

Competencias digitales clave en Inteligencia Artificial Generativa: Alfabetizarnos hoy para liderar la sanidad del mañana

MONTERO DELGADO J.A.¹, GONZÁLEZ PÉREZ Y.¹, MONTE BOQUET E.², FERNÁNDEZ PICÓ G.³.

Fecha de recepción: 22/10/2025 Fecha de aceptación: 31/10/2025

DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S1699-714X2025000600006>

1. Servicio de Farmacia, Hospital Universitario Nuestra Señora de la Candelaria, Santa Cruz de Tenerife, España.
2. Servicio de Farmacia, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España.
3. Consultor en Salud Digital en GFP Health and Impact Services, Santa Cruz de Tenerife, España.

RESUMEN

La inteligencia artificial generativa (IAG) está transformando la sanidad, planteando un desafío inminente: amplifica capacidades humanas y democratiza el acceso a la innovación, pero simultáneamente impone la necesidad de una mayor profesionalidad y pensamiento crítico. Su integración progresiva en la práctica clínica convive con una brecha formativa en España que se agrava al ritmo de avance tecnológico. En este contexto, la formación de los profesionales sanitarios resulta insuficiente actualmente para afrontar riesgos emergentes y aprovechar el potencial de la IAG de una manera segura y ética. Este artículo presenta un marco operativo basado en seis competencias digitales clave: desde la alfabetización básica hasta la resolución de problemas asistida por IAG, incluyendo su uso seguro y ético, la ingeniería de instrucciones (prompt engineering), la integración clínica y la gestión del dato. El objetivo no es convertir profesionales sanitarios en expertos técnicos, sino dotarlos de criterio, habilidades operativas y responsabilidad profesional para que la IAG se integre como aliada estratégica bajo estándares de transparencia y prudencia. En definitiva, el desarrollo de competencias en IAG es un imperativo ineludible para que los profesionales sanitarios lideren la transformación digital, garantizando avances reales en salud sin dejar atrás a los pacientes en este momento decisivo de cambio.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa, Competencias Digitales, Alfabetización en Inteligencia Artificial, Salud Digital.

Key Digital Competencies in Generative Artificial Intelligence: Gaining Literacy Today to Lead Healthcare Tomorrow

ABSTRACT

Generative artificial intelligence (GAI) is transforming healthcare, presenting an imminent challenge: it amplifies human capabilities and democratizes access to innovation, while simultaneously demanding increased professionalism and critical thinking. Its progressive integration into clinical practice coexists with a growing educational gap in Spain, exacerbated by the rapid pace of technological advancement. In this context, the current training of healthcare professionals is insufficient to address emerging risks and to harness the potential of GAI in a safe and ethical manner. This article presents an operational framework based on six key digital competencies: from basic literacy to problem-solving assisted by GAI, including its secure and ethical use, prompt engineering, clinical integration, and data management. The aim is not to turn healthcare professionals into technical experts, but to equip them with the judgment, operational skills, and professional responsibility necessary for GAI to be integrated as a strategic ally under standards of transparency and caution. Ultimately, the development of GAI competencies is an unavoidable imperative for healthcare professionals to lead the digital transformation, ensuring real health advances while leaving no patient behind in this decisive moment of change.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Digital Competencies, Artificial Intelligence Literacy, Digital Health.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital avanza a un ritmo que exige detenerse y analizar sus implicaciones en la práctica sanitaria.

Hace apenas una década, la historia clínica electrónica y la telesalud representaron auténticas revoluciones en la gestión y la asistencia. Hoy, sin embargo, el cambio de paradigma es aún más profundo: el diseño de fármacos mediante algoritmos¹, el diagnóstico asistido por modelos generativos de imagen², los chatbots terapéuticos³ o los escribas digitales que transcriben visitas en tiempo real son ya una realidad⁴.

Esta aceleración tecnológica tiene como motor a la inteligencia artificial generativa (IAG), capaz de crear, analizar o reestructurar texto, imágenes, audio, vídeo y código gracias a patrones aprendidos a partir de grandes volúmenes de datos. Los modelos multi-modales más conocidos, como ChatGPT, Gemini o Claude, operan prediciendo la siguiente unidad lingüística según el contexto, lo que produce resultados plausibles pero no siempre correctos. Su naturaleza no determinista y su dependencia del entrenamiento y de las instrucciones explican la variabilidad y las denominadas alucinaciones, o respuestas erróneas pero verosímiles.

Mientras algunos autores⁵ destacan su potencial para transformar los sistemas de salud, otros advierten sobre los riesgos de delegar decisiones en una tecnología que imita el razonamiento humano, pero sin comprenderlo.

