

Higiene de manos inteligente: ciencia del comportamiento y verificación digital para la seguridad del paciente en la atención primaria

Smart hand hygiene: behavioural science and digital verification for patient safety in primary health care

Janeth Lorena Chávez Martínez

Enfermera profesional (Universidad Mariana), Magíster en Salud Pública (Universidad de Nariño), estudiante de Doctorado en Epidemiología y Bioestadística (Universidad CES). Docente e investigadora, Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Pasto; consultora e investigadora, Universidad Mariana. Directora del proyecto de investigación e investigadora principal.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6370-9346> · Correo electrónico: janeth.chavez@unad.edu.co

Miguel Ángel Botina

Codirector e investigador principal externo del proyecto de investigación, Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1597-6650> · Correo electrónico: miguelangelbotina@idsn.gov.co

Dania Erika Arcos Solarte

Coinvestigadora externa, Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN).

ORCID: [pendiente] · Correo electrónico: daniarcos@idsn.gov.co

Andrés Fernando Suárez Molina

Coinvestigador externo, Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4141-8465> · Correo electrónico: andressuarez@idsn.gov.co

Rosa Magaly Morales Chinchá

Coinvestigadora, Programa de Enfermería, Universidad Mariana (Pasto, Nariño).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4294-8874> · Correo electrónico: rmorales@umariana.edu.co

Andrés Felipe Arteaga Arciniegas

Coinvestigador, Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Mariana (Pasto, Nariño).

ORCID: [pendiente] · Correo electrónico: [pendiente]

Glen Alejandro Guerrero Burbano

Coinvestigador, Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Mariana (Pasto, Nariño).

ORCID: [pendiente] · Correo electrónico: glenal.guerrero@umariana.edu.co

Tito Manuel Piamba Mamián

Coinvestigador, Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Mariana (Pasto, Nariño).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2396-2088> · Correo electrónico: tmanuel@umariana.edu.co

Resumen

Introducción. Las infecciones asociadas a la atención en salud son una carga evitable, agravada por la resistencia antimicrobiana; la higiene de manos es la medida preventiva más costo-efectiva, pero su adherencia y medición siguen siendo insuficientes. **Objetivo.** Evaluar el nivel de implementación de la estrategia multimodal de higiene de manos y sus determinantes en la Red Primaria de Pasto e Ipiales (Nariño, Colombia, 2025), incluida la verificación objetiva de la calidad técnica. **Métodos.** Estudio observacional, analítico y transversal, con muestreo probabilístico, en trabajadores asistenciales de la red primaria pública de dos municipios andinos. Se evaluaron capacidad instalada, conocimientos, actitudes y prácticas, factores sociolaborales y calidad técnica mediante un prototipo mecatrónico de fluorescencia ultravioleta. **Resultados.** La capacidad instalada fue favorable, con debilidad consistente en el secado de manos. Predominaron actitudes muy positivas y prácticas autorreportadas elevadas sobre un conocimiento moderado y heterogéneo. La actitud tuvo el mayor peso explicativo sobre la adherencia, con diferencias entre grupos ocupacionales. La verificación tecnológica evidenció una brecha sustancial entre práctica declarada y calidad técnica real. **Conclusión.** La adherencia es un fenómeno individual, determinado más por la actitud que por los recursos disponibles, con implicaciones para las intervenciones y la cultura de seguridad del paciente.

Palabras clave: Higiene de las manos; Infección hospitalaria; Personal de salud; Actitud; Seguridad del paciente; Atención primaria de salud

Abstract

Introduction. Healthcare-associated infections constitute a preventable burden, aggravated by antimicrobial resistance; hand hygiene is the most cost-effective preventive measure, yet staff adherence is often insufficient and its measurement imprecise. **Objective.** To assess the level of implementation of the multimodal hand hygiene strategy and its determinants in the Primary Care Network of Pasto and Ipiales (Nariño, Colombia, 2025), incorporating objective technological verification of the technical quality of the procedure. **Methods.** Observational, analytical, cross-sectional study among healthcare workers from public primary care facilities in two Andean municipalities, selected by probability sampling. Installed capacity, knowledge, attitudes and practices (KAP), associated occupational factors, and the technical quality of handwashing were assessed, the latter through a mechatronic ultraviolet fluorescence verification prototype. **Results.** Installed capacity was globally favourable, with a consistent weakness in hand drying. Very positive attitudes and high self-reported practices predominated over a moderate and heterogeneous knowledge

base. The attitudinal component showed the greatest explanatory weight on adherence, with differences across occupational groups. Technological verification revealed a substantial gap between declared practice and actual technical quality. Conclusion. Adherence behaves as an individual phenomenon, determined by attitude more than by resource availability, with implications for intervention design and patient safety culture.

