



**Universidad
Europea** VALENCIA



**Universidad
Europea** VALENCIA

**Grado de ENFERMERÍA
Trabajo Fin de Grado
2024-2025**

**Impacto de los dispositivos inteligentes en la
reducción de errores de medicación en
oncología.**

Revisión bibliográfica

Presentado por: Mirari Miragaya Urretavizcaya.

Tutora: Paloma Marín Vivanco.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis aítas por su apoyo incondicional y por darme la oportunidad de formarme en lo que me apasiona. Sin ellos, este camino no habría sido posible.

Gracias por creer en mí, incluso en los momentos en los que yo dudaba de hacerlo.

A Jesús, por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por no dejarme caer nunca y ser mi mejor amigo. A Tina, por estar siempre dejándome la pelota cuando tenía que estar haciendo el trabajo y por aprovecharme de mis piernas como almohada en el sofá mientras escribía.

A mis amigos, lo mejor que me ha dado la universidad. Para mí son como una segunda familia. Gracias por no dejarme caer en los momentos de duda, por animarme a seguir adelante. Gracias por estar siempre, incluso cuando pensaba en rendirme.

Y, por último, a mi tutora Paloma, por su dedicación, su guía y su cercanía durante todo el proceso. Gracias por estar disponible siempre que lo he necesitado y por ayudarme a sacar adelante este trabajo.

RESUMEN

Cada año, los errores de medicación continúan siendo una de las principales amenazas para la seguridad del paciente en el ámbito hospitalario, especialmente en el servicio de oncología, donde se manejan fármacos de alto riesgo. La incorporación de tecnologías inteligentes como las bombas de infusión, los sistemas de código de barras y los sistemas automatizados de almacenamiento y dispensación representa una oportunidad para mejorar la seguridad y reducir la carga de trabajo del personal sanitario.

El objetivo de este trabajo es, evaluar el impacto de la integración de tecnologías avanzadas en la administración de medicamentos citostáticos en oncología, considerando su efecto en la reducción de errores de medicación y la carga de trabajo del personal de salud.

Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica estructurada mediante el diagrama PRISMA, utilizando bases de datos como PubMed, Scopus, Dialnet y Science Direct. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 16 estudios relevantes.

Los resultados muestran que la implementación de estas herramientas contribuye significativamente a mejorar la trazabilidad, disminuir los errores humanos y optimizar los procesos clínicos, lo que repercute positivamente tanto en la seguridad del paciente como en la eficiencia del trabajo de enfermería. No obstante, también se identifican desafíos relacionados con la formación del personal, la inversión económica y la adaptación de infraestructuras.

En conclusión, las tecnologías inteligentes suponen una estrategia eficaz para avanzar hacia una atención más segura y de calidad en oncología. Su éxito dependerá de una adecuada planificación, seguimiento y adaptación a las características de cada entorno hospitalario.

Palabras clave: seguridad del paciente; errores de medicación; tecnologías inteligentes; oncología; bombas de infusión; sistemas de código de barras.

ABSTRACT

Each year, medication errors remain one of the main threats to patient safety in hospital settings, particularly in oncology units, where high-risk drugs are commonly used. The incorporation of smart technologies such as infusion pumps, barcode systems, and automated storage and dispensing systems offers a valuable opportunity to enhance safety and reduce the workload of healthcare professionals.

The aim of this study is to analyse the impact of these technologies on the prevention of medication errors in oncology patients, focusing on the stages of preparation, dispensing, and administration. To achieve this, a structured literature review was carried out using the PRISMA diagram, and scientific databases such as PubMed, Scopus, Dialnet, and Science Direct were consulted. After applying inclusion and exclusion criteria, 16 relevant studies were selected.

The results show that the implementation of these tools significantly improves traceability, reduces human error, and optimizes clinical processes, which has a positive effect on both patient safety and nursing efficiency. However, challenges such as staff training, financial investment, and infrastructure adaptation were also identified.

In conclusion, smart technologies represent an effective strategy for advancing toward safer and higher-quality care in oncology. Their success will depend on proper planning, continuous evaluation, and adaptation to the specific characteristics of each hospital environment.

Keywords: Patient safety; medication errors; smart technologies; oncology; infusion pumps; barcode systems; hospital automation

Índice de contenidos:

1.	ACRONIMOS Y ABREVIATURAS	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	Seguridad del paciente y errores de medicación	3
2.2	Manejo de medicamentos en oncología	3
2.3	Medicamentos de alto riesgo	4
2.4	Carga de trabajo de enfermería y su relación con la seguridad del paciente	5
2.5	Tecnologías inteligentes para la seguridad del paciente	6
2.5.1	Bombas de infusión inteligentes.....	7
2.5.2	Sistemas BCMA (Barcode Medication Administration)	7
2.5.3	Sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de medicamentos	8
2.6	Justificación.....	9
3.	HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	10
3.1	Hipótesis.....	10
3.2	Objetivos:	10
3.2.1	Objetivo general	10
3.2.2	Objetivos específicos	10
4	MATERIAL Y METODOS.....	11
4.1	Diseño del estudio y pregunta de investigación	11
4.2	Diseño de la investigación.....	12
4.3	Estrategias de búsqueda.....	13
4.4	Criterios de selección	14
4.5	Método prisma. Diagrama de flujo en metodología	14
5	RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
5.1	Evaluación de la calidad metodológica mediante CASPe y GRADE	16
5.2	Resultados clave de los estudios analizados.....	21
5.3	Discusión.....	22
5.4	Limitaciones del estudio	25
5.5	Futuras líneas de investigación.....	25
6	CONCLUSIONES.....	26
7	BIBLIOGRAFÍA.....	28

Índice de figuras:

<i>Figura 1 Bomba de infusión inteligente</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 Sistema de administración de medicación por código de barras</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3 Automatizado de almacenamiento de medicamentos (Carrusel Vertical Kardex)</i>	<i>8</i>

1. ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

BCMA → Bar Coded Medication Administration (lectura de código de barras).

EA → Evento adverso.

EM → Error de medicación.

EPI → Equipo de protección individual.

IAR → Irritante de alto riesgo.

IBR → Irritante de bajo riesgo.

IV → Intravenoso.

NI → No irritantes.

ODS → Objetivos de desarrollo sostenible.

ONU → Organización de Naciones Unidas.

SAD → Sistema automatizado de dispensación.

SDMDU → Sistema de dispensación y distribución de medicamentos en dosis unitaria.

SFH → Servicio farmacología hospitalaria.

SNS → Sistema nacional de salud.

V → Vesicante.

2. INTRODUCCIÓN

La seguridad del paciente es uno de los principales retos en la atención hospitalaria, y dentro de este ámbito, los eventos adversos relacionados con la medicación (EA) representan un problema crítico. Un EA vinculado a la medicación se define como cualquier daño resultante del uso de un fármaco, y dentro de estos, los errores de medicación (EM) son los más frecuentes en hospitales. Dichos errores pueden ocurrir en cualquier fase del proceso farmacoterapéutico desde la prescripción hasta la administración y pueden tener consecuencias graves, como reacciones adversas, daño orgánico, prolongación de la estancia hospitalaria e incluso la muerte del paciente (Ministerio de Sanidad, 2024).

El personal de enfermería juega un papel clave en la prevención de estos errores, ya que es el responsable directo de la administración de medicamentos. Sin embargo, la complejidad del entorno hospitalario, la alta carga de trabajo y la presión asistencial pueden aumentar el riesgo de fallos en la medicación. Estudios epidemiológicos han señalado que, en España, una proporción significativa de los eventos adversos en hospitales está relacionada con el uso de fármacos, y entre ellos, los medicamentos de alto riesgo como los citostáticos utilizados en oncología requieren especial atención debido a su elevada toxicidad y su potencial para generar complicaciones graves (Ministerio de Sanidad, 2024).

