


Ángeles Álvarez Hermida.

Enfermera de práctica avanzada en diabetes.
Enfermera especialista familiar y comunitaria. CS Goya. Madrid.


Olga Gómez Ramón.

Enfermera de práctica avanzada en diabetes.
Enfermera especialista familiar y comunitaria.
Xarxa Sanitaria, social y docente de Santa Tecla.



Educación con inteligencia (artificial): el futuro ya está en la consulta

1. INTRODUCCIÓN: EL DOBLE DESAFÍO DE LA DIABETES Y SU EDUCACIÓN

En nuestra práctica clínica diaria, la escalada de la prevalencia de la diabetes tipo 2 (DM2) representa un gran desafío, consolidándose como una de las epidemias más apremiantes de nuestro tiempo. Las

cifras son elocuentes, en 2021, 537 millones de personas vivían con diabetes en el mundo, una cifra que se proyecta alcanzará los 783 millones para 2045.

En España, la situación es igualmente alarmante, con 5.1 millones de personas afectadas, lo que representa el **14.8% de**

la población (1). Esta alta prevalencia impone una carga económica devastadora, estimada en 327 mil millones de dólares a nivel global y 966 millones de euros en España, y expone a la persona con diabetes a un riesgo elevado de complicaciones graves como la retinopatía diabética y la enfermedad cardiovascular (1). »

» En este complejo escenario, la Educación Terapéutica en Diabetes (ETD), también conocida por sus siglas en inglés DSMES (*Diabetes Self-Management Education and Support*), emerge como un pilar fundamental e irremplazable del tratamiento. Su impacto clínico está sólidamente demostrado, logrando reducciones en la hemoglobina glucosilada (HbA1c) de entre un 0.3% y un 2.0%, disminuyendo el riesgo de complicaciones en un 30-40% y mejorando la adherencia al tratamiento en un 40-60% (2).

A pesar de su probada eficacia, el modelo tradicional de ETD enfrenta barreras significativas que limitan su alcance: la disponibilidad de educadores especializados es escasa, los programas suelen ser estandarizados con poca personalización y las barreras geográficas o de horarios dificultan el acceso. Es en este contexto donde la Inteligencia Artificial (IA) se presenta como una herramienta transformadora con el potencial de superar estas limitaciones, ofreciendo soluciones educativas altamente personalizadas, escalables y accesibles de manera continua (3, 4, 5).

2. EL POTENCIAL TRANSFORMADOR DE LA IA EN LA ETD

La Inteligencia Artificial ofrece un nuevo enfoque en la realización de la ETD al abordar directamente las deficiencias del modelo tradicional. Sus capacidades intrínsecas, como la provisión de educación y soporte 24/7, una escalabilidad masiva para llegar a millones de usuarios simultáneamente, la adaptación en tiempo real a las necesidades individuales y el análisis de patrones complejos en los datos de salud, responden de forma precisa a los retos de disponibilidad, personalización y acceso que limitan la práctica actual.

La aplicación de la IA en el manejo de la diabetes es multifacética y abarca un ecosistema de herramientas interconectadas diseñadas para potenciar el autocuidado y la prevención de complicaciones (3):

* **Chatbots RAG:** asistentes virtuales que, a diferencia de los modelos de lenguaje tradicionales que pueden “alucinar”, es decir, cuando se equivoca o inventa los datos, utilizan una arquitectura de generación aumentada por recuperación (*Re-*

trieval-Augmented Generation) para basar sus respuestas en bases de conocimiento médico verificables, garantizando la seguridad de la persona con diabetes.

- * **Aplicaciones móviles:** plataformas interactivas que integran módulos educativos, herramientas de monitorización y canales de comunicación con profesionales, facilitando la autogestión diaria.
- * **Monitorización continua de glucosa (MCG) con IA:** sistemas que analizan los datos de los sensores de glucosa para predecir tendencias, detectar patrones individuales y alertar de forma proactiva sobre posibles hipo o hiperglucemias (6).
- * **Visión por computadora:** algoritmos entrenados para analizar imágenes médicas y detectar automáticamente complicaciones como la retinopatía diabética o las úlceras de pie diabético con una precisión comparable a la de profesionales entrenados.
- * **Wearables e internet de las cosas (*internet of things, IoT*):** dispositivos portátiles que monitorizan de forma no invasiva múltiples parámetros fisiológicos. Los datos de estos dispositivos, a su vez, alimentan los algoritmos de herramientas más sofisticadas, como la MCG con IA, creando una visión holística del estado de salud de la persona con diabetes.
- * **Telemedicina potenciada por IA:** plataformas de cuidado remoto que integran herramientas de IA para analizar los datos de las personas con diabetes en tiempo real, priorizar casos facilitando un seguimiento continuo y eficiente.

