

## EVOLUCIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE BIOQUÍMICA EN ARGENTINA (1975-2030): ANÁLISIS LONGITUDINAL DE TRANSFORMACIONES EN CARRERAS ACREDITADAS

Micaela Avellaneda<sup>1</sup>, Pamela De Francesco<sup>1</sup>, Agustina Chávez Pilon<sup>1</sup>, Nilda Fink<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Integrante del Programa de Estímulos para el Avance de las Ciencias del Laboratorio Clínico (PROES). Fundación Bioquímica Argentina (FBA). Servicio de Apoyo Científico-Técnico al Profesional (SACT). Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires (FABA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Directora del Programa de Estímulos para el Avance de las Ciencias del Laboratorio Clínico (PROES). Fundación Bioquímica Argentina (FBA). Servicio de Apoyo Científico-Técnico al Profesional (SACT). Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires (FABA). Buenos Aires, Argentina.

\* Autor a quién dirigir la correspondencia: [nfink@fbpba.org.ar](mailto:nfink@fbpba.org.ar)

### RESUMEN

La carrera de Bioquímica ha experimentado, en las últimas cinco décadas, una transformación progresiva desde un modelo centrado en la química analítica clásica hacia un perfil clínico y molecular, orientado a la toma de decisiones en salud. En la Argentina, esta evolución se desarrolla en un marco regulatorio común, dado que las carreras se encuentran comprendidas en el artículo 43 de la Ley de Educación Superior y sujetas a acreditación obligatoria por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Como antecedente estructurante, la Resolución 565/2004 del Ministerio de Educación estableció contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima, criterios de formación práctica y actividades profesionales reservadas al título de Bioquímico. Este estudio analiza de manera longitudinal la evolución curricular de la carrera de Bioquímica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (FFyB-UBA) desde 1975 hasta los planes vigentes y proyectados hacia 2030, adoptando este trayecto como caso de estudio para identificar tendencias en carreras acreditadas por CONEAU. Mediante un análisis documental comparativo, se estimó el peso relativo de los principales ejes curriculares y se evaluó la incorporación de biología molecular, gestión, calidad, regulación, competencias digitales e inteligencia artificial (IA). Los resultados evidencian una disminución sostenida del peso, mayoritariamente, de las ciencias básicas, una expansión del componente clínico-interpretativo y una incorporación aún incipiente de la alfabetización digital y de la IA. La discusión destaca el rol emergente del bioquímico como garante de calidad, intérprete crítico de datos y corresponsable del uso ético de tecnologías. Finalmente, se proponen lineamientos orientadores para futuras reformas curriculares hacia 2030, articulando estándares de calidad, autonomía institucional y transformación tecnológica del laboratorio clínico.

### SUMMARY

#### CURRICULAR EVOLUTION OF THE BIOCHEMISTRY DEGREE IN ARGENTINA (1975-2030): LONGITUDINAL ANALYSIS OF TRANSFORMATIONS IN ACCREDITED PROGRAMS

Over the past five decades, the Biochemistry degree program has undergone a progressive transformation from a model centered on classical analytical chemistry toward a clinical and molecular profile, oriented toward decision-making in healthcare. In Argentina, this evolution takes place within a common regulatory framework, since these degree programs are encompassed under Article 43 of the Higher Education Law and are subject to mandatory accreditation by the National Commission for University Evaluation and Accreditation (CONEAU). As a structuring precedent, Resolution 565/2004 of the Ministry of Education established basic curricular contents, minimum workload requirements, criteria for practical training, and professional activities reserved for the Biochemist degree. This study longitudinally analyzes the curricular evolution of the Biochemistry program at the Faculty of Pharmacy and Biochemistry of the University of Buenos Aires (FFyB-UBA) from 1975 to the current curricula and those projected toward 2030, adopting this trajectory as a case study to identify trends in CONEAU-accredited degree programs. Through a comparative documentary analysis, the relative weight of the main curricular axes was estimated, and the incorporation of molecular biology, management, quality, regulation, digital competencies, and artificial intelligence (AI) was assessed. The results evidence a sustained decrease in the weight, for the most part, of the basic sciences, an expansion of the clinical-interpretative component, and a still incipient incorporation of digital literacy and AI. The discussion highlights the emerging role of the biochemist as a guarantor of quality, a critical interpreter of data, and a co-responsible actor in the ethical use of technologies. Finally, guiding principles are proposed for future curricular reforms toward 2030, articulating quality standards, institutional autonomy, and the technological transformation of the clinical laboratory.

**Palabras clave:** carrera de Bioquímica; perfil de egreso; evolución curricular

**Key words:** Biochemistry degree; graduate profile; curriculum evolution

## INTRODUCCIÓN

La carrera de Bioquímica en la Universidad de Buenos Aires (UBA) fue la primera creada en el país y tiene sus inicios en un proyecto de Doctorado en Bioquímica y Farmacia presentado en 1919 por el Prof. Dr. Juan Antonio Sánchez, químico y farmacéutico, quien se desempeñaba como profesor titular de Química Analítica en el Doctorado en Farmacia, creado apenas tres años antes en esa casa de estudios. Hasta entonces, la creciente demanda de profundización en los estudios vinculados con la práctica del laboratorio clínico encontraba respuesta en tres ofertas académicas: en primer lugar, el Doctorado en Química creado en 1896 y dictado en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UBA; en segundo lugar, el Doctorado en Química y Farmacia dictado en la Universidad Nacional de La Plata y creado en 1905; y en tercer lugar, el Doctorado en Farmacia mencionado anteriormente, creado en 1916. En ese contexto, el proyecto presentado por Juan A. Sánchez, aprobado el 4 de diciembre de 1919, estableció a la Bioquímica en el grado doctoral como un perfeccionamiento de la formación en Farmacia y marcó el inicio del proceso de profesionalización de la disciplina en el país (Añon *et al.*, 2022; Busala, 2024).