En el ámbito de la oncología, la administración de citostáticos presenta desafíos adicionales. Estos fármacos no solo tienen un estrecho margen terapéutico, sino que también pueden provocar efectos adversos severos en caso de errores en la dosificación, manipulación o administración. Entre las complicaciones más preocupantes se encuentran la extravasación, la toxicidad sistémica y el daño a tejidos sanos, lo que resalta la importancia de un control riguroso en su manejo (Buedo García, 2002).

Ante esta problemática, en los últimos años se han desarrollado e implementado tecnologías inteligentes con el objetivo de reducir los errores de medicación y mejorar la seguridad del paciente. Entre ellas, destacan:

- Bombas de infusión inteligentes, permiten ajustar con precisión la velocidad y dosis de administración, del fármaco (Manrique-Rodríguez et al., 2016).
- Sistemas de administración mediante código de barras (BCMA), verifican la identidad del paciente y la medicación antes de su administración (Ramis, 2024).
- Sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación, mejoran la organización y reducen los errores de preparación, garantizando la trazabilidad de los fármacos y optimizando el trabajo del personal sanitario (Giménez et al., 2021).

Además, este trabajo se alinea con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Agenda 2030 de la ONU, especialmente con el ODS 3 (salud y bienestar), al centrarse en la mejora de la seguridad del paciente, con el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), al analizar la implementación de tecnologías en el ámbito hospitalario (Naciones Unidas, 2015).

2.1 Seguridad del paciente y errores de medicación

La seguridad del paciente se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales de la calidad asistencial en los sistemas sanitarios modernos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define como la ausencia de daño innecesario o potencial asociado a la atención sanitaria (WHO, 2019). En este contexto, los errores de medicación constituyen uno de los eventos adversos más frecuentes y prevenibles.

Un error de medicación se puede definir como cualquier incidente prevenible que puede causar daño al paciente o dar lugar a una utilización inapropiada del medicamento, cuando el medicamento está bajo el control del profesional sanitario o del paciente (National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention, NCC MERP, 2023). Estos errores pueden ocurrir en cualquiera de las fases del circuito del medicamento: prescripción, transcripción, validación, preparación, dispensación administración y seguimiento.

La gravedad de estos errores varía desde fallos que no alcanzan al paciente hasta aquellos que pueden causar daño severo e incluso la muerte. Diversos estudios han demostrado que los errores de medicación no solo incrementan la morbilidad y los costes sanitarios, sino que también disminuyen la confianza de los pacientes en el sistema de salud.

En servicios complejos como la oncología, donde se manejan medicamentos de alta toxicidad, el riesgo de cometer errores de medicación se incrementa de manera significativa. Por ello, garantizar prácticas seguras en el uso de medicamentos es esencial para reducir los eventos adversos y mejorar los resultados clínicos.

2.2 Manejo de medicamentos en oncología

El manejo farmacológico en el servicio de oncología constituye uno de los procesos más complejos del ámbito hospitalario. Los tratamientos suelen requerir la administración de múltiples fármacos con márgenes terapéuticos estrechos, niveles elevados de toxicidad y esquemas de dosificación que exigen una alta precisión. Además, la continua evolución de los protocolos terapéuticos obliga al personal sanitario a mantenerse en constante actualización y a seguir procedimientos estrictos para garantizar la seguridad del paciente (ISMP España, 2017; Otero et al., 2019).

A continuación, se describen las diferentes fases interdependientes del circuito de un fármaco en oncología: prescripción médica, validación farmacéutica, preparación en farmacia, transporte, administración por parte de enfermería y monitorización de los efectos. Cada una de estas etapas conlleva riesgos inherentes de errores que pueden comprometer la seguridad del paciente si no se gestionan adecuadamente (Ministerio de Sanidad, 2022).

La preparación de fármacos citostáticos requiere condiciones estrictas tanto a nivel de infraestructura- como el uso de cabinas de seguridades biológicas y salas limpias- como en lo referente a la formación del personal, que debe estar capacitado en técnicas asépticas y en el cálculo preciso de dosis individualizadas. La administración de estos medicamentos implica la aplicación de protocolos rigurosos y una vigilancia constante por parte del personal de enfermería, debido al elevado riesgo de efectos adversos. Además, la gestión segura de estos tratamientos demanda una estrecha coordinación entre los profesionales implicados como, médicos, farmacéuticos, enfermeras con el fin de garantizar la trazabilidad, minimizar errores y asegurar una atención centrada en la seguridad del paciente.

2.3 Medicamentos de alto riesgo

Los medicamentos de alto riesgo son aquellos que presentan una mayor probabilidad de causar daños graves o incluso letales si se produce un error durante su utilización, incluso en dosis terapéuticas habituales. El Instituto para el Uso Seguro de los Medicamentos (ISMP) ha elaborado listados específicos en los que identifican estos medicamentos, entre los que se incluyen anticoagulantes, insulinas, opioides y de forma destacada, los medicamentos oncológicos (ISMP España, 2017).

Dentro del grupo de medicamentos oncológicos destacan en particular los citostáticos, que son compuestos químicos empleados principalmente para el tratamiento de enfermedades neoplásicas. Estos medicamentos actúan interfiriendo los procesos de proliferación celular, afectando tanto a células malignas como sanas, lo que implica un riesgo considerable no solo para los pacientes sino también para los profesionales sanitarios que lo manipulan, así como para el medio ambiente (Buedo García, 2002).

La incorrecta manipulación de estos medicamentos ya sea durante su preparación, administración o dosificación, pueden desencadenar en efectos adversos graves. Una de las complicaciones más relevantes es la **extravasación**, fenómeno que se produce cuando un medicamento se infiltra accidentalmente en un tejido circundante durante la administración intravenosa. Esto puede causar necrosis tisular y afectar negativamente a la calidad de vida del paciente (Buedo Garcia, 2002)

2.3.1 Fármacos vesicantes, irritantes y no vesicantes

Los citostático pueden clasificarse en función de su potencial agresivo ante situaciones de extravasación, agrupándose en cuatro categorías principales según (Gómez-Baraza,2014):

Tabla 1: Categoría de agresión tisular

No irritantes (NI)	Antineoplásicos sin capacidad agresiva significativa sobre los tejidos. Por lo general, no generan irritación local en caso de extravasación.
Irritantes de bajo riesgo (IBR)	Estos medicamentos pueden provocar irritación local manifestada por dolor, sensación de quemazón, presión o inflamación local, así como flebitis en el sitio de inyección o a lo largo del recorrido venoso. Sin embargo, generalmente no conducen a necrosis o a ulceración tisular.
Irritantes de alto riesgo (IAR)	Poseen propiedades similares a los irritantes de bajo riesgo, pero se han documentado casos concretos de lesiones compatibles con daño vesicantes lo que aumenta considerablemente su riesgo potencial.
Vesicantes (V)	Son fármacos que tienen un elevado potencial para provocar necrosis tisular extensa pudiendo ocasionar daños severos como ulceraciones profundas y pérdida completa de la integridad cutánea y estructuras subyacentes.

Fuente: elaboración propia

La identificación clara de estos medicamentos según su categoría de riesgo permite adoptar medidas preventivas específicas y protocolos adecuados para minimizar riesgos durante la manipulación y administración mejorando así la seguridad del paciente y del personal sanitario involucrado.

2.4 Carga de trabajo de enfermería y su relación con la seguridad del paciente

La **carga de trabajo de enfermería** hace referencia al volumen y complejidad de las tareas que una enfermera debe realizar durante su jornada laboral. Este concepto incluye no solo la cantidad de pacientes asignados, sino también factores como la gravedad de los casos, la necesidad de cuidados especializados, el tiempo requerido por cada procedimiento, la disponibilidad de recursos y la presión asistencial del entorno (O'Brien-Pallas et al., 2004).

