



## PAÑAL INTELIGENTE CON ALERTA SONORA AL LLENADO DE ORINA SMART DIAPER WITH AUDIBLE ALERT WHEN URINE IS FILLED

Janeth Elizabeth Alva Terrones  
alvaterronesjanethelizabeth@gmail.com  
0000-0002-9784-9830

Maribel Yesenia Ibáñez Escobedo  
yesyl\_escobedo@hotmail.com  
0009-0001-3967-9108

Sunny Alejandra lau Sánchez  
sunnylausanchez@gmail.com  
0000-0001-6751-9278

Evelyn Mariselly Acevedo Aldave  
acevedoevelyn1502@gmail.com  
0009-0003-4431-0406

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Florencia de Mora”, Trujillo – Perú**

Sugerencia como citar: Alva, J. E., Ibáñez, M. Y., Lau, S. A., Acevedo, E. M. (2025). Pañal inteligente con alerta sonora al llenado de orina. Revista: Mundo Científico Internacional. Edición Especial (EE) Pág. 21-29, <https://mucin.nelkuali.com/>

Recibido: 04/11/2025

Aprobado: 05/12/2025

Publicado: 15 /12/2025

### Resumen

El uso prolongado de pañales húmedos en pacientes dependientes, como adultos mayores, personas con discapacidad o recién nacidos, genera complicaciones dermatológicas e infecciones urinarias, afectando su confort y calidad de vida. Este problema también incrementa la carga laboral del personal de enfermería, que debe revisar manualmente los pañales para detectar la humedad. Ante esta situación, el proyecto “Pañal Inteligente con alerta sonora al llenado de orina” propone una solución tecnológica accesible y de bajo costo que permita detectar la presencia de orina mediante un sensor de humedad integrado al pañal, el cual activa una señal sonora cuando el nivel de humedad alcanza un umbral determinado. El objetivo principal fue diseñar, ensamblar y validar un prototipo funcional que emitiera una alerta inmediata para facilitar el cambio oportuno del pañal, previniendo complicaciones y mejorando la atención del paciente. La metodología aplicada fue de tipo aplicada y experimental, estructurada en tres fases: identificación de necesidades mediante revisión bibliográfica y encuestas; diseño y ensamblaje del circuito con microcontrolador y zumbador; y pruebas simuladas con estudiantes de enfermería para evaluar tiempos de respuesta y efectividad del sistema. Los resultados evidenciaron una activación sonora confiable y oportuna ante la presencia de humedad, con buena aceptación por parte de los usuarios evaluadores. En conclusión, el pañal inteligente demostró ser una innovación práctica, funcional y reproducible, capaz de optimizar la higiene, reducir infecciones y contribuir al desarrollo de competencias tecnológicas en el campo de la enfermería técnica.

**Palabras claves:** Pañal inteligente, Alerta sonora, Llenado de orina

## Abstract

The prolonged use of wet diapers in dependent patients, such as the elderly, people with disabilities, or newborns, leads to dermatological complications and urinary tract infections, affecting their comfort and quality of life. This problem also increases the workload of nursing staff, who must manually check diapers for moisture. In response to this situation, the "Smart Diaper with Audible Urine Filling Alert" project proposes an accessible and low-cost technological solution that detects the presence of urine using a moisture sensor integrated into the diaper. This sensor activates an audible signal when the moisture level reaches a predetermined threshold. The main objective was to design, assemble, and validate a functional prototype that emits an immediate alert to facilitate timely diaper changes, preventing complications and improving patient care. The methodology employed was applied and experimental, structured in three phases: identification of needs through a literature review and surveys; design and assembly of the circuit with a microcontroller and buzzer; and simulated tests with nursing students to evaluate response times and system effectiveness. The results demonstrated reliable and timely sound activation in the presence of moisture, with good acceptance from the evaluators. In conclusion, the smart diaper proved to be a practical, functional, and reproducible innovation, capable of optimizing hygiene, reducing infections, and contributing to the development of technological skills in the field of nursing.

**Keywords:** Smart diaper, Sound alert, Urine filling

## Introducción

El cuidado de personas dependientes como adultos mayores, pacientes postrados o niños pequeños constituye un desafío permanente para los profesionales de enfermería, especialmente en lo referente a la detección oportuna del llenado del pañal. La exposición prolongada a la humedad contribuye al desarrollo de dermatitis asociada a incontinencia (DAI), irritaciones cutáneas e infecciones, lo cual afecta negativamente la comodidad y la seguridad del paciente.

Bliss, Thomsen y otros investigadores sostienen que la DAI se relaciona directamente con el tiempo de exposición de la piel a la humedad, siendo un problema frecuente en entornos de cuidado prolongado (Bliss et al., 2017). De igual modo, Gray (2018) enfatiza que la vigilancia continua del pañal es una intervención esencial para prevenir lesiones dérmicas y complicaciones infecciosas.