Durante gran parte del siglo XX, la carrera de Bioquímica en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (FFyB-UBA) se estructuró sobre un paradigma fuertemente analítico, centrado en la formación en química, técnicas instrumentales y control de procesos de laboratorio. En este modelo, el bioquímico era concebido principalmente como productor de resultados confiables, con una participación indirecta en la toma de decisiones clínicas y un rol limitado en la interpretación diagnóstica integrada (Ferraro *et al.*, 2016; Horvath *et al.*, 2015; Plebani, 2015).

En las últimas décadas, profundas transformaciones tecnológicas, regulatorias y organizacionales han redefinido el rol del laboratorio clínico. La expansión de la biología molecular y la biotecnología, la consolidación de sistemas de gestión de la calidad, la digitalización de los sistemas de información en salud y, más recientemente, la irrupción de la inteligencia artificial (IA), han desplazado progresivamente el foco desde el procedimiento técnico aislado hacia la interpretación clínica integrada, la gestión del riesgo y la generación de valor en salud (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 2024; World Health Organization, 2021; Plebani, 2006; Chiu *et al.*, 2015; Greub *et al.*, 2016).

Este cambio no se limita a un conjunto reducido de instituciones, sino que se inscribe en un marco regulatorio nacional que condiciona y orienta la formación de grado en Bioquímica en la Argentina. Las carreras de Bioquímica se encuentran comprendidas dentro del artículo 43 de la Ley de Educación Superior, lo que implica procesos periódicos de acreditación obligatoria ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Dichos procesos establecen estándares comunes en términos de contenidos mínimos, cargas horarias, prácticas profesionales supervisadas, formación ética y aseguramiento de la calidad, configurando un piso normativo compartido a nivel federal incluidos en la Resolución RS-2021-42728504-APN-ME de CONEAU. (Ley 24.521, 1995; Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, 2021). Esta normativa, al igual que las modificaciones anteriores, encuentra sustento en la Resolución 565/2004 del Ministerio de Educación, Ciencia y Técnica que establece los contenidos curriculares básicos, reconoce la equivalencia de los títulos de Licenciado en Bioquímica existentes y determina las actividades profesionales reservadas al título de Bioquímico (Resolución 565, 2004).

En este contexto, el análisis de la evolución curricular de la carrera de Bioquímica de la FFyB-UBA se propone como un ejemplo de caso de estudio. Dado el valor histórico de la UBA como institución formadora y su alineación con los criterios de acreditación vigentes, se plantea que las transformaciones observadas en sus planes de estudio anticipan, con variaciones locales, tendencias estructurales estimables para el conjunto de las carreras de Bioquímica acreditadas por CONEAU en el país. La convergencia regulatoria, sumada a presiones tecnológicas y sanitarias comunes, permite sostener la hipótesis de una evolución curricular comparable a nivel federal, particularmente en lo referido a la integración clínica, el aseguramiento de la calidad, la digitalización y la incorporación progresiva de competencias vinculadas a la IA, así como al fortalecimiento de habilidades interpersonales transversales necesarias para la interpretación crítica, la comunicación efectiva, el trabajo interdisciplinario y la toma de decisiones éticamente informadas en entornos clínicos complejos (European Commission High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019; Epner, 2013; Porter, 2010; Plebani, 2024; Topol, 2019).

Desde esta perspectiva, el presente estudio trasciende el interés institucional específico y aporta un marco analítico para comprender la evolución y los desafíos de la formación bioquímica en la Argentina en su conjunto. El objetivo fue analizar la evolución curricular de la carrera de Bioquímica de la FFyB-UBA desde 1975 hasta la actualidad, identificar transformaciones estructurales relevantes y proyectar escenarios formativos hacia 2030, con especial énfasis en la integración clínica, la calidad, la gestión, la digitalización y la IA, considerando su potencial extrapolación al sistema universitario nacional regulado por CONEAU.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio documental, longitudinal y comparativo, basado en el análisis de los planes de estudio oficiales de la carrera de Bioquímica de la FFyB-UBA. El corpus documental incluyó reformas curriculares, programas analíticos de asignaturas, resoluciones institucionales y documentos de acreditación correspondientes al período comprendido entre 1975 y los planes vigentes al año 2025. La documentación no disponible en la página de la mencionada institución nos fue generosamente facilitada a los fines de este estudio. A partir de este material, se desarrolló un ejercicio de proyección analítica con horizonte 2030, orientado a explorar escenarios formativos plausibles; dicha proyección corresponde a una extrapolación prospectiva basada en tendencias históricas, marcos regulatorios y estándares internacionales. El análisis se organizó en cuatro períodos históricos:

- 1975-1986 (modelo analítico clásico)
- 1986-2008 (modernización estructural)
- 2008-2023 (analítica avanzada)
- 2025-2030 (planes vigentes y proyecciones institucionales)

### Clasificación curricular

Cada asignatura de los planes de estudio fue clasificada en uno de cuatro ejes analíticos:

1. Ciencias básicas (química, física, biología, bioquímica general).
2. Clínica y diagnóstico (bioquímica clínica, microbiología clínica, inmunología, fisiopatología).
3. Calidad, gestión y regulación (control de calidad, trazabilidad, normativa sanitaria, gestión).
4. Competencias digitales y transversales (bioestadística aplicada, informática en salud, IA, ética, seguridad del paciente).

La categorización se realizó mediante lectura independiente de los programas y triangulación temática para asegurar consistencia.

### Estimación del peso curricular

Dada la heterogeneidad entre planes y períodos, el peso relativo de cada eje se estimó combinando:

- conteo de asignaturas,
- análisis de cargas horarias cuando estuvieron disponibles,
- revisión de objetivos y contenidos mínimos,
- ubicación curricular (ciclo básico vs ciclo profesional).

Los resultados se expresaron como porcentajes aproximados con finalidad comparativa y de análisis de tendencias.

### Triangulación, análisis asistido por IA y proyección prospectiva

Con el objetivo de explorar escenarios formativos plausibles hacia 2030, se incorporó un análisis prospectivo asistido por IA generativa.