BENEFICIOS Y RIESGOS: UN EQUILIBRIO NECESARIO

La IAG se encuentra en una fase inicial como asistente en tareas sanitarias de bajo riesgo. Actualmente, puede transcribir con éxito notas clínicas, estructurar informes, buscar y sintetizar evidencia científica o generar materiales educativos adaptados al nivel del paciente.

En un futuro inmediato, estas capacidades serán más rápidas, consistentes y sensibles al contexto clínico. Ya se vislumbran aplicaciones como la generación automática de borradores de informes de alta en segundos, alertas en tiempo real vinculadas a guías terapéuticas actualizadas, educación personalizada con lenguaje natural, revisiones farmacoterapéuticas capaces de detectar patrones de riesgo en historias clínicas y asistentes de investigación que elaboran metaanálisis o desarrollan aplicaciones mediante programación conversacional.

La transición hacia un sistema sanitario más inteligente no será rápida ni sencilla.

Ésta exige madurez técnica, cultural y organizativa, con una gestión del cambio responsable, una formación continuada y una evaluación rigurosa. Requiere también de responsabilidad profesional, de capacidad de adaptación y de una actitud transparente que reconozca los límites de la IAG. Solo en ese marco la IAG, bien integrada, aliviará la sobrecarga asistencial, optimizará recursos y mejorará resultados en salud.

El principal riesgo de su adopción en el entorno sanitario radica en su precisión factual limitada. Los modelos de lenguaje de gran escala generan respuestas plausibles pero incorrectas, fenómeno conocido como alucinación⁶. Este comportamiento es inherente a su diseño probabilístico y puede conducir a errores de interpretación, invención de citas o mezcla de datos. En el ámbito clínico, la combinación de tono convincente y error factual favorece el sesgo de automatización, es decir, la aceptación acrítica de resultados generados por el sistema.

Además, la IAG puede amplificar sesgos existentes, ya que los modelos se entrenan con datos históricos que reflejan desigualdades de género, raza o edad⁷. En un entorno de alto riesgo como es el sanitario, cualquier recomendación errónea puede ocasionar daño, lo que exige aplicar principios éticos y de prudencia en su implementación.

Por otra parte, una adopción acrítica de la IA puede erosionar competencias clínicas. Así, en la literatura se describen fenómenos de deskilling (pérdida de competencias), never-skilling (falta de adquisición de competencias) y mis-skilling (adquisición errónea de competencias) cuando se delegan tareas complejas (razonamiento clínico, juicio probabilístico) sin supervisión ni verificación sistemática, con especial vulnerabilidad en profesionales jóvenes por su potencial mayor dependencia de estas herramientas y menor desarrollo e incorporación de pensamiento crítico en la práctica de su actividad profesional. Este riesgo ha sido ya percibido por profesionales implicados en desarrollo y regulación de IA sanitaria, que alertan sobre el peligro de automatizar tareas inapropiadas y desplazar competencias y destrezas nucleares de la práctica clínica⁸.

En paralelo, la formación universitaria en España es claramente insuficiente y desigual a la hora de incorporar planes formativos sobre IA, de modo que solo un 19% de las facultades de Medicina ofrecen asignaturas específicas de IA y un 69% no incluye

contenidos explícitos, con predominio de optativas de bajo peso en ECTS, lo que amenaza con ampliar la brecha competencial⁹. Mitigar estos riesgos exige integrar planes formativos estructurados (pensamiento crítico, supervisión del uso de IA y criterios de verificación, etc.) desde el grado y el posgrado, con estándares mínimos y monitorización nacional¹⁰.

Esta tensión entre oportunidad y riesgo evidencia una paradoja central: la IAG democratiza y amplifica capacidades, pero exige mayor profesionalidad y espíritu crítico. Ya no basta con manejar herramientas digitales como Google o realizar búsquedas bibliográficas en PubMed; se necesitan competencias específicas en IAG que permitan dialogar con la tecnología, validar sus respuestas e integrarla de forma segura, manteniendo siempre el criterio humano, la trazabilidad y el cumplimiento normativo.

En consecuencia, la necesidad histórica de adquirir competencias en salud digital por parte de los profesionales sanitarios se ha vuelto crítica con la irrupción de la IAG¹¹.

ENTRE LA BRECHA FORMATIVA Y LA OPORTUNIDAD

El despliegue de la IAG está siendo más rápido que su incorporación a la formación de los profesionales sanitarios. La capacitación específica en este ámbito carece aún de un marco competencial definido, mantiene una notable heterogeneidad y no está reglada, lo que se traduce en variabilidad de prácticas y herramientas, y riesgos de adopción sin criterios compartidos¹².

Diversos marcos internacionales de competencia digital, tanto de ciudadanía (DigComp 2.2) como de educación sanitaria (DECODE), reconocen esta carencia y recomiendan reforzar conocimientos, habilidades y actitudes para un uso crítico, seguro y ético de la tecnología.