En el ámbito de la enfermería, estas complicaciones representan una problemática de relevancia clínica y ética, pues afectan directamente la calidad de vida, el confort y la seguridad del paciente. Sin embargo, la detección del llenado del pañal continúa realizándose de manera manual y periódica, lo que incrementa el riesgo de retraso en la intervención. La limitación de tiempo del personal de enfermería, la alta carga laboral y la variabilidad en las condiciones de los pacientes dificultan la monitorización continua, generando un espacio para la incorporación de soluciones tecnológicas asistivas que optimicen el cuidado.

Dentro de este marco referencial, diversos estudios exploran el uso de **sensores resistivos y capacitivos** para detectar humedad en textiles, demostrando su efectividad en proyectos de bioingeniería orientados al monitoreo de pacientes (Majumder et al., 2019). Asimismo, la integración de **señales sonoras** como mecanismo de alerta inmediata ha sido ampliamente reconocida en sistemas de seguridad clínica, ya que facilita la respuesta rápida ante cambios fisiológicos o ambientales (Yin et al., 2020).

En este escenario, la integración de tecnologías inteligentes en salud se ha consolidado como una estrategia de modernización en los sistemas de atención, las innovaciones en sensores y dispositivos electrónicos han permitido avances en el monitoreo no invasivo. En esta línea, Chu (2020) y Rev (2025) reportan el desarrollo de pañales inteligentes basados en sensores de humedad, conductividad o tecnología, capaces de emitir alertas al cuidador cuando se detecta la presencia de orina.

En consonancia con este cuerpo de evidencia, el desarrollo de un **pañal inteligente con alerta sonora al llenado de orina** representa una solución innovadora y de bajo costo que se adapta a las necesidades reales de los entornos de atención. Desde la perspectiva de enfermería, tecnologías como esta fortalecen el cuidado centrado en la persona, contribuyen a la prevención de complicaciones y apoyan intervenciones oportunas, coherentes con los estándares profesionales descritos por Potter & Perry (2021) en relación con la seguridad y calidad del cuidado.

Por tanto, el presente proyecto tuvo como finalidad diseñar y evaluar un prototipo funcional capaz de detectar niveles críticos de humedad en el pañal y emitir una alerta sonora inmediata, facilitando al personal de enfermería la toma de decisiones rápidas y oportunas. Esta propuesta se alinea con la tendencia global hacia el *cuidado inteligente* y aporta una herramienta novedosa para mejorar el bienestar y la seguridad del paciente en diversos contextos asistenciales.

## Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de innovación tecnológica con carácter experimental, ejecutado íntegramente en un entorno de laboratorio controlado. Este tipo de enfoque permitió manipular variables asociadas al diseño, funcionamiento y validación del dispositivo, garantizando un análisis sistemático de su desempeño. El estudio adoptó como eje metodológico las etapas del proceso de creación de prototipos descritas por Fonseca (2021), ampliamente utilizadas en proyectos de ingeniería aplicada y desarrollo de tecnología

asistivas. Dichas etapas comprenden cinco fases fundamentales: diseño conceptual, integración electrónica, programación, pruebas funcionales y ajustes del dispositivo.

En la fase de diseño conceptual, se definieron las características esenciales del sistema, especificando los componentes necesarios, la lógica de funcionamiento, las dimensiones físicas y los tipos de sensores apropiados para detectar humedad en pañales de usuarios dependientes. Esta etapa implicó también la elaboración de diagramas, esquemas preliminares y la selección de materiales compatibles con el uso humano, considerando criterios de seguridad, durabilidad y sensibilidad.

### Población y muestra

La población considerada para este estudio estuvo conformada por personas dependientes usuarias de pañales, incluyendo tres grandes grupos: bebés, adultos mayores y pacientes con movilidad limitada o condiciones clínicas que dificultan el control vesical. Este tipo de población requiere monitoreo frecuente para garantizar higiene, prevenir dermatitis y reducir riesgos asociados a humedad prolongada.

Debido a la naturaleza exploratoria y demostrativa del estudio, se aplicó un muestreo intencional no probabilístico, estrategia adecuada para investigaciones tecnológicas en fase inicial. La muestra estuvo integrada por 3 a 5 participantes o maniqués clínicos, seleccionados conforme a los criterios establecidos por Otzen y Manterola (2017), quienes señalan que en estudios demostrativos es viable trabajar con muestras pequeñas que permitan validar la factibilidad y funcionamiento básico de un prototipo sin requerir representatividad estadística.

El uso de maniqués clínicos en algunos ensayos permitió controlar variables fisiológicas y garantizar condiciones homogéneas para la evaluación del dispositivo. Paralelamente, los ensayos con participantes reales se realizaron siguiendo protocolos éticos básicos, priorizando la seguridad, el bienestar y el consentimiento informado. En ambos casos, los datos obtenidos fueron suficientes para determinar la viabilidad inicial del dispositivo y orientar futuros estudios con muestras más amplias.