El modelo de IA utilizado fue instruido para realizar un análisis de tipo conceptual-relacional a partir de la información previamente sistematizada y validada. Específicamente, se solicitó al modelo:

- identificar tendencias emergentes a partir de la evolución histórica de los ejes curriculares,
- agrupar conceptos y competencias en *clusters* temáticos (por ejemplo, clínica integrada, calidad, digitalización, IA, ética),
- explorar relaciones conceptuales entre áreas formativas,
- relacionar núcleos temáticos y competencias con inserción laboral dada la relevancia para la profesión,
- y generar escenarios prospectivos coherentes con estándares internacionales y literatura reciente en laboratorio clínico.

**Tabla 1.** Principales hitos y proyecciones curriculares en la carrera de Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (1975-2030)

Período	Características dominantes	Hitos y proyecciones curriculares relevantes
1975-1986	Modelo analítico clásico	Predominio de química y ciencias básicas; enfoque técnico-instrumental; escasa integración clínica
1986-2008	Modernización estructural	Reorganización curricular; consolidación del ciclo básico y profesional
2008-2023	Analítica avanzada	Incorporación de biología molecular, genética, inmunología; ampliación de prácticas pre-profesionales
2025-2030	Integración clínica y de calidad	Mayor peso de bioquímica clínica; fortalecimiento de calidad, trazabilidad y regulación; alfabetización digital incipiente

La interacción con el modelo se realizó mediante prompts estructurados, controlados y reproducibles, basados exclusivamente en datos, categorías analíticas y marcos conceptuales previamente definidos. No se incorporaron fuentes externas no verificadas ni datos inéditos, y todas las salidas generadas por la IA fueron sometidas a revisión crítica, interpretación y validación.

Este procedimiento permitió enriquecer la proyección hacia 2030 mediante una síntesis asistida de patrones, conexiones y tendencias, sin sustituir el análisis experto humano. El uso de IA se consideró una herramienta complementaria de apoyo metodológico, en línea con recomendaciones actuales sobre el uso responsable, transparente y ético de tecnologías de IA en investigación académica.

## RESULTADOS

### Evolución estructural de la carrera de Bioquímica de la FFyB-UBA (1975-2030)

El análisis longitudinal de los planes de estudio oficiales, como ya fue mencionado, evidenció una transformación progresiva y sostenida desde un currículo predominantemente analítico hacia un perfil clínico-integrado, con creciente énfasis en la interpretación diagnóstica, la calidad y la toma de decisiones en salud.

En los planes correspondientes al período inicial (1975-1986), las ciencias básicas, química general, química orgánica, física, matemáticas y bioquímica general, concentraban aproximadamente 65-70 % de la carga formativa total. En esta etapa, los contenidos clínicos y de gestión eran escasos y se encontraban mayormente concentrados en asignaturas terminales, con una vinculación indirecta con la práctica asistencial.

A partir de la reforma de 2008, y su modificación posterior en 2016, se observó una expansión significativa de áreas vinculadas a biología molecular, genética, inmunología, microbiología clínica, fisiopatología, bromatología, medio ambiente y toxicología acompañada por la incorporación sistemática de prácticas preprofesionales supervisadas. Desde el punto de vista estructural, este período marca el inicio de una redistribución del peso curricular hacia contenidos clínico-diagnósticos y de otras áreas, sin desarticular la base científica tradicional.

En los planes más recientes (2008-2023), el componente clínico y diagnóstico alcanza aproximadamente 35-40 % del currículo, reflejando un cambio de enfoque desde la ejecución técnica hacia la interpretación de resultados, su validación y su impacto asistencial. Este desplazamiento se manifiesta tanto en la cantidad de asignaturas como en su ubicación curricular, con mayor presencia en ciclos intermedios y avanzados de la carrera.

Desde una perspectiva conceptual, esta evolución sugiere un pasaje del bioquímico como productor de datos analíticos al bioquímico como intérprete clínico de información diagnóstica compleja, con responsabilidad directa en la calidad y la seguridad del proceso asistencial (Figuras 1 y 2) (Tabla 1).

En este marco, la transformación curricular no se reduce a una redistribución de contenidos, sino que implica una verdadera evolución. En primer lugar, las orientaciones mediante asignaturas optativas constituyen un componente positivo para la construcción de perfiles bioquímicos diferenciados, al permitir trayectorias acordes a intereses y proyecciones profesionales, ampliando y diversificando la inserción laboral en escenarios de desempeño heterogéneos. En segundo lugar, dado que la oferta optativa se define anualmente, estas asignaturas operan también como un mecanismo ágil de innovación curricular, que permite incorporar y testear tempranamente temáticas emergentes, por ejemplo, IA en salud, y evaluar su impacto formativo como insumo para una eventual incorporación futura como materia obligatoria. En tercer lugar, la inclusión de talleres de iniciación al rol profesional y científico aporta un soporte pedagógico específico para el cambio de paradigma, al articular desde etapas tempranas saberes básicos,

