal cerrado; sino subir la temperatura 0.5 a 1 °C para evitar el enfriamiento, tapar toda la superficie corporal posible.

Referencias bibliográficas

Alonso Ovies, Á., Calle, G., Tello, V. y Martín Delgado, M. (2016). Humanización de las Unidades de Cuidados Intensivos, pp. 127-168.

Ávila Y. y Alberto, C. (2018). *Sistema de supervisión de parámetros ambientales para Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales, UCIN.* S. E.

Chatziioannidis, I., Mitsiakos, G. y Vouzas F. (2017). Focusing on patient safety in the Neonatal Intensive Care Unit environment. *J. Pediatr. Neonatal Individ. Med. JPNIM*, vol. 6, núm. 1, p. e060132.

Ministerio de Salud. (S. F.). *Guías clínicas para la atención hospitalaria del neonato.* S. E.

White, R. (2006). Recommended standards for newborn ICU design. *J. Perinatol*, vol. 26, pp. S2-S18.