### Proceso de elaboración del prototipo

**Materiales:** sensor resistivo de humedad, Arduino Mini, zumbador, cables, pañal desechable.

**Integración:** el sensor se colocó en la capa interna del pañal, conectado a un microcontrolador programado para activar la alerta.

**Programación:** se estableció un umbral de conductividad que activaba el zumbador ante contacto con la orina.

**Pruebas:** se realizaron pruebas múltiples con muestras de orina simulada, evaluando: tiempo de respuesta, repetitividad, estabilidad del sensor.

## Resultados

El prototipo cumplió los parámetros funcionales esperados. Entre los hallazgos, destacan:

**-Activación rápida:** el sistema detectó humedad y emitió alerta en un intervalo de 2–5 segundos.

**-Funcionamiento estable:** el sensor resistivo soportó ciclos repetitivos sin deterioro.

**-Alta efectividad:** 90 % de éxito en pruebas simuladas.

**-Percepción positiva:** cuidadores reportaron facilidad de uso y mejora potencial del tiempo de respuesta.

Estos hallazgos sugieren que el prototipo puede contribuir a reducir dermatitis e infecciones asociadas a la humedad prolongada, coherente con evidencia previa.

## Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron una coherencia notable con las tendencias contemporáneas en innovación tecnológica aplicada al monitoreo biosanitario. En primer lugar, la funcionalidad observada en el prototipo confirmó lo planteado por Salas (2023), quien sostiene que los sensores resistivos de bajo costo, cuando son integrados en estructuras adecuadas y acompañados de una correcta calibración, pueden desempeñarse de manera eficiente incluso en escenarios clínicos de baja complejidad. En este caso, la respuesta del sensor frente a cambios de presión demostró estabilidad, sensibilidad y un margen de error aceptable para un dispositivo en etapa inicial de desarrollo, lo que permite reconocer su potencial para futuras aplicaciones en el monitoreo de pacientes dependientes.

Asimismo, la rapidez de activación del sistema concuerda directamente con los aportes de Gómez (2022), quien destaca que uno de los criterios fundamentales en la evaluación de sistemas de alerta temprana es la inmediatez de respuesta. Un tiempo de detección reducido, como el observado durante las pruebas funcionales del prototipo, constituye un elemento clave

para prevenir eventos adversos relacionados con la humedad prolongada o el retraso en la atención de pacientes. Esta coincidencia entre los hallazgos del estudio y la literatura reciente refuerza la validez del enfoque tecnológico adoptado y confirma que los principios utilizados para el diseño del dispositivo se encuentran alineados con estándares aceptados en la comunidad científica.

Por otro lado, el prototipo desarrollado adquiere un valor adicional cuando se contextualiza en el marco latinoamericano, donde las limitaciones económicas, la brecha tecnológica y la desigualdad en el acceso a dispositivos biomédicos continúan siendo desafíos persistentes. En esta línea, la propuesta se ajustó de manera precisa a los fundamentos de la innovación frugal, entendida como una estrategia orientada a crear soluciones simples, funcionales y de bajo costo para poblaciones vulnerables o con recursos limitados. Tal como plantean las directrices del Instituto Nacional de Innovación Tecnológica (2021), la innovación frugal no sólo busca reducir costos, sino también fomentar la sostenibilidad y promover la autonomía tecnológica a través del diseño de productos que puedan ser reproducidos, reparados y adaptados localmente. El prototipo cumple con estos principios, dado que utiliza materiales accesibles, componentes electrónicos económicos y procesos de ensamblaje compatibles con talleres tecnológicos básicos.

Además, es importante destacar que la propuesta tecnológica también se vincula con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), la cual promueve el uso de tecnologías no invasivas para mejorar el monitoreo de pacientes en poblaciones vulnerables, especialmente en ámbitos pediátricos y geriátricos. El dispositivo diseñado responde a esta orientación al ofrecer un mecanismo de alerta que no interfiere con la movilidad ni con el bienestar del usuario, y que permite a cuidadores y personal sanitario actuar con mayor oportunidad. La ausencia de riesgos asociados al contacto directo con la piel o a la emisión de radiación refuerza su idoneidad para estos grupos.

No obstante, aunque el prototipo demostró avances significativos, es necesario subrayar que se encuentra aún en una fase preliminar y que su desempeño debe ser validado en entornos clínicos reales. Los experimentos de laboratorio proporcionan información relevante sobre el funcionamiento básico del dispositivo, pero no contemplan factores como la variabilidad fisiológica, los patrones de movimiento del usuario, la humedad ambiental, la durabilidad del sensor frente al desgaste o la interacción con diferentes tipos de pañales y materiales absorbentes. Por ello, se recomienda llevar a cabo estudios clínicos controlados con la participación de especialistas en enfermería, pediatría y geriatría, a fin de evaluar el impacto

del dispositivo en indicadores de salud, tiempos de respuesta del personal, reducción de irritaciones dérmicas y mejoras en la calidad del cuidado.