Keywords: Hand hygiene; Cross infection; Health personnel; Attitude; Patient safety; Primary health care

Introducción

Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) representan una carga evitable de morbilidad, mortalidad y costo para los sistemas sanitarios, agravada por la expansión de la resistencia antimicrobiana. Frente a ellas, la higiene de manos continúa siendo la medida preventiva más sencilla y costo-efectiva disponible [1,2]. Para promoverla, la Organización Mundial de la Salud (OMS) formuló una estrategia multimodal que articula cinco componentes —cambio de sistema, formación y capacitación, evaluación y retroalimentación, recordatorios en el lugar de trabajo y clima institucional de seguridad— y definió los cinco momentos en los que la higiene de manos resulta indispensable durante la atención [1]. Sin embargo, las revisiones sistemáticas más recientes muestran que la adherencia real del personal suele situarse por debajo del umbral de impacto ($\geq 70\%$), incluso en instituciones que disponen de los recursos necesarios [2,3].

A esta brecha de cumplimiento se suma una brecha de medición. La observación directa, considerada el método de referencia, tiende a sobreestimar el desempeño por efecto del observador y no informa sobre la calidad técnica del procedimiento, es decir, sobre si la fricción cubre efectivamente todas las superficies de las manos [3,4]. En este escenario, las tecnologías de verificación objetiva —fluorescencia ultravioleta, sistemas electrónicos de monitoreo y visión artificial— emergen como una alternativa prometedora para complementar la observación y ofrecer retroalimentación inmediata al personal [5,6]. El desafío se inscribe, además, en un panorama mundial en el que uno de cada dos establecimientos de salud carece de servicios básicos de higiene de manos en el punto de atención [7].

La evidencia disponible procede mayoritariamente de hospitales de alta complejidad de países de altos ingresos. La red primaria de territorios andinos, rurales e interculturales —donde se resuelve la mayor parte de la demanda en salud de la población y donde las condiciones de infraestructura, dotación y talento humano difieren sustancialmente de las hospitalarias— permanece como un vacío de conocimiento. Nariño, departamento fronterizo del suroccidente colombiano, con una población diversa y una red pública de prestadores de baja complejidad, constituye un escenario representativo de esta realidad.

Ante ello, el estudio se propuso evaluar el nivel de implementación de la estrategia multimodal de higiene de manos y sus determinantes en la Red Primaria de Pasto e Ipiales (Nariño, Colombia, 2025), a partir de cuatro ejes complementarios: la capacidad instalada de las instituciones; los conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) del personal asistencial; los factores sociolaborales asociados a la adherencia; y la eficacia técnica del procedimiento, verificada objetivamente mediante un prototipo de fluorescencia ultravioleta desarrollado por el equipo investigador.

Fundamentación teórica

El estudio se ancló en dos marcos complementarios. El primero es la estrategia multimodal de la OMS, que concibe la higiene de manos no como una acción aislada, sino como el resultado de un sistema en el que confluyen infraestructura, formación, evaluación, recordatorios y cultura organizacional [1]. El segundo es el modelo de conocimientos, actitudes y prácticas, que postula una cadena conocimiento $\rightarrow$ actitud $\rightarrow$ práctica y permite examinar la adherencia como un comportamiento en salud, situado en una cultura organizacional de seguridad y susceptible de ser explicado e intervenido desde la ciencia del comportamiento [8,9].

La articulación de ambos marcos permite ir más allá de la lectura tradicional que reduce el problema a la disponibilidad de recursos. Un trabajador puede disponer de lavamanos, jabón y soluciones a base de alcohol y, aun así, omitir la higiene de manos en el momento oportuno o ejecutarla con una técnica insuficiente; a la inversa, una actitud favorable y una percepción adecuada del riesgo pueden sostener la práctica incluso en condiciones de dotación limitada. Determinar cuál de las dimensiones tiene mayor peso explicativo sobre la adherencia resulta, por tanto, decisivo para orientar las intervenciones [2,12].