Si bien las capacidades técnicas de estas herramientas son impresionantes, su verdadero valor se mide en resultados clínicos, un área donde está emergiendo un cuerpo de evidencia cada vez más convincente.

3. EVIDENCIA CLÍNICA DE LAS PRINCIPALES MODALIDADES DE IA

El cuerpo de evidencia científica que respalda el uso de la IA en el manejo de la diabetes es cada vez más sólido. El indicador clínico más consistentemente evaluado es la reducción de la HbA1c, donde las intervenciones »

LA INTEGRACIÓN DE LA MONITORIZACIÓN CONTINUA DE GLUCOSA (MCG) CON IA REPRESENTA UN SALTO CUALITATIVO, ALCANZANDO TAMBIÉN REDUCCIONES DE HbA1c DE HASTA EL 0.54%. SU CAPACIDAD PARA PREDECIR LOS NIVELES DE GLUCOSA CON UNA ANTELACIÓN DE 30 A 120 MINUTOS PERMITE AJUSTES PROACTIVOS

LA INTEGRACIÓN DE MCG CON IA REPRESENTA UN SALTO CUALITATIVO, ALCANZANDO TAMBIÉN REDUCCIONES DE HBA1C DE HASTA EL 0.54%



» digitales han demostrado beneficios significativos, aunque con una efectividad variable según la modalidad empleada, con reducciones que oscilan entre el 0.32% y el 0.54%.

Las aplicaciones móviles se sitúan en el extremo superior de la efectividad, logrando reducciones de HbA1c de entre 0.32% y 0.54%. Además de su impacto clínico, demuestran una notable costo-efectividad, con un coste medio por persona de 269 \$ frente a los 465 \$ de las intervenciones presenciales (7). Por su parte, los *chatbots* RAG destacan por democratizar el acceso a información fiable 24/7. Aunque su impacto directo en la HbA1c es más modesto (en torno al 0.32%), su alta precisión del 94% en respuestas con fuente atribuida los convierte en un recurso de apoyo constante y seguro para la persona con diabetes (8).

La integración de MCG con IA representa un salto cualitativo, alcanzando también reducciones de HbA1c de hasta el 0.54%. Su capacidad para predecir los niveles de glucosa con una antelación de 30 a 120 minutos permite ajustes proactivos. Además, su rol es crucial en la detección precoz de la disfunción glucémica, al identificar un umbral crítico de 88 mg/dl de

glucosa en ayunas que duplica el riesgo de desarrollar DM2 (6).

En la detección de complicaciones, la visión por computadora ha demostrado una precisión para identificar la retinopatía diabética comparable a la de oftalmólogos entrenados, facilitando el cribado a gran escala (9). Para la prevención del pie diabético, los modelos híbridos (CNN-RNN) y la termografía alcanzan una precisión de detección de úlceras del 85-95%. Herramientas innovadoras como los tapetes podimétricos inteligentes pueden predecir la aparición de una úlcera con hasta 37 días de antelación y una precisión del 97%, abriendo una oportunidad para la intervención preventiva (10).

El impacto clínico de estas herramientas es innegable. Sin embargo, su implementación a gran escala no está exenta de importantes desafíos técnicos, sociales y éticos que deben ser cuidadosamente considerados.

4. DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN

La integración de la IA en la práctica clínica trasciende el mero desafío técnico;

nos enfrenta a profundas consideraciones éticas y sociales. Para que la adopción de estas tecnologías sea exitosa, equitativa y sostenible, es necesario abordar de forma proactiva las barreras que podrían limitar su potencial o, peor aún, amplificar las desigualdades existentes en salud.

A) Interpretabilidad y confianza (“caja negra”): muchos de los modelos de “*deep learning*” más potentes funcionan como una “caja negra”, sin permitirnos trazar el razonamiento lógico que subyace a una recomendación. Desde una perspectiva clínica, esto es inaceptable. Como profesionales sanitarios, tenemos la responsabilidad legal y ética de cada decisión, y delegar esa responsabilidad a un algoritmo cuyo funcionamiento interno no podemos explicar genera una desconfianza justificada y una barrera fundamental para su adopción.

B) Equidad y sesgo algorítmico: los algoritmos aprenden de los datos con los que son entrenados. Si estos datos no son representativos de la diversidad poblacional (excluyendo a minorías étnicas, mujeres o personas mayores), los modelos resultantes »

» pueden funcionar peor en estos grupos, perpetuando e incluso exacerbando las disparidades en salud existentes.