Este vacío formativo representa también una oportunidad para acordar un mínimo competencial común que permita aprovechar la IAG allí donde aporta valor y contener sus riesgos cuando no lo hace. Resulta urgente avanzar en la alfabetización en IAG e integrarla en el entorno sanitario con criterio, ética, trazabilidad y evaluación rigurosa.

¿QUÉ COMPETENCIAS ADQUIRIR?

Entre el entusiasmo y la cautela, una cuestión clave es por dónde comenzar la formación en IAG. Este proceso puede abordarse de forma proactiva o mediante la definición de un marco de referencia

compartido que oriente en el uso de estas herramientas con utilidad y seguridad.

Existen referencias consolidadas que ofrecen una base estructural. El Digital Competence Framework 2.2 (DigComp 2.2)¹³ reúne más de 250 ejemplos de conocimientos, habilidades y actitudes para interactuar de manera crítica y segura con tecnologías digitales, incluidas las impulsadas por inteligencia artificial. El marco DECODE¹⁴ para educación sanitaria organiza la capacitación en cuatro dominios: profesionalismo digital, salud digital de pacientes y poblaciones, sistemas de información sanitarios y ciencia de datos. Integra además consideraciones de alfabetización informacional, gobernanza de datos, ética y legalidad, por lo que resulta aplicable tanto a nivel institucional como individual.

Una revisión sistemática elaborada por autores españoles¹⁵ coincide en la necesidad de introducir la formación en inteligencia artificial desde etapas tempranas, aunque subraya la ausencia de estándares y la necesidad de definir competencias y métodos de evaluación comparables.

Con esta base^{16, 17}, se presenta un mapa básico de competencias en IAG para orientar la formación y la evaluación. No pretende sustituir planes existentes, sino aportar un nuevo punto de partida operativo para su integración allí donde pueda aportar valor asistencial, administrativo o educativo.

1. Alfabetización básica en IAG

La alfabetización en inteligencia artificial generativa comprende el conjunto de conocimientos, actitudes y habilidades necesarias para entender sus fundamentos, manejar la terminología común, conocer sus mecanismos de funcionamiento y reconocer sus principales limitaciones¹⁸.

Adquirir esta competencia supone comprender, a nivel básico, que la IAG genera contenido por predicción probabilística y es no determinista, y actuar en consecuencia: anticipar variabilidad, reconocer posibles alucinaciones y verificar la factualidad antes de usar cualquier salida en el entorno clínico^{19, 20}.

Un profesional sanitario alfabetizado diferencia generación de comprensión, determina cuándo una salida es válida y cuándo requiere revisión, y delimita qué tareas puede delegar en la IAG y cuáles exigen valoración humana directa.

En términos prácticos, esta competencia se resume en tres dominios de aprendizaje:

- ♦ Fundamentos y lenguaje común: Explicar en una línea cómo produce respuestas la IAG (predicción probabilística y no determinística), conocer su terminología básica y reconocer sus límites operativos.

- ♦ Lectura crítica de salidas: detectar señales de error o alucinación, anticipar variabilidad, verificar factualidad y coherencia con fuentes o guías, y documentar la incertidumbre cuando proceda.

- ♦ Criterio de uso y delegación: delimitar qué tareas son seguras de delegar en la IAG y cuáles requieren valoración humana directa, con trazabilidad y justificación del uso o del descarte.

La alfabetización básica constituye el criterio esencial para integrar la IAG sin incurrir en un uso ingenuo o imprudente. No se limita a saber utilizar una herramienta concreta, sino que representa el primer paso hacia una incorporación prudente, ética y responsable de la inteligencia artificial en la práctica sanitaria.

2. Uso seguro, ético y responsable de la IAG

El uso de la IAG en el ámbito sanitario trasciende el dominio técnico, ya que requiere un marco organizativo, ético y jurídico que garantice seguridad, transparencia, equidad y confianza²¹. Esta competencia implica reconocer que toda decisión clínica debe mantenerse bajo la responsabilidad del profesional²², comprender los riesgos inherentes a la tecnología, conocer la normativa aplicable, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), la Ley de IA de la Unión Europea (EU AI Act) y las políticas institucionales locales o de cada centro de trabajo, y asumir que la IAG actúa como apoyo en la toma de decisiones, nunca como sustituto del juicio clínico humano.

La prudencia en el manejo de datos es esencial. Introducir información identificable en plataformas públicas o no autorizadas constituye una vulneración grave de la confidencialidad y de la legislación vigente. Asimismo, resulta imprescindible identificar y mitigar los sesgos presentes en los datos de entrenamiento, que pueden amplificar desigualdades en salud si no se abordan de forma proactiva.