Diversos estudios han señalado que una elevada carga de trabajo se relaciona directamente con una mayor incidencia de errores asistenciales, particularmente en áreas críticas como la administración de medicamentos. Factores como la sobrecarga de pacientes, interrupciones frecuentes durante la preparación y administración de fármacos, fatiga acumulada y falta de tiempo para realizar controles adecuados o dobles verificaciones, aumentan significativamente el riesgo de errores en la práctica clínica diaria (Rodríguez-García et al., 2020).

En el ámbito específico de la enfermería oncológica, esta carga de trabajo adquiere dimensiones particulares debido a la alta exigencia emocional implicada. Los profesionales que desempeñan su labor en oncología enfrentan cotidianamente situaciones complejas asociadas al sufrimiento y duelo, debiendo además brindar apoyo emocional integral no solo al paciente, sino también a sus cuidadores y familiares. Este contexto laboral implica una presión adicional, ya que se espera mantener altos estándares de humanización y calidad asistencial (Sakamoto, Paiva y Mirella, 2021).

La combinación de alta exigencia laboral y emocional sitúa a los profesionales de enfermería en riesgo de sufrir el síndrome de Burnout, una condición multifactorial que se manifiesta principalmente en tres dimensiones:

1. Agotamiento emocional: sensación constante de estrés, fatiga y sobrecarga emocional.
2. Despersonalización: actitud de indiferencia o distancia emocional hacia los pacientes y compañeros.
3. Baja realización personal: percepción de ineficacia, frustración o insatisfacción respecto a los logros profesionales.

La literatura científica ha puesto de relieve que, una dotación adecuada del personal de enfermería está relacionada directamente con una menor incidencia de eventos adversos relacionados con la administración de medicamentos. Asimismo, una adecuada gestión de la carga laboral no solo mejora la calidad asistencial y la seguridad del paciente, sino también incrementa la satisfacción laboral y el bienestar emocional del personal sanitario (Aiken et al., 2014). Por tanto, garantizar condiciones laborales óptimas para el personal de enfermería es esencial tanto para su salud y bienestar como para asegurar altos estándares de seguridad en la atención al paciente.

2.5 Tecnologías inteligentes para la seguridad del paciente

En los hospitales, se utilizan cada vez más tecnologías inteligentes, es decir, herramientas digitales y sistemas automáticos que ayudan en el trabajo diario del personal sanitario. Estas tecnologías permiten, registran, supervisar y facilitar tareas importantes, sobre todo en servicios oncológicos, donde se manejan medicamentos delicados como la quimioterapia.

Algunas de las herramientas más utilizadas son las bombas de infusión inteligentes, los sistemas de códigos de barras (BCMA) y los sistemas automatizados para almacenar y dispensar medicamentos. A continuación, se explican como funciona cada una de ellas.

2.5.1 Bombas de infusión inteligentes

Las bombas de infusión inteligentes son dispositivos electrónicos de administración intravenosa equipados con software avanzado que controla de forma segura la velocidad y dosis de medicamentos administrados al paciente. A diferencia de las bombas tradicionales, las bombas “inteligentes” incorporan bibliotecas de fármacos con parámetros preprogramados adaptados al contexto clínico (Institute for Safe Medication Practices [ISMP], 2023)

Cuando la enfermería programa una infusión, la bomba compara los valores introducidos con los límites de seguridad. Si la dosis o velocidad excede los rangos seguros, el dispositivo emite alarmas o incluso bloquea la infusión mediante "hard stops" (Manrique-Rodríguez et al., 2016).

Figura 1: Bomba de infusión inteligente



Fuente: Vanderveen, T., O'Neill, S., & Beard, J. W. (2020). ¿Cómo podemos saber qué tan “inteligentes” son nuestras bombas de infusión? *Anesthesia Patient Safety Foundation*.

2.5.2 Sistemas BCMA (Barcode Medication Administration)

Los **Sistemas de Administración de Medicación por Código de Barras** (*Barcode Medication Administration*, BCMA) son herramientas tecnológicas diseñadas para mejorar la seguridad en la administración de medicamentos. Estos sistemas permiten a los profesionales de la salud verificar electrónicamente la identidad del paciente y del medicamento antes de su administración, asegurando que se cumplan los "cinco correctos" de la medicación: paciente correcto, medicamento correcto, dosis correcta, vía y momentos correctos. El proceso implica escanear el código de barras en la pulsera del paciente y el del medicamento, lo que permite al sistema confirmar la correspondencia adecuada y alertar en caso de discrepancias.

En unidades oncológicas, donde se manejan medicamentos de alto riesgo, la precisión en la administración es crítica. La adopción de sistemas BCMA se diseñó para intentar mejorar la seguridad y la eficacia de la administración de medicamentos (GenesisCare, 2021).

Entre las consideraciones que pueden influir en su funcionamiento se encuentran aspectos como la necesidad de formación específica, la posible resistencia a su uso en determinadas situaciones y la importancia de seguir correctamente los protocolos establecidos para su uso, además puede implicar cambios en la dinámica de trabajo del equipo de enfermería.

Figura 2: Sistema de administración de medicación por código de barras



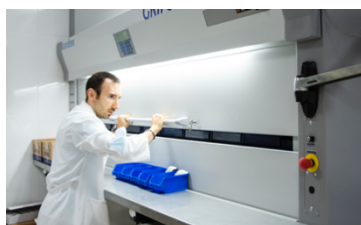
Fuente: Boreal Technologies (2017). Convergencia de dispositivos móviles en salud.

2.5.3 Sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de medicamentos

Los sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de medicamentos son herramientas tecnológicas utilizadas en los hospitales para gestionar el inventario y distribuir los fármacos de forma controlada. Estos sistemas pueden incluir armarios automatizados, carruseles u otros dispositivos conectados a las redes informáticas del centro, lo que permiten registrar los movimientos de los medicamentos y controlar el acceso a ellos de forma centralizada.

Según Giménez, Reig-Viader y Espallargues (2021), estos sistemas se integran con las plataformas informáticas del hospital que permiten un control centralizado del inventario y un acceso restringido a los fármacos según el perfil del profesional. Su uso se centra en organizar la dispensación diaria de medicamentos y facilitar su preparación para los pacientes. Su incorporación requiere una buena planificación, formación del personal que lo utilizará a diario y una adecuada integración con otros sistemas tecnológicos del centro hospitalario.

Figura 3: Automatizado de almacenamiento de medicamentos (Carrusel Vertical Kardex)



Fuente: Hospital San Juan de Dios de Sevilla (2022). Enrique Contreras, farmacéutico hospitalario.
Recuperado de <https://sidsevilla.com/blog/enrique-contreras-servicio-farmacia>

2.6 Justificación

La seguridad en la administración de medicamentos constituye una prioridad esencial en el ámbito sanitario debido a las graves consecuencias que derivan de los errores farmacológicos. A nivel europeo, se estima que entre el 8% y el 12% de los pacientes hospitalizados sufren eventos adversos relacionados con medicamentos, siendo más del 50% evitables (European Medicine Agency, 2022). En España, según datos del Ministerio de Sanidad (2024), los errores de medicación representan aproximadamente el 37% de los eventos adversos hospitalarios, y específicamente en las unidades de oncología esta cifra podría ser aún más elevada debido a la complejidad del manejo terapéutico de los medicamentos citostáticos.

La administración de medicamentos oncológicos implica riesgos particularmente significativos, no solo por la toxicidad inherente de estos fármacos, sino por el estrecho margen terapéutico que presentan, incrementando así la gravedad potencial de cualquier error. Estudios recientes llevados a cabo en hospitales españoles destacan que los errores relacionados con medicamentos citostáticos se encuentran entre los más graves, debido a su capacidad de producir daños severos o incluso la muerte (ISMP España, 2023).