C) Brecha digital: el acceso desigual a la tecnología (coste de dispositivos, conectividad a internet, alfabetización digital) es una barrera fundamental. Puede excluir a las poblaciones más vulnerables, y a menudo las que más se beneficiarían, de estas innovaciones, concentrando sus beneficios en los grupos ya privilegiados.

D) Adherencia y el factor humano: las intervenciones digitales a menudo se enfrentan a una adherencia decreciente a largo plazo. La tecnología por sí sola no puede sustituir la conexión humana. Una estadística clave revela que el 88% de las personas con diabetes solo confiaría en un sistema de IA si está supervisado por un profesional sanitario (11). El desafío más significativo es la adherencia decreciente a largo plazo, con estudios que muestran una caída en el uso del 92% inicial al 57% a los seis meses (8).

Esto subraya la necesidad irremplazable de la supervisión, el juicio clínico y la empatía que solo un profesional de la salud puede proporcionar.

Estos desafíos no invalidan el potencial de la IA, sino que nos orientan hacia la solución más lógica y segura: un modelo colaborativo que integre lo mejor de la tecnología y el cuidado humano.

5. HACIA UN MODELO HÍBRIDO Y ÉTICO

La Inteligencia Artificial posee un alto potencial para transformar la educación terapéutica en diabetes.

Sin embargo, el futuro de la ETD no está en sustituir a los profesionales por algoritmos, sino en crear un modelo híbrido sinérgico. Esto no es una preferencia, sino una necesidad clínica, el 88% de las personas con diabetes confía en la IA solo bajo supervisión profesional (11). La IA aporta análisis de datos, personalización escalable y soporte continuo, mientras el profesional ofrece lo insustituible: empatía, juicio clínico, apoyo motivacional y relación de confianza.

Para implementar este modelo, debemos ser cuidadosos y selectivos, eligiendo herramientas con evidencia sólida, capacitando profesionales y diseñando sistemas equitativos que reduzcan la brecha digital. El objetivo es usar la tecnología para potenciar la interacción humana, liberando tiempo profesional para lo que ninguna máquina podrá hacer: cuidar de las personas. **D**

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial ya está transformando la educación terapéutica en diabetes con resultados clínicos medibles y relevantes.

La evidencia demuestra mejoras en el control glucémico, la prevención de complicaciones y la eficiencia del sistema.

Su verdadero valor no reside en sustituir a los profesionales, sino en potenciar su capacidad educativa y asistencial.

Los desafíos éticos incluyen sesgos algorítmicos, brecha digital y necesidad de interpretabilidad, por tanto, una implementación ética exige transparencia, equidad y formación profesional para evitar nuevas desigualdades.

El modelo híbrido IA-profesional es esencial para confianza y adherencia a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 11th ed. 2025.
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care*. 2025;48(Suppl 1):S86–S127.
3. Li C, Li W, Shao Y, et al. A Scoping Review of Artificial Intelligence-Based Health Education Interventions for Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2025 Sep 19;18:3539–3552.
4. Corrao S, Janić M, Maggio V, Rizzo M. Machine learning and deep learning in diabetology: revolutionizing diabetes care. *Front Clin Diabetes Healthc*. 2025 May 27;6:1547689.
5. Vehi J, et al. Generative artificial intelligence in diabetes healthcare. *iScience*. 2025;28(5):110312.
6. Ji C, Jiang T, Liu L, Zhang J, You L. Continuous glucose monitoring combined with artificial intelligence: redefining the pathway for prediabetes management. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2025 May 26;16:1571362.
7. Xue H, Zhang L, Shi Y, et al. The effectiveness of digital health intervention on glycemic control and physical activity in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Front Digit Health*. 2025 Jul 29;7:1630588.
8. Kelly A, Noctor E, Ryan L, van de Ven P. The Effectiveness of a Custom AI Chatbot for Type 2 Diabetes Mellitus Health Literacy: Development and Evaluation Study. *J Med Internet Res*. 2025 May 5;27(1):e70131.
9. Akhtar S, et al. A deep learning based model for diabetic retinopathy grading. *Nat Sci Rep*. 2025;15:87171.
10. Misir A, et al. Artificial Intelligence and Machine Learning in Diabetic Foot Ulcer Care. *J Diabetes Sci Technol*. 2025;19(1):1363632.
11. Alzghaibi H, et al. Perspectives of people with diabetes on AI-integrated wearable devices. *Front Med*. 2025;12:1563003.