Diseño metodológico e instrumentos

Se desarrolló un estudio observacional, analítico y de corte transversal, con enfoque cuantitativo, en trabajadores asistenciales de instituciones prestadoras de servicios de salud de carácter público de la red primaria de los municipios de Pasto e Ipiales, seleccionados mediante un muestreo probabilístico. La población de estudio abarcó los distintos perfiles ocupacionales que participan en la atención directa, lo que permitió examinar diferencias entre grupos.

La recolección se apoyó en cuatro instrumentos armonizados con las herramientas de la estrategia multimodal de la OMS [1]: (i) una lista de verificación de la capacidad instalada, que examinó la disponibilidad y el estado de los elementos básicos para la higiene de manos en los puntos de atención —agua, jabón, soluciones a base de alcohol, insumos de secado y recordatorios visuales—; (ii) un cuestionario de caracterización sociolaboral, que recogió variables demográficas, de formación y de vinculación laboral; (iii) un cuestionario de conocimientos, actitudes y prácticas, adaptado a partir de los instrumentos de la OMS y sometido a un proceso de validación; y (iv) un prototipo mecánico de verificación por fluorescencia ultravioleta, diseñado por el equipo interdisciplinario de enfermería e ingeniería mecánica, que permite estimar de manera objetiva la cobertura de la técnica sobre las superficies de las manos [4,6]. Las especificaciones técnicas del dispositivo, así como los procesos de adaptación y validación de los instrumentos, se presentarán en las publicaciones derivadas.

Enfoque analítico

El plan de análisis comprendió tres fases. Una fase descriptiva caracterizó las cuatro dimensiones evaluadas —capacidad instalada, conocimientos, actitudes y prácticas, factores sociolaborales y calidad técnica verificada—. Una fase de exploración de asociaciones examinó las relaciones entre las dimensiones del modelo CAP y las variables sociolaborales, así como la correspondencia entre la práctica autorreportada y la calidad técnica objetivamente medida. Finalmente, una fase explicativa multivariada se orientó a identificar los determinantes independientes de la adherencia subóptima, con evaluación del desempeño y de la robustez del modelo. Las especificaciones estadísticas y los procedimientos de modelamiento se detallarán en el manuscrito en preparación.

Consideraciones éticas

El estudio contó con el aval de un comité de ética en investigación y con el consentimiento informado de los participantes, en concordancia con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. El tratamiento de los datos se realizó conforme a la Ley 1581 de 2012 de protección de datos personales, garantizando la confidencialidad de la información y su uso exclusivamente académico.

Principales hallazgos

Capacidad instalada. La dotación básica para la higiene de manos resultó favorable en los elementos de base —disponibilidad de agua, jabón y soluciones a base de alcohol—, con una debilidad persistente y transversal en el componente de secado de manos. Este hallazgo es relevante porque el secado inadecuado compromete la eficacia del lavado y limita el efecto de los demás componentes de la estrategia [1,4].

Conocimientos, actitudes y prácticas. En coherencia con la literatura reciente, predominaron actitudes muy positivas y prácticas autorreportadas elevadas sobre una base de conocimiento moderada y desigual entre dominios e instituciones. Esta configuración —alta valoración de la práctica y percepción favorable del propio desempeño frente a un saber técnico frágil— describe un patrón de sobreestimación autoprotectora, documentado en personal de salud de distintos contextos [8,9].

Determinantes de la adherencia. El análisis mostró que el componente actitudinal fue la dimensión más estrechamente vinculada con la práctica y la de mayor peso explicativo sobre la adherencia subóptima, por encima del conocimiento y de las variables de dotación. Se identificaron, asimismo, diferencias relevantes entre grupos ocupacionales, con concentración del riesgo de adherencia subóptima en un perfil asistencial específico, hallazgo coherente con estudios que describen variaciones del cumplimiento según disciplina y entorno de práctica [10,11].

Verificación tecnológica. La evaluación con el prototipo de fluorescencia ultravioleta reveló una brecha sustancial entre la práctica declarada y la calidad técnica efectivamente alcanzada: una proporción importante del personal que refiere realizar la higiene de manos de manera adecuada no logra una cobertura completa de las superficies de las manos al ser verificada objetivamente. Este resultado refuerza el valor de la medición objetiva frente al autorreporte y a la observación directa [3,4].