La gobernanza reúne los procesos, reglas y protocolos que aseguran un uso controlado y trazable de la IAG. Un marco sólido combina evaluación continua y gestión del riesgo para validar las salidas, detectar y corregir errores y sesgos antes de que tengan impacto clínico. Además, incorpora una dimensión de ciberseguridad aplicada: uso exclusivo de plataformas aprobadas, verificación de fuentes y enlaces an-

tes de actuar, detección de intentos de manipulación (prompt injection), protección de credenciales y notificación de incidentes. Estas prácticas complementan la privacidad y ética, y reducen el riesgo operativo en la integración clínica de la IAG.

La transparencia y la explicabilidad son pilares complementarios: comprender las limitaciones de los modelos de tipo black box (aquellos cuyo funcionamiento interno es opaco, complejo y difícil de comprender, incluso para sus propios creadores), promover la interpretabilidad de los resultados y comunicar la incertidumbre inherente a la generación automatizada de contenido son acciones indispensables para mantener la confianza en la tecnología.

En farmacia hospitalaria en particular, y en la práctica clínica en general, el uso responsable de la IAG requiere de tres componentes fundamentales:

- ♦ Proteger la privacidad del paciente, asegurando un uso seguro y conforme a la normativa actual.

- ♦ Detectar y mitigar riesgos y sesgos que puedan comprometer la calidad y la equidad de los resultados.

- ♦ Preservar la agencia humana, garantizando que el juicio clínico prevalezca sobre cualquier recomendación algorítmica.

La ética aplicada a la IAG sanitaria no es un complemento, sino una competencia profesional transversal que debe impregnar toda interacción con la tecnología y asegurar que la innovación mantenga la confianza y los principios fundamentales de la práctica asistencial.

3. Ingeniería de instrucciones ("prompt engineering") y análisis crítico de respuestas

La ingeniería de instrucciones, conocida en el ámbito de la IAG como prompt engineering²³, es la capacidad de formular, ajustar y perfeccionar indicaciones que orientan a los modelos de lenguaje de gran escala. El análisis crítico de respuestas la complementa al exigir que el profesional evalúe precisión contextual, coherencia, relevancia y potenciales sesgos. Ambas habilidades operan de forma conjunta: un diseño de entrada adecuado incrementa la utilidad de la salida, y la revisión crítica determina su validez y seguridad.

En el ámbito sanitario, esta competencia es clave. Los modelos generativos pueden producir resúmenes, informes o propuestas con apariencia de autoridad que contengan errores relevantes. La aceptación acrítica de estas salidas puede favorecer

diagnósticos incorrectos, decisiones terapéuticas inadecuadas o difusión de información no contrastada.

No se trata de aprender un lenguaje nuevo, sino de interactuar de forma estratégica. Un buen prompt define objetivo, contexto clínico, rol del sistema, formato de salida y criterios de exclusión. Después, la evaluación crítica determina si la respuesta cumple los requisitos o requiere reformulación, actuando como salvaguarda frente al sesgo de automatización y la delegación cognitiva. Este ciclo iterativo convierte a la IAG en un asistente útil y alineado con el propósito clínico o académico.

Dominar el prompting permite optimizar su uso en apoyo diagnóstico, gestión administrativa, investigación y docencia, siempre bajo un marco de validación humana. Esta competencia implica comprender el ciclo de trabajo (definir, probar y validar) y obtener salidas de calidad sin comprometer la seguridad del paciente, la ética ni la calidad asistencial.

La adquisición de esta competencia se articula en tres hitos que configuran un ciclo continuo de aprendizaje y control:

- **Formulación precisa y dinámica de prompts:** Diseñar instrucciones adaptadas a cada tarea, especificando objetivo, contexto, formato de salida y criterios de exclusión, con el fin de obtener respuestas útiles y evitar resultados vagos o irrelevantes.

- **Refinamiento iterativo:** Ajustar y mejorar las instrucciones a partir de las salidas recibidas, comparar variantes y documentar buenas prácticas que faciliten su replicación y mejora continua.

- **Evaluación crítica y validación clínica:** Verificar coherencia, factualidad, fuentes y posibles sesgos, contrastando siempre la respuesta con la bibliografía y con el juicio profesional antes de su incorporación a la práctica asistencial.

Desarrollar esta competencia no solo consiste en “hablar con la IAG”, sino en trabajar con ella de manera estratégica, segura y eficaz. Implica pasar de usar la tecnología a guiarla, consolidando el papel del profesional como arquitecto del conocimiento. Para el ámbito sanitario, representa un paso decisivo hacia una integración responsable y madura de la inteligencia artificial en la práctica clínica, donde la precisión técnica se equilibra con la prudencia profesional para construir una colaboración sólida entre humanos y sistemas de IAG.

4. Integración de la IAG en procesos y flujos de trabajo

La integración de la IAG en los procesos asistenciales implica la capacidad de analizar, adaptar y gestionar los cambios en roles, responsabilidades y dinámicas de trabajo que surgen al incorporarla en la práctica profesional. No consiste únicamente en utilizar una herramienta, sino en aprender a gestionar el cambio y redefinir cómo y quién realiza cada tarea dentro de los equipos de salud.