La implementación de tecnologías inteligentes, como las bombas de infusión inteligentes, sistemas de administración mediante códigos de barras (BCMA) y sistemas automatizados de almacenamiento y dispensación, representan estrategias prometedoras para reducir estos riesgos. No obstante, la adopción de dichas tecnologías implica desafíos importantes, como la inversión económica inicial, la formación específica del personal sanitario y la adaptación tecnológica de las instituciones sanitarias.

En consecuencia, este trabajo se justifica plenamente en la necesidad de aportar evidencia empírica actualizada sobre el impacto real y medible de estas tecnologías en la seguridad de la administración de medicamentos y en la carga laboral del personal sanitario. Los resultados derivados de esta investigación pretenden servir como guía fundamentada para decisiones estratégicas en hospitales españoles y europeos, promoviendo así una práctica clínica más segura, eficiente y sostenible. Asimismo, este campo contribuye al avance de objetivos globales como el ODS 3 (salud y bienestar), al favorecer intervenciones que reduzcan eventos adversos prevenibles y el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), al impulsar la modernización del sistema sanitario a través de soluciones tecnológicas basadas en la evidencia.

3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

La integración de tecnologías avanzadas, como las bombas de infusión inteligentes, los sistemas de código de barras y los sistemas automatizados de almacenamiento y dispensación de medicamentos en el proceso de manejo de fármacos en unidades de oncología contribuyen a la disminución de los errores de medicación.

3.2 Objetivos:

3.2.1 Objetivo general

Evaluar el impacto de la integración de tecnologías avanzadas en la administración de medicamentos citostáticos en oncología.

3.2.2 Objetivos específicos

- Analizar como las bombas de infusión y farmacia inteligente además del uso de código de barras contribuyen a reducir los errores de administración de medicamentos citostáticos.
- Evaluar el impacto de estas tecnologías en la carga de trabajo del personal de enfermería.
- Identificar los principales desafíos en la implementación y uso combinado de estas tecnologías, incluyendo la formación y adaptación en el flujo de trabajo.

4 MATERIAL Y METODOS

4.1Diseño del estudio y pregunta de investigación

Para la realización del presente trabajo, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica orientada a evaluar el impacto de las tecnologías inteligentes en la administración de medicación, específicamente en pacientes oncológicos. El objetivo principal es analizar si herramientas como las bombas de infusión inteligentes, los sistemas de código de barras y las farmacias inteligentes contribuyen a reducir errores de medicación y disminuyen la carga de trabajo del personal de enfermería.

La pregunta que impulsó la realización del presente trabajo se realizó utilizando el modelo PICO.

¿En qué medida el uso de la tecnología inteligente en la administración de medicamentos citostáticos reduce los errores de medicación y la carga de trabajo del personal sanitario en oncología?

Tabla 1 *Pregunta PICO*

P	Población	Pacientes oncológicos que reciben tratamiento citostático
I	Intervención	Uso de la tecnología
C	Comparación	
O	Resultados (Outcome)	Reducción de errores de medicación, disminución de la carga de trabajo del personal sanitario (enfermería).

Fuente: elaboración propia

4.2Diseño de la investigación

Se ha realizado una revisión bibliográfica estructurada para evaluar el impacto de los dispositivos inteligentes en la reducción de errores de medicación en oncología. La búsqueda de información se llevó a cabo entre los meses de octubre de 2024 y enero de 2025, en diferentes bases de datos especializadas en ciencias de la salud como:

- PubMed,
- Web of Sciencie
- Dialnet

Para mejorar la precisión de la búsqueda, se emplearon tantos términos en lenguaje natural como términos controlados, como los Medical subjects headings (MeSH) y descriptores en ciencias de la salud (DeCS), con el fin de estandarizar los términos de búsqueda y mejorar así la precisión.

Tabla 2 *lenguaje natural y términos controlados*

Lenguaje Natural	Lenguaje controlado	
Descriptor	DeCS	MeSH
Enfermera	Enfermera	Nurse
Enfermería	Enfermería	Nursing
Bombas de infusión	Bombas de infusión	Infusion Pumps
Citostáticos	Citostáticos	Cytostatic Agents
Carga de trabajo	Carga de trabajo	Workload
Quimioterapia	Quimioterapia	Chemotherapy

Fuente: elaboración propia

4.3 Estrategias de búsqueda

La estrategia se estructuro mediante el uso de operadores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”) para combinar términos de manera efectiva. Algunos ejemplos de combinaciones utilizadas son:

- Ejemplo de búsqueda en Pubmed:
 - “Infusion pumps” AND “medical errors” AND “oncology”
 - “Intelligent infusion pumps”
 - “Oncology” AND “medication error”

Tabla 3 Estrategias de búsqueda. Bases de datos

Bases de datos	Estrategia de búsqueda	Resultados prefiltros	Filtros	Resultados con filtro
PUBMED	Infusion pumps AND medication error AND oncology	12	Texto completo gratis Últimos 5 años Idioma inglés y español	4
	Intelligent infusion pumps	149		28
	Oncology AND medication error	1067		135
	Intelligent infusion pumps AND chemotherapy	123		21

Fuente: elaboración propia

Tabla 4 Estrategias de búsqueda. Bases de datos

Base de datos	Estrategias de búsqueda	Resultados prefiltros	Filtros	Resultados con filtro
Web of science	Infusion pumps AND medication error	247	Texto completo gratis Últimos 5 años Idioma inglés y español	45
	Infusion pumps AND Medication error AND oncology	10		2
	Infusion pumps AND medication error AND nursing workload	7		5

Fuente: elaboración propia

4.4 Criterios de selección

Por último, se han determinado unos criterios de selección, introduciendo criterios de inclusión y exclusión con la finalidad de acotar los resultados de búsqueda.