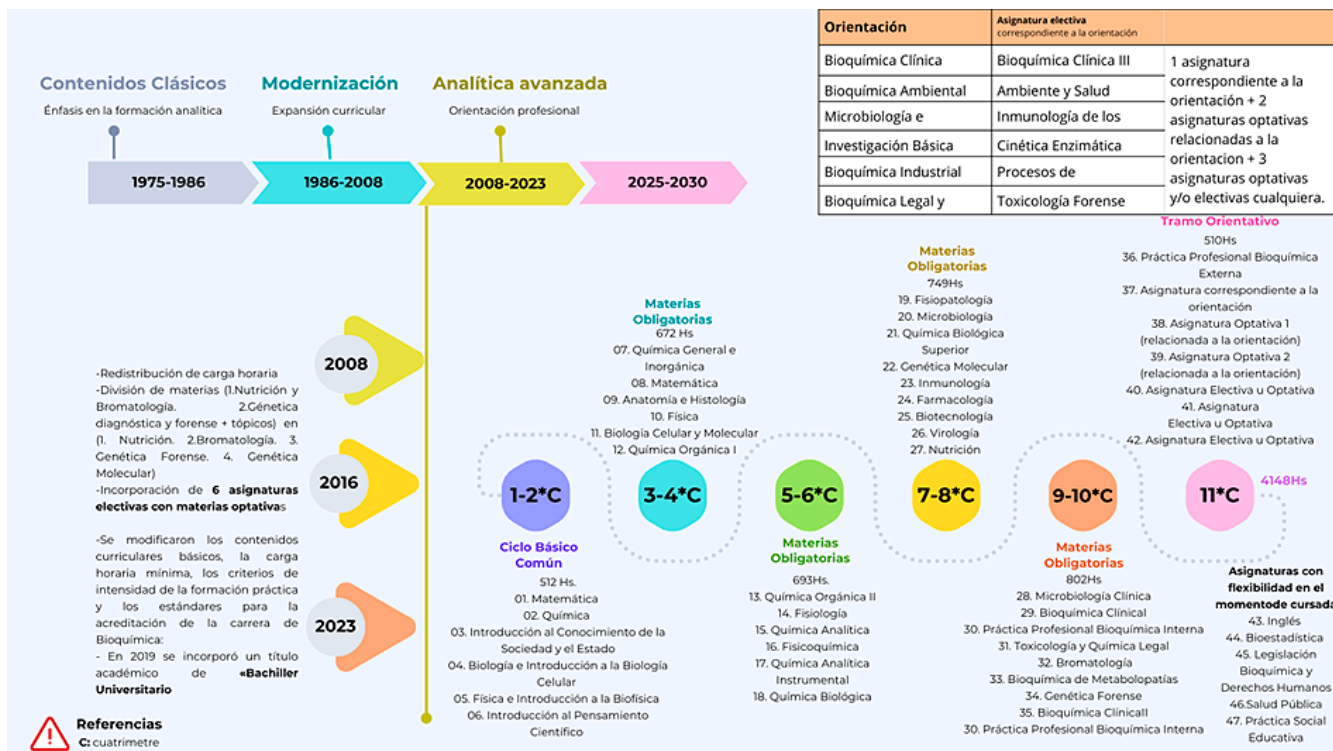
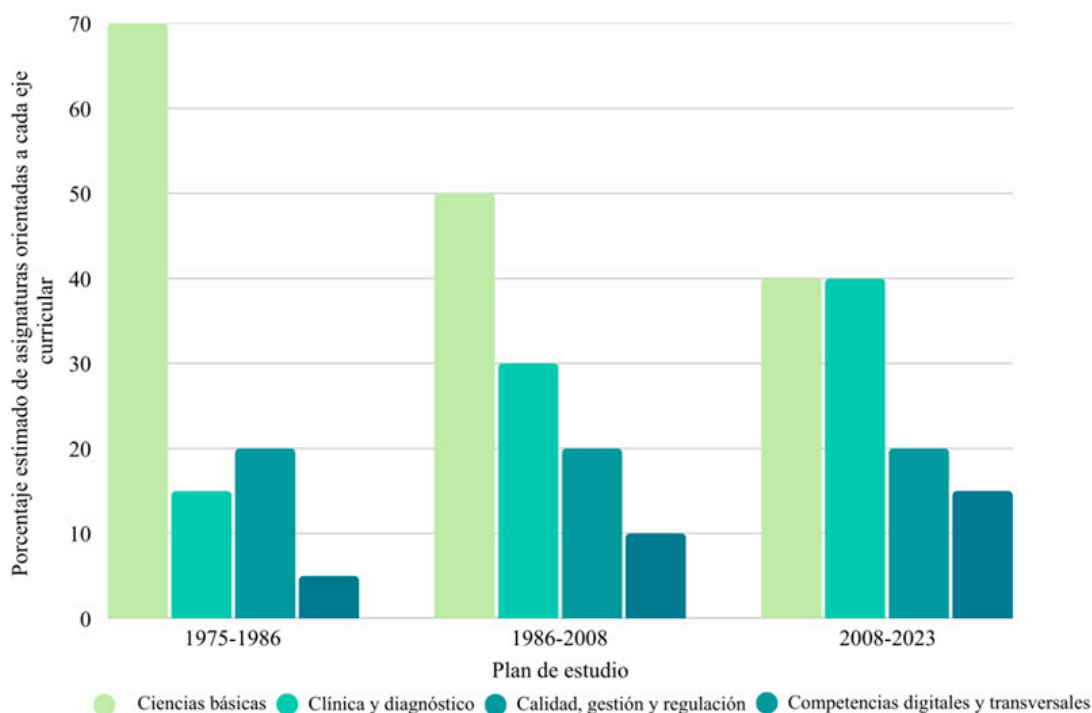


Figura 1: Evolución curricular de la carrera de Bioquímica 1975-2023.

práctica clínica e investigación, fortaleciendo la identidad del bioquímico como intérprete crítico, corresponsable del proceso asistencial y en la investigación básica y aplicada en temáticas afines. Finalmente, la existencia de asignaturas con elección del momento de cursada introduce flexibilidad académica, facilitando la continuidad y el avance en la carrera según los tiempos, decisiones y necesidades de cada estudiante.



Figura 2. Proyección de la carrera de Bioquímica 2030.



**Figura 3.** Distribución porcentual estimada de los ejes curriculares de la carrera de Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires según período analizado (1975-2023)

Los hitos curriculares se identificaron mediante análisis documental de planes oficiales, programas de asignaturas y resoluciones institucionales. La periodización refleja cambios estructurales en la orientación formativa de la carrera y permite contextualizar la redistribución de los ejes curriculares observada en el análisis cuantitativo.

### Redistribución cuantitativa de los ejes curriculares

La estimación del peso relativo de los ejes curriculares permitió comparar la estructura formativa a lo largo del período analizado (Figura 3).

Estas estimaciones se basaron en la combinación de conteo de asignaturas por eje, análisis de cargas horarias cuando estuvieron disponibles y revisión de objetivos y contenidos mínimos declarados en los programas oficiales. Si bien los valores deben interpretarse como aproximaciones comparativas, los cambios observados muestran una tendencia estructural consistente hacia la integración clínica, la gestión y la calidad, manteniendo una base científica sólida.