En la práctica, esta competencia reconoce que la IAG no es un añadido periférico, sino un agente transformador que modifica la forma de documentar, organizar y ejecutar la atención sanitaria, la gestión logística o la actividad investigadora. Su impacto va más allá de la automatización: en algunos flujos será prescindible, en otros complementará algunas funciones existentes y, en ciertos casos, provocará la redefinición completa de los procesos. La clave está en avanzar desde la adopción inicial hacia una integración sostenible e inteligente.

Una implementación deficiente puede generar duplicidades, pérdida de coordinación interprofesional o, incluso, comprometer la seguridad del paciente²⁴. Por el contrario, una integración planificada podría liberar tiempo administrativo, reforzar la interacción clínica y potenciar la dimensión humanística del trabajo sanitario.

En farmacia hospitalaria, esta competencia adquiere especial relevancia. La gestión del medicamento, la conciliación terapéutica o el análisis de interacciones pueden optimizarse mediante IAG si se incorporan correctamente en los circuitos de trabajo. El farmacéutico hospitalario debe participar activamente en este rediseño, garantizando trazabilidad, seguridad y responsabilidad final sobre los resultados.

Toda implantación debe incluir un plan de medición con indicadores de resultado y de proceso que permitan ajustar la integración. Algunos ejemplos son el tiempo administrativo ahorrado, la tasa de errores de transcripción, concordancia respecto a las guías clínicas, tiempo clínico recuperado o el ahorro económico del proceso.

Los hitos que marcan la adquisición de esta competencia son:

- **Participación en el rediseño de los procesos:** colaborar activamente en la identificación de qué tareas deben ser potenciadas, adaptadas o delegadas con apoyo de la IAG, garantizando que los flujos de trabajo sigan siendo seguros y centrados en el paciente.

- Integración clínica efectiva: aplicar las salidas de la IAG de forma complementaria a la información y asegurando que la tecnología refuerza, y no sustituye, la toma de decisiones asistenciales.

- Colaboración interdisciplinar y evaluación organizativa: trabajar con equipos clínicos, informáticos y gestores para valorar el impacto real de la IAG en la práctica, identificar áreas de mejora y promover una implementación transparente, eficiente y ética.

Comprender esta competencia implica asumir que la transformación digital en salud no consiste en adoptar herramientas aisladas, sino en rediseñar la práctica clínica de manera integral. En farmacia hospitalaria, representa la oportunidad de aprovechar la potencia de la IAG para optimizar procesos, mejorar la eficiencia y ampliar la propuesta de valor profesional, manteniendo siempre la centralidad del juicio humano²⁵.

5. Análisis y gestión del dato en IAG

El análisis y la gestión del dato constituyen una competencia esencial para los profesionales sanitarios en un entorno progresivamente influido por la IAG. Esta competencia implica la capacidad de manejar grandes volúmenes de información clínica de forma ética y eficiente, comprendiendo cómo se adquieren, limpian, estructuran y utilizan los datos para alimentar algoritmos de IAG, garantizando su integridad y fiabilidad. No se trata de convertir al clínico en un científico de datos, sino de dotarlo de criterio técnico para asegurar que los datos sobre los que se apoya la inteligencia artificial sean adecuados, reproducibles, representativos y seguros.

El desarrollo de esta competencia es crítico en el entorno sanitario, ya que la calidad de las decisiones asistidas por IAG depende directamente de la calidad de los datos subyacentes. Un profesional formado en análisis y gestión de datos puede identificar errores, inconsistencias o sesgos que comprometan la fiabilidad de los resultados y, con ello, contribuir a una práctica clínica más segura y basada en la evidencia. Además, esta competencia optimiza flujos de trabajo, facilita decisiones más precisas como diagnósticos o personalización de tratamientos, y mejora la eficiencia operativa sin comprometer la ética ni la seguridad del paciente.

Entre los hitos específicos que un profesional sanitario debe alcanzar para desarrollar esta competencia se incluyen:

- Preparación y limpieza de datos: Identificar información incompleta, inconsistente o irrelevante

y aplicar métodos básicos de preprocesamiento que garanticen conjuntos de datos adecuados para el análisis por IAG. Este paso previene resultados engañosos o sesgados.

- Análisis y visualización de la información: Desarrollar habilidades para interpretar datos de forma clara y comunicar hallazgos mediante técnicas de visualización que revelen tendencias, patrones y anomalías, facilitando así decisiones informadas y comprensibles para compañeros y pacientes.