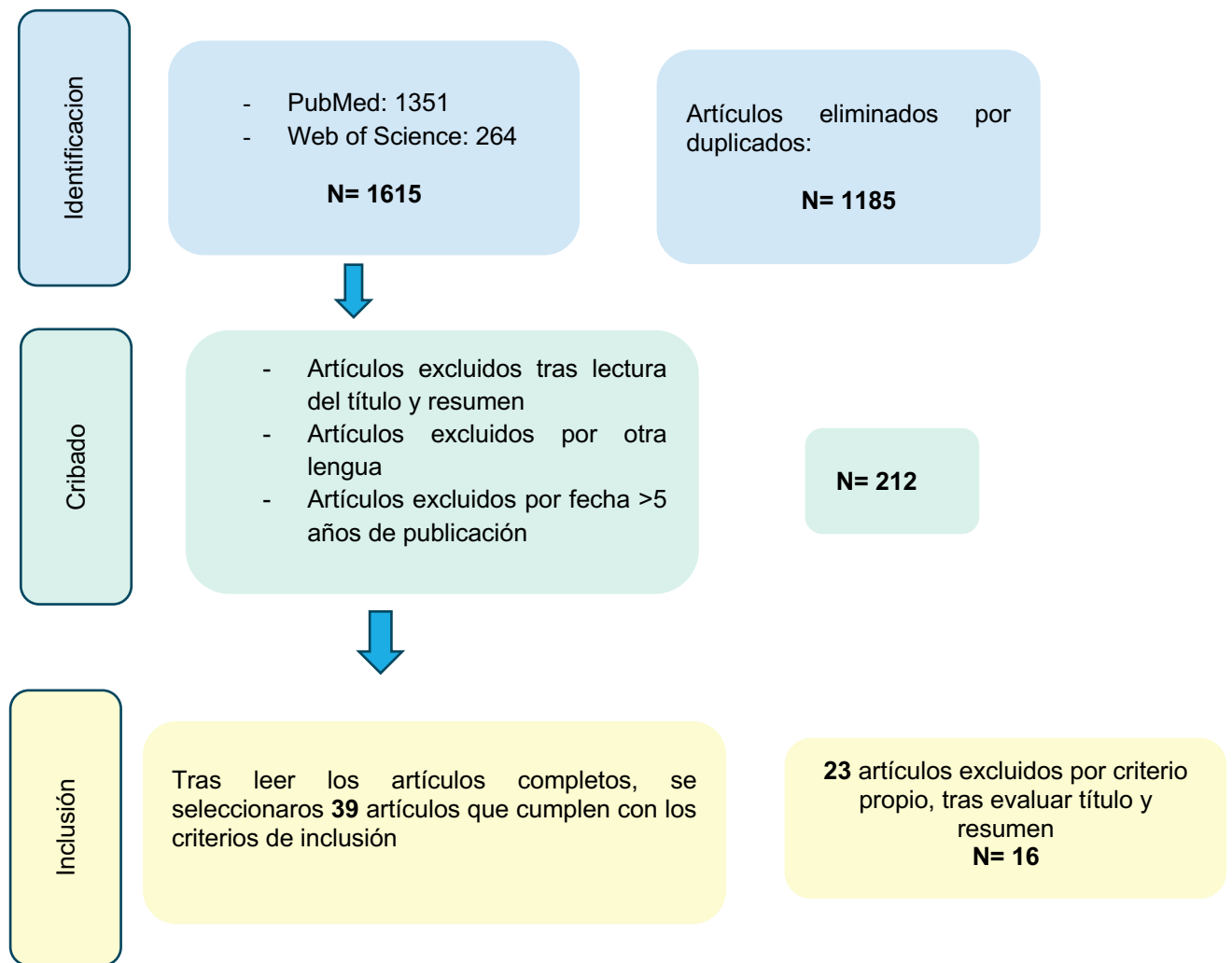
Tabla 5 *Criterios de selección*

Criterios inclusión	Criterios de exclusión
Artículos publicados en los últimos 5 años (2020-2025)	Estudios realizados fuera del ámbito hospitalario.
Artículos en inglés – español	Revisiones narrativas y metodología clara.
Artículos con acceso al texto completo gratuito (Full free text)	Estudios cuyo título o resumen no respondan a la Pregunta PICO
Estudios que evalúen el impacto de la tecnología en la administración de medicamentos	Artículos sin relación con la administración de medicamentos.
Artículos relacionados con el servicio de oncología	Opiniones y carta al editor por su debida falta de rigor metodológico.

Fuente: elaboración propia

4.5 Método prisma. Diagrama de flujo en metodología

A continuación, se detalla el proceso seguido para identificar y seleccionar los artículos incluidos en el trabajo. Se utilizó la metodología PRISMA, la cual permite mostrar de forma clara y ordenada las diferentes fases de búsqueda, cribado e inclusión de los estudios pertinentes para el análisis final.



Fuente: elaboración propia

En la fase de identificación, se obtuvieron 1.615 artículos tras la búsqueda en PubMed (1.351) y Web of Science (264). Se eliminaron 1.185 artículos duplicados, quedando 430 para el cribado inicial.

En esta etapa se excluyeron 218 artículos por no cumplir los criterios de idioma, fecha de publicación o por no abordar la temática del estudio.

Tras la lectura completa de los textos restantes, se seleccionaron 39 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Finalmente, se excluyeron 23 artículos por criterio propio (contenido no relevante) resultando en un total de 16 estudios incluidos para el análisis.

5 RESULTADOS Y DISCUSION

En este apartado se presentan los resultados obtenidos tras la evaluación de los 16 artículos seleccionados de la revisión bibliográfica. Para garantizar la validez de los estudios incluidos, se han aplicado los sistemas de evaluación CASPe y GRADE los cuales permiten valorar la calidad metodológica y la solidez de la evidencia, respectivamente. Estos criterios aseguran que las conclusiones derivadas de la investigación estén respaldadas por estudios de alta calidad y relevancia clínica.

5.1 Evaluación de la calidad metodológica mediante CASPe y GRADE

El sistema CASPE (Critical Appraisal Skills Programme español) la adecuación del diseño metodológico la validez interna y la aplicabilidad de los resultados. Por otro lado, GRADE (Grading of Recommendation, Assessment, Development and Evaluation) permite clasificar la evidencia en función del riesgo de sesgos, la consistencia de los resultados, la precisión y la aplicabilidad de los hallazgos en la práctica clínica.

La tabla presentada en este apartado resume la evaluación de cada estudio según estos criterios. De los 16 artículos analizados, la mayoría presentan una calidad metodológica moderada o alta, aunque algunos presentan limitaciones en el tamaño muestral o en el diseño del estudio.

Título	Diseño	CASPe	GRADE	Nº Muestra	Breve descripción	Resultados
Demystifying infusion Pumps: design of a Cost-Effective Smart Infusion Pump System (2025)	Artículo de revisión tecnológica	Alta	Moderada	No aplica	Evaluar diseños de bombas de infusión inteligentes y su impacto en la seguridad de medicación en oncología.	Se presenta un diseño económico de las bombas de infusiones inteligentes, saltando a destacar su potencial para reducir errores humanos y mejorar la seguridad del paciente.
Enhancing Medication Safety: Reducing Administration Errors with Smart Infusion Pumps (2025)	Ensayo clínico	Alta	Alta	120 enfermeros	Analiza la reducción de errores de administración mediante el uso de bombas inteligentes en oncología	La implementación de bombas redujo un 38% los errores de administración de fármacos
Errores de medicación como elementos de la seguridad del paciente. (2024)	Revisión narrativa	Moderada	Moderada	No aplica	Explora la incidencia de errores de medicación y estrategias de prevención en oncología.	Nos indica que un 50% de los errores de medicación y oncología están relacionados con la administración incorrecta de fármacos por ello propone tecnologías de apoyo para velar por la seguridad de los pacientes
Medication reconciliation in hospitalized hematology-oncology patients (2025)	Estudio observacional	Moderada	Alta	300 pacientes hospitalizados	Examina la conciliación de medicamentos en pacientes hospitalizados de hematología y oncología	Se observó que la implementación de un programa de conciliación de medicamentos redujo en un 27% los errores de medicación en pacientes hospitalizados de hematología-oncología, mejorando la precisión del historial farmacológico y la seguridad en la transición asistencial

Automated medication dispensing system in oncology (2023)	Estudio comparativo	Alta	Alta	210 tratamientos de quimioterapia	Analiza la eficacia de los sistemas de dispensación de medicamentos en oncología.	La introducción de sistemas automatizados de dispensación en oncología permitió una reducción del 35% en errores de preparación y administración de tratamientos quimioterápicos, mejorando la trazabilidad y disminuyendo los tiempos de dispensación en farmacia hospitalaria.
Impact of barcode medication administration on chemotherapy safety (2023)	Estudio de intervención	Alta	Alta	150 ciclos de quimioterapia	Evalúa el impacto de los sistemas de código de barras en la reducción de errores de administración de quimioterapia.	El uso de código de barras disminuyó errores de administración en un 45% y mejoró la identificación del paciente
Smart Healthcare solutions in oncology: the role of Automated Dispensing Cabinets (2025)	Revisión narrativa	Alta	Alta	No aplica	Analiza la implementación de sistemas de automatizados de dispensación y su impacto en la reducción de errores.	Evidencia de que sistemas de automatización mejoran la precisión y reducen errores en el entorno oncológico
A systematic review of medication safety in oncology wards (2023)	Revisión sistemática	Alta	Alta	Revisión de 24 estudios	Examina la seguridad de la medicación en oncología a partir de diferentes estrategias de prevención	La revisión sistemática de 24 estudios concluyó que las estrategias multifactoriales —como el uso de tecnologías inteligentes (bombas inteligentes, sistemas BCMA y sistemas de dispensación automatizada), la formación continua del personal y los protocolos de doble verificación— fueron las más efectivas, logrando una reducción global del 40% en los errores de medicación en unidades de oncología.