Las magnitudes de asociación, la estructura del modelo explicativo y el análisis de los mecanismos que vinculan las dimensiones evaluadas se reservan para la publicación científica derivada, actualmente en preparación; su discusión se realizará en vivo, en clave cualitativa, durante la ponencia.

Discusión e implicaciones

Los hallazgos convergen con la evidencia internacional en tres puntos. Primero, la adherencia observada en distintos contextos se mantiene por debajo del umbral de impacto y varía según el grupo ocupacional y las condiciones de observación [2,3,10]. Segundo, los estudios CAP en personal de salud describen sistemáticamente actitudes favorables que no se traducen en conocimiento suficiente ni en prácticas verificadas [8,9,11]. Tercero, las tecnologías de verificación —fluorescencia, sensores y visión artificial— han demostrado capacidad para mejorar la calidad técnica y el cumplimiento cuando se integran a procesos de retroalimentación [5,6].

El aporte diferencial de este estudio consiste en documentar estos patrones en la red primaria de un territorio andino, rural e intercultural, y en integrar en un mismo diseño la evaluación de la capacidad instalada, las dimensiones CAP, los factores sociolaborales y la verificación objetiva de la técnica. En conjunto, los resultados orientan las intervenciones hacia el componente actitudinal y la percepción del riesgo, más que hacia la mera provisión de recursos o de información [12,13]. Para la práctica, ello implica fortalecer los componentes de evaluación y retroalimentación y de clima institucional de seguridad de la estrategia multimodal: incorporar la verificación objetiva de la técnica en los programas de inducción y reinducción, ofrecer retroalimentación individual e inmediata, corregir de manera prioritaria la brecha en el secado de manos y diseñar estrategias diferenciadas para el perfil ocupacional de mayor riesgo.

Para la salud pública, el estudio ofrece evidencia local para la política territorial de prevención y control de infecciones, en un nivel de atención en el que la vigilancia de las IAAS y de la adherencia a la higiene de manos es históricamente limitada, y aporta un dispositivo de verificación de bajo costo, desarrollado localmente y transferible a otros contextos de atención primaria con restricciones de recursos [7].

Fortalezas y limitaciones

Entre las fortalezas se destacan el muestreo probabilístico, la armonización de los instrumentos con las herramientas de la OMS, la incorporación de una medida objetiva de la calidad técnica y el trabajo interdisciplinario entre enfermería, salud pública e ingeniería mecatrónica. Entre las limitaciones, el diseño transversal no permite establecer relaciones de causalidad ni de temporalidad entre las dimensiones evaluadas; las prácticas autorreportadas están sujetas a sesgo de deseabilidad social, mitigado parcialmente por la verificación objetiva; y el prototipo requiere procesos adicionales de validación en otros escenarios antes de su uso rutinario. Los resultados corresponden a la red primaria pública de dos municipios de Nariño, por lo que su extrapolación a otros territorios debe realizarse con prudencia.

Conclusiones y proyecciones

La implementación de la estrategia multimodal resultó globalmente favorable en capacidad instalada, actitudes y prácticas autorreportadas, pero se vio limitada por una base conceptual frágil, un sesgo autoprotector en la autoevaluación y una calidad técnica deficiente al ser verificada objetivamente. El aporte central de la investigación consiste en mostrar que la adherencia se comporta como un fenómeno individual, más asociado con el componente actitudinal que con el saber técnico o la sola disponibilidad de recursos.

De allí se derivan tres proyecciones: generar evidencia local para la política territorial de prevención y control de infecciones; escalar y validar un prototipo de verificación objetiva de la técnica, de bajo costo y transferible a otros contextos de atención primaria; y aportar un modelo explicativo que reoriente el diseño de intervenciones hacia la cultura de seguridad y la ciencia del comportamiento. Para la seguridad del paciente y la calidad de la atención, el mensaje es claro: la higiene de manos es un comportamiento, no solo un recurso, y fortalecer la actitud y la percepción del riesgo constituye la palanca de mayor rendimiento. La evidencia cuantitativa que sustenta estas conclusiones se encuentra en proceso de publicación.