### Incorporación de inteligencia artificial y alfabetización digital

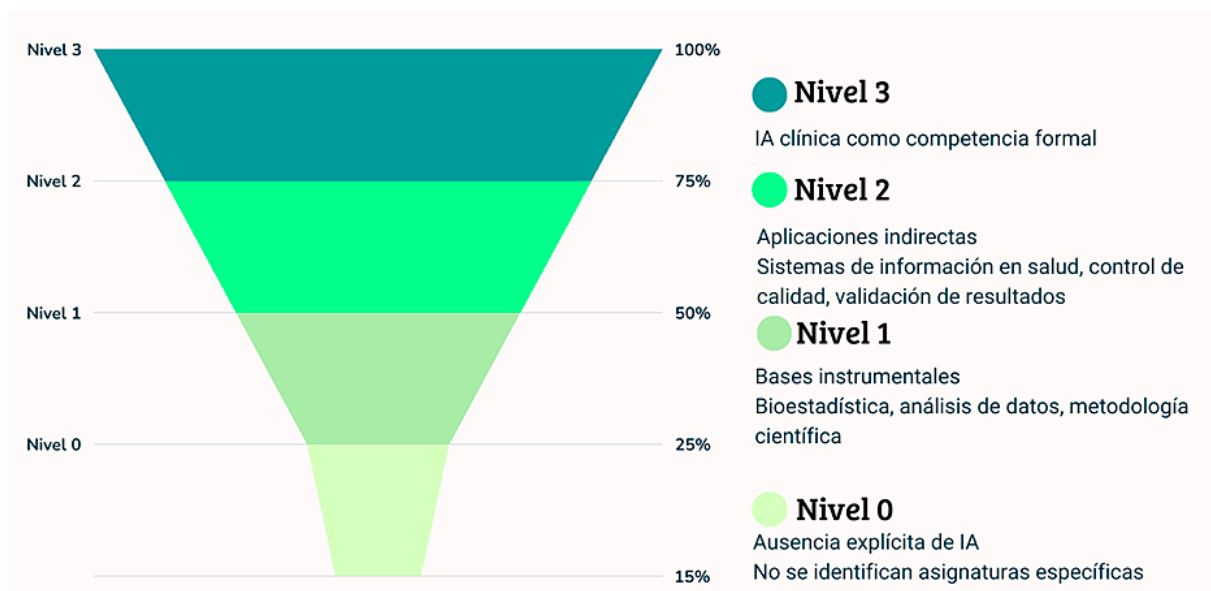
La revisión detallada de los planes de estudio no identificó a la IA como una competencia curricular explícita, formal y evaluable en ninguno de los períodos analizados, sin tener en cuenta la oferta de optativas puesto que son opciones variables.

No obstante, el análisis permitió cómo identificar distintos niveles basados en la incorporación de contenidos relacionados con la alfabetización digital y el análisis de datos. (Figura 4).

La clasificación por niveles se utilizó como herramienta analítica para evaluar la incorporación de la IA en la carrera. Si bien se detectan contenidos que aportan bases instrumentales y aplicaciones indirectas, no se identificó la IA como competencia curricular en los planes de estudio de Bioquímica de la FFyB-UBA.

### Integración de habilidades interpersonales en contextos disciplinares

El análisis de los planes de estudio evidenció que las habilidades interpersonales y transversales, comunicación clínica, razonamiento profesional, trabajo interdisciplinario y ética, no se presentan mayoritariamente como asignaturas independientes, sino integradas dentro de contextos disciplinares específicos. Estas competencias se encuentran principalmente incorporadas en: bioquímica clínica y microbiología clínica, inmunología y fisiopatología y las prácticas profesionales supervisadas.



**Figura 4.** Nivel de incorporación de inteligencia artificial y competencias digitales en los planes de estudio de la carrera de Bioquímica.

La ausencia de materias aisladas de habilidades interpersonales, combinada con su integración sistemática en espacios clínicos y prácticos, sugiere una estrategia curricular implícita orientada a la contextualización de dichas competencias en escenarios reales de atención, favoreciendo su vínculo con la seguridad del paciente y la toma de decisiones basada en la ética y la evidencia (Tabla 2).

#### Núcleos temáticos del plan de estudio e inserción laboral

La salida laboral de los profesionales en Bioquímica se encuentra íntimamente vinculada con los contenidos del plan de estudios. Los estudiantes tienen, en algunos casos, la posibilidad de alinear su trayecto formativo en base a las posibilidades laborales reales, asegurando la incorporación de conocimientos y competencias pertinentes. La Tabla 3 sintetiza el perfil profesional del graduado a partir de los núcleos temáticos del plan, articulando competencias específicas con ámbitos concretos de desempeño.

Las ciencias básicas fisicoquímicas brindan el sustento conceptual para la industria química, la docencia y el desarrollo analítico. El núcleo biomédico y fisiopatológico orienta la formación hacia el laboratorio clínico, la salud pública y áreas como la nutrición, mientras que la capacitación en instrumental moderno y gestión de calidad fortalece la práctica tanto en laboratorios clínicos como industriales. A su vez, la biología molecular y la genética amplían el campo hacia el diagnóstico genómico, la biotecnología y la investigación básica y aplicada. Complementariamente, la microbiología, inmunología y virología sostienen competencias para el diagnóstico de infecciones y la vigilancia epidemiológica, y la farmacología y toxicología habilitan funciones en monitoreo terapéutico, peritaje y organismos regulatorios.

La bromatología y el ambiente proyectan salidas en la industria alimentaria y laboratorios ambientales, mientras que la formación en ética y legislación profesional refuerza responsabilidades normativas, dirección técnica y participación en políticas sanitarias.