The Future of Chemotherapy safety: smart technologies and automation (2023)	Revisión tecnológica	Alta	Moderada	No aplica	Explora innovaciones tecnológicas para mejorar la seguridad en la administración de quimioterapia	Se destacan las tecnologías inteligentes como clave para la reducción de errores y mejora de la trazabilidad y control en quimioterapia
Smart infusion pumps in chemotherapy (2024)	Revisión sistemática	Alta	Alta	No aplica	Revisión de la literatura sobre el uso de bombas de infusión inteligentes en oncología	Se concluye que las bombas inteligentes reducen errores de dosificación y mejoran la seguridad en la administración de quimioterapia.
Clinical Outcomes of automated chemotherapy preparation systems (2023)	Estudio observacional	Moderada	Alta	200 preparados	Analiza la precisión y seguridad de los sistemas automatizados de preparación de quimioterapia	Reducción del 60% en errores de dosificación; aumento en precisión y eficiencia en la preparación de quimioterapia.
Medication error reduction strategies in oncology: A Multi-center study (2022)	Estudio multicéntrico	Alta	Alta	500 pacientes de 8 centros diferentes	Evalúa diversas estrategias para reducir errores de medicación en oncología	Las estrategias integradas (bombas inteligentes, validación electrónica) redujeron los errores en un 42% globalmente
Advancements in Oncology Pharmacy: The Role of Smart Medication Storage and Dispensing (2024)	Revisión tecnológica	Alta	Moderada	No aplica	Explora los avances en almacenamiento y dispensación inteligente de medicamentos en oncología.	Se revisan soluciones de almacenamiento inteligente que optimizan la logística farmacéutica y reducen riesgos de errores humanos.

Reducing Chemotherapy Administration Errors with Barcode Scanning Systems (2023)	Estudio de intervención	Alta	Alta	180 casos clínicos	Analiza la efectividad de los sistemas de escaneo de códigos de barras en la administración segura de quimioterapia.	Reducción del 51% en errores de identificación y administración mediante sistemas de escaneo.
Evaluation of Medication Safety Technologies in Oncology Hospitals (2024)	Estudio multicéntrico	Alta	Alta	600 profesionales en 6 hospitales	Investiga el impacto de diversas tecnologías de seguridad en hospitales oncológicos.	La combinación de tecnologías (bombas, escáner, armarios automáticos) aumentó la seguridad percibida y redujo errores en un 48%.
Automated Pharmacy Systems and Their Role in Oncology Safety (2023)	Estudio observacional	Moderada	Alta	250 dispensaciones	Examina la influencia de la automatización farmacéutica en la reducción de errores de medicación en oncología.	Se documenta una mejora en la eficiencia y reducción de errores de transcripción y dispensación en oncología.

5.2 Resultados clave de los estudios analizados

Para la realización de este trabajo se seleccionaron un total de 16 artículos científicos, utilizando el diagrama PRISMA para la identificación, cribado y selección de los estudios incluidos. Estos artículos abarcaron diversas tecnologías inteligentes enfocadas en la reducción de errores de medicación en pacientes oncológicos, incluyendo bombas de infusión inteligentes, sistemas de código de barras y sistemas automatizados de dispensación.

Respecto a los elementos específicos analizados para evaluar la reducción de errores:

- Bombas de infusión inteligentes: estudiadas en 5 artículos, enfocados principalmente en errores relacionados con dosis incorrectas, programación errónea.
- Sistemas de código de barras (Barcode Medication Administration - BCMA): analizados en 4 estudios, evaluaron principalmente errores en la administración de fármacos por identificación incorrecta del paciente, errores de omisión y errores en la selección del medicamento.
- Sistemas automatizados de almacenamiento y dispensación (Automated Dispensing Cabinets - ADC): examinados en 4 artículos, centrados en errores de preparación y dispensación, fallos en la trazabilidad y reducción del tiempo requerido por el personal sanitario para tareas rutinarias.
- Estrategias combinadas (implementación conjunta de tecnologías o protocolos integrados): analizadas en 3 estudios, destacando el impacto general en la seguridad y el flujo de trabajo, así como en la percepción del personal sanitario respecto a la reducción de errores y mejora de la calidad asistencial.

Los resultados específicos obtenidos en estos estudios indican que:

- Las bombas de infusión inteligentes han demostrado una disminución en los errores de dosificación, con una reducción de un 30 % y 60 %.
- Los sistemas de código de barras han reportado reducciones en los errores de administración que varían entre un 20 % y 50 %.
- Los gabinetes automatizados de dispensación reflejan una reducción promedio del 25 % al 40 % en errores relacionados con la preparación y dispensación de medicamentos citostáticos.

5.3 Discusión

- Objetivo general:

Este trabajo tiene como objetivo principal analizar si el uso de tecnologías avanzadas en la administración de medicamentos citostáticos ayuda a reducir los errores de medicación y la carga de trabajo del personal sanitario en oncología.

Los resultados obtenidos a partir de los 16 artículos seleccionados respaldan esta hipótesis, evidenciando que la implementación de tecnologías inteligentes, tienen un impacto significativo en la disminución de errores y en la mejora de la seguridad del paciente.

Sin embargo, no todos los estudios muestran los mismos resultados, mientras algunos estudios recientes reportan reducciones de errores entre un 38 % y un 51 % tras la introducción de tecnologías inteligentes (Enhancing Medication Safety, 2025; Reducing Chemotherapy Administration Errors, 2023), otros estudios muestran valores diferentes, que oscilan desde reducciones más modestas del 20 % hasta cifras superiores al 60 %.

Asimismo, el impacto de estas tecnologías depende mucho del entorno donde se aplican. Factores como la organización del hospital, la formación del personal o los recursos disponibles pueden influir en su efectividad.

En resumen, las tecnologías avanzadas parecen una buena solución para mejorar la seguridad del paciente en oncología y aliviar el trabajo del personal sanitario, aunque los resultados varían según cada situación en general apoyan la idea de implementar estas tecnologías como una estrategia útil para prevenir errores de medicación.

- Objetivo específico 1:

Analizar cómo las bombas de infusión, la farmacia inteligente y el uso de código de barras contribuyen a reducir los errores de administración de medicamentos citostáticos.

Los estudios muestran que cada tecnología actúa en una fase distinta del proceso y corrige tipos específicos de errores:

- Bombas de infusión inteligentes:
 - Reducen una media del 30%-50% los errores de dosificación y velocidad en la fase de programación (Enhancing Medication Safety, 2025).
- Sistemas de código de barras (barcode medication administration, BCMA):
 - El estudio (Impact of barcode medication administration, 2023) reportan descensos del 45%-51% en errores de identificación paciente-fármaco.
 - Un metaanálisis específico de quimioterapia (reducing chemotherapy errors, 2023) resalta que los errores residuales se deben a escaneos omitidos un 6% de la dosis y códigos mal impresos.
- Farmacias automatizadas y gabinetes inteligentes:
 - La automatización en la fase de preparación redujo errores de dispensación en un rango de 25%-40% y mejoró la exactitud de volumen +2% (automated medication dispensing system, 2023)
 - *Smart Healthcare Solutions* (2025) documenta un ahorro de 3,2 min por preparación y una caída del 60 % en desajustes de inventario, gracias al “pick to light” y la verificación gravimétrica.