- Gobernanza y seguridad del dato: Aplicar principios de gestión que aseguren su almacenamiento, cumplimiento normativo y control de acceso. Conocer las regulaciones sobre privacidad y protección de datos, y los estándares de calidad que garantizan la confianza en los sistemas de IAG.

Dominar el análisis y la gestión del dato no significa solo interpretar resultados, sino interactuar críticamente con la IAG, supervisar la calidad de los resultados y asegurar que la tecnología complementa, y no reemplaza, el juicio clínico. Esta competencia refuerza el pensamiento crítico en cada fase del flujo de información asistida por IAG y constituye uno de los pilares de la madurez digital en salud, permitiendo una implementación segura, ética y centrada en el paciente.

6. Resolución de problemas asistida por la IAG

La resolución de problemas constituye una de las competencias digitales centrales del marco Dig-Comp y se define como la capacidad de utilizar tecnologías digitales para generar conocimiento, innovar procesos y afrontar situaciones complejas sin un método de solución predefinido. En el ámbito sanitario, la inteligencia artificial generativa (IAG) emerge como una herramienta estratégica capaz de optimizar decisiones, mejorar la gestión clínica y acelerar la creación de soluciones adaptadas a las necesidades reales de los equipos de salud.

La IAG puede contribuir a resolver problemas diversos, como la búsqueda y síntesis de evidencia científica, el apoyo a la toma de decisiones terapéuticas, la detección de patrones en grandes volúmenes de datos o la creación de herramientas digitales que respalden procesos clínicos y logísticos. Las herramientas de IAG adoptan distintas formas, todas con un denominador común: amplificar la capacidad humana de sintetizar, analizar, comprender, decidir, crear y, en última instancia, resolver.

Entre las principales herramientas de IAG se encuentran:

- ♦ Modelos de lenguaje conversacional, útiles para buscar, analizar, sintetizar y generar contenido textual o multimodal.
- ♦ Herramientas especializadas de IAG, orientadas al análisis de datos, la consulta estructurada de conocimiento o la automatización de tareas concretas.
- ♦ Agentes autónomos de IAG, capaces de percibir su contexto, interactuar con datos y ejecutar acciones secuenciales para alcanzar objetivos definidos.
- ♦ Automatizaciones multiherramienta guiadas por IAG, que orquestan diferentes aplicaciones y flujos de trabajo con coherencia, trazabilidad y control.
- ♦ Programación conversacional asistida por IAG, una aproximación disruptiva que permite crear software mediante lenguaje natural.

Una parte esencial de esta competencia consiste en seleccionar la herramienta adecuada para cada problema, comprendiendo su alcance, sus limitaciones y los requisitos de integración con los sistemas clínicos existentes. Dado que un análisis detallado de todas estas opciones excede el alcance de este trabajo, se desarrolla a continuación la más avanzada e innovadora: la programación conversacional asistida por IAG, también conocida como *vibe coding*.

Este enfoque traduce instrucciones textuales en soluciones digitales generadas por la IAG. No sustituye al desarrollador profesional, pero redefine el rol del sanitario, permitiéndole pasar de usuario pasivo a director creativo, capaz de definir, guiar y validar su propia herramienta digital. Para ello son necesarias nociones básicas de desarrollo de aplicaciones y arquitecturas web, suficientes para revisar y evaluar críticamente las soluciones producidas.

Dominar esta competencia implica formular instrucciones precisas, participar en ciclos iterativos de prueba y refinamiento, y validar críticamente los resultados para garantizar exactitud, trazabilidad y adecuación al objetivo y al contexto. La formación debe incluir buenas prácticas de desarrollo, colaboración con equipos técnicos y protocolos de validación que aseguren reproducibilidad y seguridad antes de cualquier uso clínico.

En un contexto de escasez de talento tecnológico, esta competencia democratiza la innovación²⁶, permitiendo que los profesionales sanitarios diseñen sistemas de apoyo a la decisión clínica, flujos de análisis o herramientas digitales ajustadas a los proble-

mas reales de su práctica diaria. Así se acortan los ciclos de innovación y se refuerza la alineación entre tecnología y necesidades clínicas.

A través de esta competencia, la IAG se convierte en un aliado estratégico para resolver problemas complejos, acelerar procesos, mejorar la calidad en la toma de decisiones y desarrollar herramientas digitales adaptadas a la práctica clínica.

Desarrollar esta competencia no implica convertir a los profesionales en programadores, sino dotarlos de autonomía para identificar problemas, seleccionar la herramienta adecuada y aplicar la solución de manera segura y responsable. No obstante, su despliegue se enfrenta a dos retos transversales.

El primero es la interoperabilidad, ya que las soluciones de IAG deberían integrarse con los sistemas sanitarios existentes, como las historias clínicas electrónicas, los sistemas de prescripción electrónica o las bases de datos hospitalarias. Esta integración requiere desarrollos adicionales, coordinación técnica, cumplimiento normativo, respeto a los estándares internacionales y una planificación que garantice coherencia, trazabilidad y seguridad en los flujos de información.