Un eje estratégico adicional es la investigación básica y aplicada, donde el bioquímico puede integrarse en universidades, hospitales, centros científicos (como el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-CONICET) o empresas biotecnológicas. Su formación lo posiciona como actor clave tanto en la producción de

**Tabla 2.** Integración de habilidades interpersonales transversales y longitudinales en la carrera de Bioquímica

Competencia	Modalidad de incorporación	Ámbitos curriculares predominantes
Comunicación clínica	Integrada	Bioquímica clínica, microbiología clínica
Ética profesional	Integrada	Prácticas profesionales, normativa sanitaria
Trabajo interdisciplinario	Integrada	Prácticas preprofesionales, áreas clínicas
Razonamiento profesional	Integrada	Diagnóstico clínico, validación de resultados

**Tabla 3.** Inserción laboral asociada a las competencias adquiridas en los distintos núcleos temáticos

Núcleo temático	Competencias principales	Salidas laborales asociadas
Ciencias básicas fisicoquímicas	Dominio de fundamentos químicos, físicos y matemáticos aplicados	Industria química, docencia, desarrollo de métodos.
Núcleo biomédico y fisiopatológico	Comprensión de estructura y función del organismo humano	Laboratorio clínico, salud pública, nutrición.
Analítica e instrumental	Manejo de técnicas analíticas e instrumentación moderna	Laboratorios clínicos e industriales, gestión de calidad
Biología molecular y genética	Bases moleculares de enfermedad, diagnóstico genético	Laboratorios de genómica clínica, biotecnología. Investigación básica y aplicada.
Microbiología, inmunología y virología	Diagnóstico de infecciones, inmunodiagnóstico	Laboratorios bacteriológicos, vigilancia epidemiológica. Investigación básica y aplicada.
Farmacología y toxicología	Monitoreo terapéutico, análisis toxicológico y pericial	Toxicología clínica, laboratorios forenses, organismos reguladores y de contralor. Investigación básica y aplicada.
Biotecnología e industria	Procesos productivos y tecnologías biomédicas	Industria biotecnológica, startups, producción de kits, organismos reguladores y de contralor. Investigación básica y aplicada.
Bromatología y ambiente	Control de alimentos, contaminantes y salud ambiental	Industria alimentaria, laboratorios ambientales, organismos reguladores y de contralor. Investigación básica y aplicada.
Ética, legislación y rol profesional	Responsabilidad sanitaria, marco normativo y social	Dirección técnica, auditoría, políticas de salud, organismos reguladores y de contralor. Investigación básica y aplicada.

conocimiento de frontera como en su transferencia hacia innovaciones diagnósticas, terapéuticas y tecnológicas, incorporando herramientas emergentes como la bioinformática y la IA.

## DISCUSIÓN

El análisis longitudinal de los planes de estudio de Bioquímica de la FFyB-UBA (1975-2030) evidencia una transformación curricular sostenida que no puede interpretarse como una sucesión de reformas aisladas, sino como un cambio de paradigma en la formación del bioquímico. La trayectoria observada refleja el desplazamiento desde un modelo centrado en la química analítica clásica y el dominio técnico-instrumental hacia un perfil clínico-integrado, molecular y progresivamente digital, orientado a la toma de decisiones en salud, la gestión del riesgo y el aseguramiento de la calidad (Ferraro *et al.*, 2016; Plebani, 2015; Porter, 2010; Plebani, 2024; Epner, 2013).

Desde la perspectiva curricular, los hallazgos cuantitativos y cualitativos muestran una reconfiguración progresiva del equilibrio entre ejes formativos. El período inicial (1975-1986) se caracteriza por un claro predominio de las ciencias básicas, coherente con un laboratorio concebido fundamentalmente como espacio de producción confiable de resultados analíticos (Horvath *et al.*, 2015; Plebani, 2015). En etapas posteriores, particularmente desde la reforma de 2008, se observa una expansión del componente clínico-diagnóstico y biomédico, con mayor presencia de inmunología, microbiología clínica, genética y biología molecular, junto con un fortalecimiento de las prácticas preprofesionales supervisadas (Greub *et al.*, 2016; Chiu *et al.*, 2015). Este viraje no implica una desvalorización de los fundamentos analíticos, sino su integración en un marco interpretativo más complejo, donde el desempeño profesional depende crecientemente de la capacidad de validar, contextualizar e interpretar resultados en escenarios clínicos reales (Ferraro *et al.*, 2016).

En términos del rol profesional, la tendencia central identificada es el pasaje del bioquímico como ejecutor técnico a intérprete clínico y garante de calidad, con responsabilidad ampliada sobre la trazabilidad, la confiabilidad de la información diagnóstica y su impacto asistencial (Panteghini, 2009; Porter, 2010; Plebani, 2024). Esta lectura resulta consistente con la lógica del artículo 43, que regula aquellas profesiones cuyo ejercicio puede comprometer el interés público, exigiendo competencias que exceden el procedimiento técnico e incorporan la seguridad del paciente, la calidad del proceso total y la interacción efectiva con equipos de salud (Ley 24.521, 1995; World Health Organization, 2021). En este sentido, las actividades profesionales reservadas al título de Bioquímico constituyen un marco explicativo del énfasis curricular creciente en componentes interpretativos y de gestión (Resolución 565, 2004).

Un hallazgo relevante es la expansión progresiva del eje de calidad, gestión y regulación, que puede interpretarse como respuesta a la creciente complejidad tecnológica del laboratorio, la necesidad de estandarización de

procesos y la consolidación de modelos de salud orientados al valor (Ferraro *et al.*, 2016; ISO, 2022; Porter, 2010). En este contexto, los contenidos vinculados al aseguramiento de la calidad dejan de ser complementarios y se constituyen en una condición necesaria para el ejercicio de competencias reservadas, como la dirección técnica y la auditoría de laboratorios (ISO, 2022; Sciacovelli *et al.*, 2017).

En contraste, el análisis revela una incorporación aún fragmentaria de competencias digitales avanzadas e IA, que no se presentan como competencias explícitas, formales y evaluables en los planes de estudio analizados (Cabitza *et al.*, 2017; Collins *et al.*, 2021; Topol, 2019). Esta brecha no debe interpretarse únicamente como demora institucional, sino como reflejo de la ausencia de exigencias regulatorias específicas en este campo. No obstante, la creciente integración de sistemas algorítmicos en el laboratorio clínico plantea la necesidad de formar profesionales capaces de comprender, validar y supervisar críticamente estas tecnologías, atendiendo a sus riesgos, sesgos y dimensiones éticas (European Commission High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023; Shortliffe & Sepúlveda, 2018; Albahra *et al.*, 2023).