Vale mencionar que, el desarrollo del prototipo puede abrir la puerta a futuras mejoras tecnológicas, entre ellas la incorporación de sistemas inalámbricos, el registro de datos para análisis longitudinal, la integración con plataformas de telemedicina y la optimización energética. Tales avances permitirían ampliar su alcance y consolidarlo como una herramienta efectiva dentro del ecosistema de salud digital. El estudio no sólo aporta una solución técnica inmediata, sino que al mismo tiempo establece bases sólidas para líneas de investigación orientadas a fortalecer la innovación biomédica accesible en la región.

## Conclusiones

El pañal inteligente diseñado cumplió con el objetivo general del estudio, demostrando funcionalidad, sensibilidad y eficiencia en la detección de humedad. El dispositivo constituye una solución accesible, sostenible y potencialmente aplicable en entornos clínicos y domiciliarios, sus características permiten reducir el riesgo de dermatitis e infecciones por humedad prolongada, mejorando la calidad de vida del usuario. Se recomienda avanzar hacia estudios clínicos controlados y análisis de durabilidad en uso real para su eventual implementación comercial o institucional.

El desarrollo del pañal inteligente con alerta sonora permitió evidenciar que la incorporación de tecnologías assistivas en el cuidado de pacientes dependientes representa un avance significativo para la enfermería técnica, ya que optimiza la vigilancia continua y disminuye la exposición prolongada a la humedad, principal factor asociado a la dermatitis por incontinencia. Los resultados del diseño y evaluación del prototipo demostraron que los sensores resistivos integrados en el sistema lograron detectar eficazmente el nivel crítico de humedad, activando una señal sonora inmediata que facilitó la intervención del cuidador.

Asimismo, la implementación del dispositivo confirmó la viabilidad de integrar herramientas tecnológicas de bajo costo dentro del proceso de atención de enfermería, sin alterar la dinámica operativa ni incrementar la complejidad del cuidado. Al contrario, la alerta sonora funcionó como un mecanismo eficiente para priorizar intervenciones y disminuir la práctica tradicional de verificación manual del pañal, la cual suele generar retrasos en la atención y aumentar la carga laboral del personal. Este proyecto también evidenció que el uso de tecnologías que no necesariamente requiere infraestructuras complejas, permitiendo su

adopción progresiva en hogares, centros geriátricos y unidades hospitalarias. De esta manera, se consolidó un modelo inicial adaptable y escalable a futuras mejoras tecnológicas.

## Referencias

- Barrio, J., & otro autor** (2020). *La salud digital: Claves para un uso saludable de la tecnología*. Marcial Pons.
- Bliss, D. Z., Gurvich, O., Thomsen, K., & Savik, K. (2017). *Incontinence-associated dermatitis in nursing home residents: A secondary analysis of a prospective cohort study*. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 44(2), 130–135.  
<https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000307>
- Brío García, A. (2020). *Tecnología electrónica en ingeniería biomédica: sensores*. Universidad de Valladolid.
- Chu, J. (2020). Smart diaper technology for early detection of moisture in dependent patients. *MIT News*. <https://news.mit.edu/2020/smart-diaper-rfid-notify-caregiver-0214>
- Fonseca, A. (2021). *Aplicaciones del Arduino en la medicina*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Gómez, L. (2022). Innovación en dispositivos inteligentes para el cuidado infantil. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(2), 45–60.
- Gray, M. (2018). *Incontinence-associated dermatitis: A comprehensive overview for nurses*. *Nursing Clinics of North America*, 53(3), 357–370.  
<https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.04.005>
- Instituto Nacional de Innovación Tecnológica. (2021). Innovaciones tecnológicas aplicadas a la infancia. *Revista Peruana de Tecnología*, 18(1), 22–33.
- Majumder, S., Deen, M. J., & Barbieri, S. (2019). *Wearable sensors for remote health monitoring*. *Sensors*, 19(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s19030553>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.
- Potter, P. A., & Perry, A. G. (2021). *Fundamentos de enfermería* (10.ª ed.). Elsevier.
- Rev, A. P. (2025). Smart diapers: From wetness monitoring to early detection systems. *Applied Physics Reviews*, 12(1), 011317.

Salas, A. (2023). *Tecnología y salud familiar*. Editorial UPC.

Yin, X., Wang, T., & Chen, Y. (2020). *Smart alert systems in healthcare: A review of sensing technologies and notification mechanisms*. *IEEE Access*, 8, 135402–135417.  
<https://doi.org/10.1109/>