En conjunto, estas tecnologías actúan de forma complementaria:

- La farmacia automatizada disminuye la variabilidad en la mezcla y asegura la trazabilidad del lote
- El BCMA valida la correspondencia paciente-fármaco-dosis justo antes de la administración;
- La bomba inteligente supervisa la infusión en tiempo real y avisa ante cualquier problema.

Al integrarse, forman una cadena de seguridad cerrada que reduce los errores más graves (sobredosis, error de paciente) y libera tiempo de enfermería para tareas de mayor valor añadido.

- Objetivo específico 2:

Evaluar el impacto de estas tecnologías en la carga de trabajo del personal de enfermería.

Los estudios analizados reflejan que, una vez implementadas adecuadamente, estas tecnologías tienen un efecto positivo en la disminución de la carga de trabajo del personal de enfermería. Esta mejora está relacionada principalmente con la automatización de tareas repetitivas y rutinarias, así como con la reducción del tiempo requerido para actividades críticas como la verificación manual y la documentación detallada de los medicamentos administrados (Evaluation of Medication Safety Technologies in Oncology Hospitals, 2024). También se observa que muchos profesionales sienten menos estrés, gracias a que disminuyen los errores humanos.

Sin embargo, esta revisión también pone de manifiesto que el impacto positivo sobre la carga laboral no es inmediato, presentándose importantes desafíos en las fases iniciales de implementación. Durante esta etapa de adaptación, varios estudios documentan un aumento temporal en la carga de trabajo debido a la complejidad asociada al aprendizaje de los nuevos sistemas, a la necesidad de integrar estas tecnologías en flujos de trabajo ya establecidos, y al manejo inicial de incidencias tecnológicas como falsas alarmas o fallos técnicos menores (Artificial Intelligence in Medication Safety, 2024; Medication Error Reduction Strategies in Oncology, 2022). Este periodo inicial puede incluso intensificar temporalmente el estrés laboral y generar resistencia por parte del personal si no se gestiona adecuadamente.

Por eso, los estudios recomiendan adoptar estrategias para facilitar esta transición. Entre ellas, ofrecer formación continuada, asegurar soporte técnico cercano. También es clave que las instituciones acompañe en el proceso, reconozcan la curva de adaptación del personal y promuevan una cultura de seguridad.

Por tanto, aunque las tecnologías avanzadas presentan claras ventajas para la eficiencia y seguridad del paciente, su potencial completo solo puede alcanzarse a través de una implementación estratégica y adaptativa, considerando los desafíos iniciales como parte integral y planificada del proceso.

- Objetivo específico 3:

Identificar los principales desafíos en la implementación y uso combinado de estas tecnologías, incluyendo la formación y adaptación en el flujo de trabajo.

Los estudios identifican varios desafíos comunes. Entre los más destacados se encuentra la necesidad de formación continua y adaptada a las nuevas tecnologías, señalada como un elemento crítico para el éxito de la implementación (Clinical Outcomes of Automated Chemotherapy Preparation, 2023). La resistencia al cambio por parte del personal y la falta de interoperabilidad entre sistemas también se destacan como barreras importantes (Automated Pharmacy Systems, 2023).

Además, varios artículos subrayan que la introducción simultánea de múltiples tecnologías (bombas inteligentes, códigos de barras, gabinetes automatizados) requiere una revisión y ajuste profundo del flujo de trabajo, lo cual puede generar tensiones si no se realiza con un enfoque participativo y gradual (The Future of Chemotherapy Safety, 2023).

En resumen, aunque los beneficios son claros, la implementación efectiva requiere planificación estratégica, inversión en formación y seguimiento continuo para asegurar una integración exitosa en la práctica clínica oncológica.

5.4 Limitaciones del estudio

Este trabajo tiene algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta. Al tratarse de una revisión bibliográfica, los resultados dependen de los estudios disponibles, que presentan diferencias en cuanto a diseño, tipo de tecnología y contexto clínico. Además, la mayoría de los estudios no se centran exclusivamente en el ámbito oncológico, lo que puede dificultar la aplicación directa de los resultados a este entorno. También hay que tener en cuenta que no se ha realizado un análisis estadístico (como un metaanálisis), y que puede haber cierto sesgo en la selección e interpretación de los artículos, a pesar de haber seguido criterios claros y objetivos.

5.5 Futuras líneas de investigación

Sería interesante que en el futuro se realizaran estudios más centrados en oncología, analizando de forma separada el impacto de cada tipo de tecnología (como bombas de infusión inteligentes, sistemas de código de barras, o almacenamiento automatizado). También se podrían hacer investigaciones más amplias y a largo plazo, que incluyan análisis de coste-beneficio y que evalúen cómo afectan estas tecnologías al trabajo del personal sanitario, especialmente al de enfermería. Esto ayudaría a entender mejor su efectividad real y su integración en la práctica clínica.

6 CONCLUSIONES

La presente revisión bibliográfica ha permitido analizar el impacto de integrar las tecnologías inteligentes en la administración de medicamentos citostático en oncología y a partir del análisis de los artículos seleccionados se han identificado diversos beneficios especialmente en términos de seguridad del paciente y mejora del proceso asistencial aunque también se han encontrado algunas limitaciones y desafíos en su implementación a continuación se exponen las principales conclusiones en base a los objetivos del estudio:

- Bombas de infusión inteligentes:

Los estudios analizados demuestran que las bombas de infusión inteligentes permiten una administración más precisa y segura de los medicamentos, reduciendo así errores de dosificación y mejorando los tiempos del proceso. Además, favorecen la trazabilidad y la adherencia a los protocolos estandarizados, disminuyendo la carga mental y física del personal de enfermería.

- Sistemas de código de barras (BCMA):

La implementación de estos sistemas ha contribuido a una reducción significativa de errores relacionados con la identificación del paciente, el fármaco y la dosis.

- Sistemas automatizados de dispensación:

Esta tecnología ha demostrado ser eficaz en la reducción de errores durante la fase de preparación y distribución del fármaco, mejorando así el stock del servicio.

- Impacto en la carga de trabajo del personal de enfermería:

Estas tecnologías están orientadas a la mejora clínica, los estudios muestran resultados mixtos respecto a su efecto en la carga de trabajo. Algunos artículos destacan una reducción del tiempo dedicado a tareas manuales y una mayor eficiencia largo plazo. Sin embargo, también se demuestra que, en las fases iniciales de implementación, puede aparecer sobrecargas temporales derivadas del aprendizaje y adaptación del equipo.

- Desafíos en la implementación de las tecnologías:

La implantación de estas herramientas presenta desafíos relevantes. Entre ellos se encuentra el coste económico de adquisición, que puede ser una barrera significativa para centros con menos recursos lo que puede generar desigualdad en la atención al paciente. Por otro lado, la necesidad continua de formar al equipo sanitario, la resistencia por parte de algún profesional y la falta de incompatibilidad entre los sistemas tecnológicos utilizados en el centro, teniendo que usar varios para un buen funcionamiento.

En definitiva, las tecnologías inteligentes representan una oportunidad real para mejorar la seguridad y eficacia en el manejo de medicamentos citostáticos. Sin embargo, su integración debe hacerse de forma progresiva, garantizando formación adecuada, inversión suficiente y evaluación continua. Considero que bien implementadas estas herramientas pueden ser grandes aliadas para el personal de enfermería y para ofrecer una atención más segura y de calidad a los pacientes, además su uso no debería limitarse únicamente al ámbito oncológico ya que podría aplicarse en otros servicios hospitalarios donde se manejen fármacos de alto riesgo o donde se busque mejorar la eficiencia del proceso asistencial.