De manera complementaria, la integración transversal de habilidades interpersonales dentro de contextos disciplinares específicos constituye un rasgo relevante del diseño curricular observado. Competencias como la comunicación clínica, el trabajo interdisciplinario, el liderazgo profesional y el razonamiento ético aparecen integradas en espacios clínicos y prácticas supervisadas, lo que favorece su contextualización en escenarios reales de atención y su articulación con la seguridad del paciente y la toma de decisiones basada en valor (Porter, 2010; World Health Organization, 2021; Epner, 2013).

Finalmente, la articulación entre la formación de grado y el desarrollo profesional continuo aporta una dimensión interpretativa adicional. El reconocimiento del Ministerio de Salud de las especialidades bioquímicas a nivel nacional (Resolución 1.341, 2013) evidencia un campo profesional crecientemente diferenciado y complejo, que demanda una base formativa sólida y flexible para habilitar trayectorias de especialización coherentes con las necesidades sanitarias del país. Desde esta perspectiva, la evolución curricular observada en la FFyB-UBA puede interpretarse como una adaptación progresiva orientada a sostener un egreso habilitante articulable con ese mapa de especialización.

En conjunto, los resultados indican que la evolución curricular analizada responde a un doble movimiento: por un lado, la convergencia regulatoria nacional en estándares, acreditación y actividades reservadas; y por otro, la transformación tecnológica y organizacional del laboratorio clínico hacia modelos basados en valor (Ferraro *et al.*, 2016; International Organization for Standardization, 2022; Porter, 2010). En este cruce se redefine el perfil del bioquímico como un profesional orientado a la integración clínica, la calidad, la interpretación crítica de datos y la responsabilidad ética. En perspectiva 2030, el desafío central no parece residir únicamente en la incorporación de nuevas tecnologías, sino en consolidar una formación que permita supervisar críticamente sistemas complejos, incluida la IA, y ejercer un rol activo, comunicacional y éticamente informado dentro del equipo de salud (Topol, 2019; World Health Organization, 2021).

## CONCLUSIONES

La evolución curricular analizada evidencia un proceso de transformación sostenido que acompaña la redefinición del rol del laboratorio clínico dentro de los sistemas de salud contemporáneos. Esta trayectoria se caracteriza por una orientación creciente hacia la toma de decisiones clínicas, el aseguramiento de la calidad y la seguridad del paciente, en consonancia con los cambios observados a nivel internacional y los modelos de salud basados en valor (Ferraro *et al.*, 2016; Porter, 2010; Plebani, 2024; World Health Organization, 2021).

Por otra parte, la transformación curricular planteada representa una evolución formativa integral, al incorporar asignaturas optativas como herramienta para diversificar perfiles profesionales y facilitar la innovación temprana mediante la inclusión de temáticas emergentes. Asimismo, los talleres de iniciación al rol científico articulan saberes básicos, práctica clínica e investigación, fortaleciendo la identidad del bioquímico como actor crítico en la producción de conocimiento. De este modo, el currículo favorece la integración entre investigación básica y aplicada, orientada tanto a la comprensión de procesos biomoleculares como al desarrollo de soluciones diagnósticas sanitarias, medioambientales y de seguridad alimentaria, entre otras, sustentables.

Si bien el análisis se sitúa en una institución específica, su valor se extiende al ámbito federal al estar inserto en un marco normativo común a todas las carreras acreditadas en la Argentina. La consolidación de la regulación como eje formativo y la expansión del componente clínico-interpretativo configuran tendencias que se reproducen a nivel nacional dadas las exigencias derivadas del artículo 43 de la Ley de Educación Superior y los procesos de acreditación periódica (Ley 24.521, 1995; Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, 2021; Resolución 565, 2004).

No obstante, el estudio identifica como desafío transversal la incorporación aún incompleta de competencias digitales avanzadas, particularmente aquellas vinculadas con la IA. En un escenario de creciente automatización y uso de sistemas de apoyo a la decisión en el laboratorio clínico, resulta prioritario avanzar hacia una integración curricular explícita y evaluable de estas herramientas, con énfasis en la validación clínica, la gobernanza tecnológica, la identificación de sesgos y la ética profesional (Cabitza *et al.*, 2017; Collins *et al.*, 2021; Shortliffe & Sepúlveda, 2018; Topol, 2019; Albahra *et al.*, 2023). Asimismo, el fortalecimiento de habilidades interpersonales emerge como un componente indispensable de la formación. La capacidad de interpretar críticamente la información, comunicarse de manera efectiva con otros profesionales de la salud y ejercer un liderazgo ético en entornos complejos resulta hoy tan relevante como el dominio de las nuevas tecnologías (Porter, 2010; Plebani, 2024; WHO, 2021).

En conjunto, estos hallazgos aportan un marco conceptual para orientar futuras reformas curriculares alineadas con los desafíos actuales del laboratorio clínico y los principios de la salud basados en valor.

**Aprobación ética:** Este estudio no involucró seres humanos ni animales, por lo que no requirió aprobación ética, conforme a la Declaración de Helsinki de 1964 y sus posteriores modificaciones.