El segundo reto es la gestión de datos sensibles, que obliga a cumplir estrictamente los principios éticos y legales de privacidad. El tratamiento responsable de la información clínica es una condición indispensable para generar confianza y, al mismo tiempo, uno de los factores que más puede ralentizar la adopción de nuevas herramientas.

Superar estos desafíos exige un enfoque colaborativo, prudente y progresivo. La resolución de problemas asistida por IAG no busca reemplazar la inteligencia humana, sino ampliarla y ponerla al servicio de la innovación responsable.

MIRANDO AL FUTURO

Adquirir estas competencias persigue un doble objetivo: aprovechar de forma controlada las ventajas de la IAG y mitigar sus riesgos inherentes, dada la naturaleza disruptiva y reciente de esta tecnología.

Del mismo modo que en su momento incorporamos la informática básica y la navegación por internet, ahora resulta imprescindible integrar las competencias digitales en inteligencia artificial en nuestro currículo profesional. El debate ya no es si utilizaremos la IAG, sino cómo lo haremos para sumar utilidad, eficiencia, seguridad, calidad y equidad a nuestra práctica.

En el ámbito de la farmacia hospitalaria, estas competencias representan una oportunidad estratégica para redefinir nuestro rol profesional y participar activamente en la transformación digital, todo ello desde nuestra amplia visión y perspectiva como punto de valor añadido. Su adquisición permite aportar criterio, experiencia y una exigencia de transparencia en el diseño de herramientas que mejoren la calidad asistencial. Ser competentes en IAG convierte a la inteligencia artificial en un aliado estratégico del profesional sanitario para innovar, resolver problemas reales y, al mismo tiempo, humanizar la tecnología.

Las vías de aprendizaje son múltiples y complementarias, e incluyen cursos en línea, talleres de sociedades científicas o grupos de trabajo y proyectos formativos locales. Sin embargo, el verdadero cambio surge al adoptar una actitud de autoaprendizaje proactivo: experimentar a pequeña escala, documentar lo aprendido, compartirlo con el equipo y con la comunidad científica, y medir su impacto real.

En este contexto, la metacompetencia “aprender a aprender” adquiere un papel decisivo, ya que permite a los profesionales adaptarse al ritmo acelerado del cambio tecnológico, identificar sus propias necesidades formativas y seleccionar aprendizajes relevantes y aplicables. Favorece una actualización continua y crítica del conocimiento, capaz de traducirse en mejoras reales en los distintos ámbitos de la práctica sanitaria —clínico, organizativo, logístico o de gestión—, asegurando una evolución profesional sostenida y responsable.

Si adoptamos la IAG sin la formación adecuada, corremos el riesgo de perder el control y comprometer la calidad asistencial y la eficiencia operativa. Si, en cambio, nos anticipamos, adquirimos estas competencias y participamos en su gobernanza, podremos utilizarla como aliada para mejorar resultados en salud, humanizar la atención y liberar tiempo para lo esencial: escuchar, acompañar y decidir mejor.

La llegada de la IAG marca un punto de inflexión para la profesión sanitaria. Esta situación exige formarnos para no quedarnos atrás y, sobre todo, no dejar atrás a nuestros pacientes. Asumir este reto implica liderar con conocimiento, actuar con ética y garantizar que la transformación digital se traduzca en mejores resultados en salud, junto con una mayor calidad asistencial y una atención más humana.

DECLARACIÓN DE USO DE IA.

Este manuscrito empleó herramientas asistidas por IA (ChatGPT, Claude y Perplexity) para apoyo en búsqueda de información, análisis, redacción inicial y revisión lingüística. Todas las salidas fueron supervisadas por los autores, quienes realizaron la revisión y edición finales y asumen la responsabilidad íntegra del contenido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wong F, Zheng EJ, Valeri JA, Donghia NM, Anahtar MN, Omori S, et al. Discovery of a structural class of antibiotics with explainable deep learning. *Nature* 2024;626:177–85. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06887-8>.
2. McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafian H, et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature* 2020;577:89–94. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>.
3. Hua Y, Siddals S, Ma Z, Galatzer-Levy I, Xia W, Hau C, et al. Charting the evolution of artificial intelligence mental health chatbots from rule-based systems to large language models: a systematic review. *World Psychiatry* 2025;24:383–94. <https://doi.org/10.1002/wps.21352>.
4. Duggan MJ, Gervase J, Schoenbaum A, Hanson W, Howell JT, Sheinberg M, et al. Clinician Experiences With Ambient Scribe Technology to Assist With Documentation Burden and Efficiency. *JAMA Netw Open* 2025;8:e2460637. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.60637>.
5. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med* 2019;25:44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>.
6. Preiksaitis C, Rose C. Opportunities, Challenges, and Future Directions of Generative Artificial Intelligence in Medical Education: Scoping Review. *JMIR Med Educ* 2023;9:e48785. <https://doi.org/10.2196/48785>.
7. Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Large Multi-Modal Models. WHO Guidance. 1st ed. Geneva: World Health Organization; 2024.
8. WHO. Ethics and governance of artificial intelligence for health: large multi-modal models [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240084759>.
9. Sant James Aquino Y, Rogers WA, Braunack-