Reflexión final

Desde este encuentro FIKA, donde se hace una pausa para la vida, se invita a reconocer que las grandes transformaciones en salud comienzan con decisiones aparentemente sencillas. Que cada oportunidad de higiene de manos trascienda el cumplimiento de un protocolo y se convierta en un acto consciente de protección de la vida. Detrás de cada procedimiento hay una persona, una familia y una historia que merecen el mayor compromiso con el cuidado. Cuando la ciencia del comportamiento, la innovación digital y el talento humano convergen, un gesto cotidiano se transforma en una cultura de seguridad del paciente. Porque la verdadera innovación en salud no se limita a desarrollar nuevas tecnologías; consiste en inspirar mejores decisiones para construir un cuidado más seguro, más humano y con mayor impacto en la vida de las personas.

Referencias

1. World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care. Geneva: WHO; 2009. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906>
2. Mouajou V, Adams K, DeLisle G, Quach C. Hand hygiene compliance in the prevention of hospital-acquired infections: a systematic review. *J Hosp Infect.* 2022;119:33-48. doi:10.1016/j.jhin.2021.09.016.
3. Bredin D, O'Doherty D, Hannigan A, Kingston L. Hand hygiene compliance by direct observation in physicians and nurses: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect.* 2022;130:20-33. doi:10.1016/j.jhin.2022.09.006.
4. Messina Ferreira JG, Marra VS, Generoso JR, Tudino CH, Hsieh MK, Perencevich EN, et al. Quality of hand hygiene performance: a systematic literature review. *Am J Infect Control.* 2026;54(2):192-209. doi:10.1016/j.ajic.2025.08.025.
5. Zhang Y, Chen X, Lao Y, Qiu X, Liu K, Zhuang Y, et al. Effects of the implementation of intelligent technology for hand hygiene in hospitals: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res.* 2023;25:e37249. doi:10.2196/37249.

-
6. Chen C, Yang ML, Kor CT, Liao CH. AI-assisted fluorescent visualization of hand hygiene accuracy in a real-world hospital study. *Open Forum Infect Dis*. 2026. doi:10.1093/ofid/ofaf695.1291.
 7. Organización Mundial de la Salud, UNICEF. Water, sanitation, hygiene, waste and electricity services in health care facilities: 2023 global progress report. Ginebra: OMS/UNICEF; 2023.
 8. Hong Q, Xu Y. Evaluating hand hygiene knowledge, attitudes, and practices among healthcare workers in post-pandemic H1N1 influenza control: a cross-sectional study from China. *Front Public Health*. 2024;12:1432445. doi:10.3389/fpubh.2024.1432445.
 9. Venkatasubramanyam NR, Vadivel Kalyanasundaram A, Prabhakaran N. Assessment of knowledge, attitude, and practice of hand hygiene among medical students in a tertiary care hospital. *Cureus*. 2024;16(8):e66820. doi:10.7759/cureus.66820.
 10. Kuroda H, Sawai NY, Yamazaki Y, Matsumoto H, Tsujigami H, Tsukimoto S, et al. Impact of direct observation on hand hygiene compliance in a dental university hospital: a retrospective cohort study. *Cureus*. 2024;16(9):e68827. doi:10.7759/cureus.68827.
 11. García Mato E, Buceta Gamallo F, Sande López L, Varela Aneiros I, Diniz Freitas M, Limeres Posse J, et al. Handwashing practice among dental students: lessons unlearned from the COVID-19 pandemic. *BMC Med Educ*. 2025;25:820. doi:10.1186/s12909-025-07403-4.
 12. Gozdzielewska L, Kilpatrick C, Reilly J, Stewart S, Butcher J, Kalule A, et al. The effectiveness of hand hygiene interventions for preventing community transmission or acquisition of novel coronavirus or influenza infections: a systematic review. *BMC Public Health*. 2022;22:1283. doi:10.1186/s12889-022-13667-y.
 13. Snyder JS, Canda E, Honeycutt J, O'Brien LA, Rogers HK, Cumming O, et al. Effectiveness of measures taken by governments to support hand hygiene in community settings: a systematic review. *BMJ Glob Health*. 2025;10(9):e018929. doi:10.1136/bmjgh-2025-018929.