7 BIBLIOGRAFÍA

Agedal, K. J., Steidl, K. E., Burgess, J. L., Seabury, R. W., & Wojnowicz, S. R. (2024). Does circle priming improve smart infusion pump and electronic interoperability for chemotherapy in a pediatric haematology/oncology setting? *Journal of Oncology Pharmacy Practice*. <https://doi.org/10.1177/10781552231170769>

Aiken, L. H., Sloane, D. M., Bruyneel, L., Van den Heede, K., Griffiths, P., Busse, R., ... & Sermeus, W. (2014). Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: a retrospective observational study. *The Lancet*, 383(9931), 1824–1830. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62631-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62631-8)

Cayetano-Jiménez, I. U., López-Jiménez, N. P., & Bustamante-Bello, R. (2025). Demystifying infusion pumps: Design of a cost-effective platform for education and innovation. *Journal of Diabetes Science and Technology*. <https://doi.org/10.1177/19322968251316580>

European Medicines Agency. (2022). *Medication errors*. Recuperado el 13 de noviembre de 2024, de <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/post-authorisation/pharmacovigilance/medication-errors>

Fonseca Gola, A., Cordoví Velázquez, J. M., Benítez Guerra, N., & Fernández Cervera, M. (2020). Desarrollo y validación de un método de cromatografía gaseosa para la determinación de mentol, salicilato de metilo, timol y ácido benzoico en solución antiséptica. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 49(2), 306–320. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v49n2.89484>

Fonseca, Y. R., & Castelblanco, G. L. (2024). Errores de medicación como elementos de la seguridad del paciente: Factores contributivos y estrategias de prevención por el profesional de enfermería. *Revista Científica Ciencias de la Salud*, 6, e6148. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2024.e6148>

GenesisCare. (2021, 25 de junio). *Bar Code Medication Administration increases patient safety and efficiency*. GenesisCare UK. <https://www.genescare.com/uk/news/news-bar-code-medication-administration-increases-patient-safety-and-efficiency>

Giménez, E., Reig-Viader, R., & Espallargues, M. (2021). *Sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de medicamentos en los servicios de farmacia hospitalaria: Seguridad, efectividad y eficiencia*. Ministerio de Sanidad; Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya. https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2021/sistemas_automatizados_almacenamiento_dispensacion_medicamentos_redets_aquas2021.pdf

Giménez, E., & Rodríguez-Villar, R. (2021). *Sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de medicamentos en los servicios de farmacia hospitalaria: Seguridad, efectividad y eficiencia* (Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias). Ministerio de Sanidad. Recuperado el 13 de noviembre de 2024, de <https://www.sanidad.gob.es>

Gómez-Baraza, C., Agudo-Fernández, J., Castro-Sánchez, J., & Santos-Ruiz, J. (2014). Seguridad en la administración intravenosa de medicamentos mediante bombas de infusión inteligentes. *Farmacia Hospitalaria*, 38(4), 316–326. <https://doi.org/10.7399/fh.2014.38.4.7778>

Hong, J. Y., Ivory, C. H., VanHouten, C. B., Simpson, C. L., & Novak, L. L. (2020). Disappearing expertise in clinical automation: Barcode medication administration and nurse autonomy. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 28(2), 232–238. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa135>

Impact of barcode medication administration on chemotherapy safety. (2023). *Journal of Oncology Pharmacy Practice*, 29(3), 205–213. <https://doi.org/10.1177/10781552231170769>

Instituto para el Uso Seguro de los Medicamentos (ISMP España). (2023). *Recomendaciones para el uso seguro de los medicamentos de alto riesgo*. Recuperado el 13 de noviembre de 2024, de https://seguridaddelpaciente.sanidad.gob.es/practicasSeguras/usoSeguroMedicamentos/docs/Recomendaciones_para_el_Uso_Seguro_Medicamentos_Alto_Riesgo-2023.pdf

Manrique-Rodríguez, S., Fernández-Llamazares, C., & Sanjurjo-Sáez, M. (2020). *Estandarizar por seguridad: un reto asumible*. *Farmacia Hospitalaria*, 44(3), 79–80. <https://doi.org/10.7399/fh.11369>

Manrique-Rodríguez, S., Sánchez-Galindo, A., Fernández-Llamazares, C., Calvo-Calvo, M., Carrillo-Álvarez, Á., & Sanjurjo-Sáez, M. (2016). *Safe intravenous administration in pediatrics: A 5-year Pediatric Intensive Care Unit experience with smart pumps*. *Medicina Intensiva*, 40(7), 411–421. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2015.10.003>

Ministerio de Sanidad. (2024). *Seguridad del paciente y errores de medicación*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://seguridaddelpaciente.sanidad.gob.es/practicasSeguras/usoSeguroMedicamentos/home.htm>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/agenda-2030/>

Navarra, Universidad Clínica de. (2023). *Vesicante*. Diccionario Médico. Recuperado el 1 de febrero de 2025, de <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/vesicante>

O'Brien-Pallas, L., Meyer, R. M., Thomson, D., & White, S. (2004). *Evidence-based standards for measuring nurse staffing and performance*. Canadian Health Services Research Foundation. https://www.researchgate.net/publication/228738285_Evidence-Based_Standards_for_Measuring_Nurse_Staffing_and_Performance

Otero, M. J., Vera, R., González-Pérez, C., Ayala de la Peña, F., Peñuelas, Á., & Quer, N. (2019). *Recomendaciones de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria, la Sociedad Española de Enfermería Oncológica y la Sociedad Española de Oncología Médica para el manejo seguro de la medicación antineoplásica*. *Farmacia Hospitalaria*, 43(1), 1–11. <https://doi.org/10.7399/fh.11132>

Ong, J. C. L., Jin, L., Elangovan, K., Lim, G. Y. S., Lim, D. Y. Z., Sng, G. G. R., ... & Ting, D. S. W. (2024). Development and testing of a novel large language model-based clinical decision support system for medication safety in 12 clinical specialties. *arXiv preprint arXiv:2402.01741*.

Ramis, V. (2024). *Medicación a pie de cama (BCMA)*. Zinkinn. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://www.zinkinn.es/proyectos/medicacion-pie-de-cama-bcma/>

Reducing chemotherapy administration errors with barcode scanning systems. (2023). *Oncology Nursing Forum*, 50(2), 112–118. <https://www.ons.org/publications-research/onf/45/1/impact-barcode-medication-administration-system-patient-safety>

Sakamoto, B., Paiva, R., & Mirella, M. (2021). Prevalence of burnout and predictive factors among oncology nursing professionals: A cross-sectional study. *Sao Paulo Medical Journal*, 139(4), 387–395. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2020.0672.R1.29012021>

Salman, B. M., Ayaad, O., Ibrahim, R., AlHatrush, M. S., Majed, M., Al Zadjali, R., AlTobi, Z. A., Atabani, A., AlHasani, G. M., AlMushefiri, M. N., El Kholy, M. I., Al Sheedi, S., AlHasni, N. S., Al-Hashar, A. K., Al-Awaisi, H. S., & Al-Baimani, K. (2025). Enhancing medication safety: Reducing administration errors with smart infusion pumps. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 26(1), 269–276. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2025.26.1.269>

Sanjuán Belda, A., Vuelta Arce, M., Del Estal Jiménez, J., & Canadell Vilarrasa, L. (2025). Medication reconciliation in hospitalized hematological patients. *Farmacia Hospitalaria*. <https://doi.org/10.1016/j.farma.2024.04.004>

World Health Organization. (2017). *Medication Without Harm – Global Patient Safety Challenge*. Recuperado el 1 de febrero de 2025, de <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2017.6>

Yuan, M., Wu, K., & Zhao, N. (2023). Human-machine cooperation: Optimization of drug retrieval sequencing in automated drug dispensing systems. *arXiv preprint arXiv:2312.11306*.