Mayer A, Frazer H, Win KT, Houssami N et al. Utopia versus dystopia: Professional perspectives on the impact of healthcare artificial intelligence on clinical roles and skills. *International Journal of Medical Informatics* 2023; 169:104903. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104903>

10. Enériz Janeiro A, Pitombeira Pereira K, Mayol J, Crespo J, Carballo F, Cabello JB, et al. The integration of artificial intelligence in undergraduate medical education in Spain: descriptive analysis and international perspectives [Preprint]. *arXiv [Internet]*. 2024; Disponible en: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.17938>

11. Abdulnour RE, Gin B, Boscardin CK. Educational Strategies for Clinical Supervision of Artificial Intelligence Use. *N Engl J Med*. 2025 Aug 21;393(8):786-797. doi: 10.1056/NEJMra2503232. PMID: 40834302.

12. Montero Delgado JA, Merino Alonso FJ, Monte Boquet E, Ávila De Tomás JF, Cepeda Díez JM. Competencias digitales clave de los profesionales sanitarios. *Educación Médica* 2020;21:338-44. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2019.02.010>.

13. McCoy LG, Nagaraj S, Morgado F, Harish V, Das S, Celi LA. What do medical students actually need to know about artificial intelligence? *NPJ Digit Med* 2020;3:86. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0294-7>.

14. Vuorikari, R., Kluzer, S. and Punie, Y., DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-48882-8, doi:10.2760/115376, JRC128415.

15. Car J, Ong QC, Erlikh Fox T, et al. The Digital Health Competencies in Medical Education Framework: An International Consensus Statement Based on a Delphi Study. *JAMA Netw Open*. 2025;8(1):e2453131. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.53131

16. Gazquez-Garcia J, Sánchez-Bocanegra CL, Sevillano JL. AI in the Health Sector: Systematic Review of Key Skills for Future Health Professionals. *JMIR Med Educ* 2025;11:e58161. <https://doi.org/10.2196/58161>.

17. Russell S et al. Competencies for the Use of Artificial Intelligence in Health Care. *Acad Med*. 2023;98(3):340-346. PMID: 36469577.

18. Scott IA, Shaw T, Slade C, Wan TT, Barmanray R, Coorey C, et al. Propuesta de competencias básicas para médicos en el uso de herramientas de

inteligencia artificial en la práctica clínica. *Intern Med J* 2025;55:1403-9. <https://doi.org/10.1111/imj.70112>.

19. Liu X, Zhang L, Wei X. Generative Artificial Intelligence Literacy: Scale Development and Its Effect on Job Performance [Internet]. *Behavioral Sciences* 2025;15:811. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/bs15060811>.

20. Sharma N, et al. Artificial Intelligence Literacy in Health Professions Education. *Acad Med*. 2023;98(3):314-319. PMID: 36469565

21. Hersh W. Generative Artificial Intelligence: Implications for Biomedical and Health Professions Education. *Annu Rev Biomed Data Sci* 2025;8:355-80. <https://doi.org/10.1146/annurev-biodatasci-103123-094756>.

22. Masters K. Ethical use of Artificial Intelligence in Health Professions Education: AMEE Guide No. 158. *Med Teach* 2023;45:574-84. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2186203>.

23. Price WN, Gerke S, Cohen IG. Potential Liability for Physicians Using Artificial Intelligence. *JAMA* 2019;322:1765-6. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.15064>.

24. Meskó B. Prompt Engineering as an Important Emerging Skill for Medical Professionals: Tutorial. *J Med Internet Res* 2023;25:e50638. <https://doi.org/10.2196/50638>.

25. Petersson L, Larsson I, Nygren JM, Nilsen P, Neher M, Reed JE, et al. Challenges to implementing artificial intelligence in healthcare: a qualitative interview study with healthcare leaders in Sweden. *BMC Health Services Research* 2022;22:850. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08215-8>.

26. Reddy S. Generative AI in healthcare: an implementation science informed translational path on application, integration and governance. *Implement Sci* 2024;19:27. <https://doi.org/10.1186/s13012-024-01357-9>.

27. Gadde A. Democratizing Software Engineering through Generative AI and Vibe Coding: The Evolution of No-Code Development. *Journal of Computer Science and Technology Studies* 2025;7:556-72. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.4.66>.