**Consentimiento informado:** No aplica.

**Conflicto de intereses:** Ninguno declarado.

**Financiación:** No recibió financiamiento de agencias públicas o privadas.

**Uso de IA:** Este manuscrito fue elaborado con asistencia de ChatGPT versión 5.2 (OpenAI, 2025), utilizado como herramienta de apoyo para la revisión de estilo y la sistematización y exploración analítica de información curricular, en un marco metodológico exploratorio y no decisorio. Las autoras definieron las categorías analíticas, controlaron los *prompts* utilizados, verificaron la coherencia y exactitud del contenido y asumieron en todo momento la responsabilidad intelectual por el análisis, la interpretación de los resultados y las conclusiones del estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albahra S., Gorbett T., Robertson S., D'Aleo G., Kumar S.V.S., Ockunzzi S., *et al.* (2023). Artificial intelligence and machine learning overview in pathology & laboratory medicine: A general review of data preprocessing and basic supervised concepts. *Semin Diagn Pathol.* 40(2):71-87. DOI: [10.1053/j.semmp.2023.02.002](https://doi.org/10.1053/j.semmp.2023.02.002)
- Añón M.C., Fink N.E., Fossati C.A., Gutkind G.O., Nacucchio M.C., Oyhamburu J., *et al.* (2022). *La Bioquímica y la Farmacia: análisis, diagnóstico y perspectivas de la educación universitaria en estos campos*, en "Problemática de la educación en la Argentina: una mirada multidisciplinaria" (Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas, ed.). Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, pp. 235-250.
- Busala A. (2024). El hito inicial de una venerable profesión: la bioquímica. *En Foco*. Disponible en: (<https://enfoco.ffyb.uba.ar/el-hito-inicial-de-una-venerable-profesion-la-bioquimica/>). Consultada el 15 de enero de 2026.
- Cabitza F., Rasoini R., Gensini G.F. (2017). Unintended consequences of machine learning in medicine. *JAMA.* 318(6):517-518. DOI: [10.1001/jama.2017.7797](https://doi.org/10.1001/jama.2017.7797)
- Chiu RWK, Lo YMD, Wittwer CT. (2015). Molecular Diagnostics: A Revolution in Progress. *Clin Chem.* 61(1):1-3. DOI: [10.1373/clinchem.2014.233361](https://doi.org/10.1373/clinchem.2014.233361)
- Collins G.S., Moons K.G.M., Dhiman P., Riley R.D., Beam A.L., Van Calster B., *et al.* (2021). TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. *BMJ.* 385:e078378. DOI: [10.1136/bmj-2023-078378](https://doi.org/10.1136/bmj-2023-078378)
- Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria. (2021). *Estándares de acreditación para títulos de Bioquímica - Licenciatura en Bioquímica, RS-2021-42728504-APN-ME*. Disponible en: (<https://www.coneau.gob.ar/coneau/acreditacion-de-carreras/carreras-de-grado/convocatorias/proyectos/farmacia-y-bioquimica/>). Consultada el 15 de enero de 2026.
- Epnor P.L., Gans J.E., Graber M.L. (2013). When diagnostic testing leads to harm: a new outcomes-based approach for laboratory medicine. *BMJ quality & safety.* 22 Suppl 2(Suppl 2), ii6-ii10. DOI: [10.1136/bmjqs-2012-001621](https://doi.org/10.1136/bmjqs-2012-001621)
- European Commission High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. (2019) *Ethics guidelines for trustworthy AI*. Disponible en: (<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>). Consultada el 23 de enero de 2026.

- Ferraro S, Braga F, Panteghini M. (2016). Laboratory medicine in the new healthcare environment. *Clin Chem Lab Med*. 54(4):523-33. DOI: [10.1515/cclm-2015-0803](https://doi.org/10.1515/cclm-2015-0803)
- Greub G, Sahli R, Brouillet R, Jaton K. (2016). Ten years of R&D and full automation in molecular diagnosis. *Future microbiol*. 11(3): 403-425. DOI: [10.2217/fmb.15.152](https://doi.org/10.2217/fmb.15.152)
- Horvath A.R., Bossuyt P.M., Sandberg S., St John A., Monaghan P.J., Verhagen-Kamerbeek W.D., *et al.* (2015). Setting analytical performance specifications based on outcome studies: Is it possible? *Clin Chem Lab Med*. 52(9):1299-1304. DOI: [10.1515/cclm-2015-0214](https://doi.org/10.1515/cclm-2015-0214)
- International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. (2024). *IFCC Strategic Plan 2024-2026*. Disponible en: (<https://ifcc.org/executive-board-and-council/strategic-plan/>). Consultada el 23 de enero de 2026.
- International Organization for Standardization. (2022). *ISO 15189:2022 Medical laboratories — Requirements for quality and competence*. International Organization for Standardization. Disponible en: (<https://www.iso.org/standard/76677.html>). Consultada el 15 de enero de 2026.
- Ley 24.521 de 1995. *Ley de Educación Superior*. 10 de agosto de 1995. Boletín Oficial de la República Argentina N° 28204. Disponible en: (<https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25394/texact.htm>). Consultada el 15 de enero de 2026.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Artificial intelligence in healthcare*. Paris: OECD. Disponible en: ([https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/artificial-intelligence-healthcare\\_en](https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/artificial-intelligence-healthcare_en)). Consultada el 23 de enero de 2026.
- Plebani M. (2006). Errors in clinical laboratories or errors in laboratory medicine? *Clin Chem Lab Med*. 44(6): 750-759. DOI: [10.1515/CCLM.2006.123](https://doi.org/10.1515/CCLM.2006.123)
- Panteghini M. (2009). Traceability as a unique tool to improve standardization in laboratory medicine. *Clin Biochem*. 42(4-5): 236-240. DOI: [10.1016/j.clinbiochem.2008.09.098](https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2008.09.098)
- Plebani M. (2015). Clinical laboratories: production industry or medical services? *Clin Chem Lab Med*. 53(7): 995-1004. DOI: [10.1515/cclm-2014-1007](https://doi.org/10.1515/cclm-2014-1007)
- Plebani M. (2024). Advancing value-based laboratory medicine. *Clin Chem Lab Med*. DOI: [10.1515/cclm-2024-0823](https://doi.org/10.1515/cclm-2024-0823)
- Porter M.E. (2010). What is value in health care? *N Engl J Med*. 363(26):2477-2481. DOI: [10.1056/NEJMp1011024](https://doi.org/10.1056/NEJMp1011024)
- Resolución 565 de 2004 [Ministerio de Educación]. *Educación Superior: Títulos de Licenciados en Bioquímica*. 10 de junio de 2004. Boletín Oficial de la República Argentina N° 30424. Disponible en: (<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-565-2004-95801/actualizacion>). Consultada el 15 de enero de 2026.
- Resolución 1.341 de 2013 [Ministerio de Salud]. *Listado de especialidades bioquímicas - aprobación*. 27 de agosto de 2013. Boletín Oficial de la República Argentina N° 32713. Disponible en: (<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1341-2013-219173>). Consultada el 26 de enero de 2026.
- Sciacovelli L., Lippi G., Sumarac Z., West J., Garcia Del Pino Castro I., Furtado Vieira K., *et al.* (2017). Quality indicators in laboratory medicine: the status of the progress of IFCC working group “Laboratory Errors and Patient Safety” project. *Clin Chem Lab Med*. 55(3):348-357. DOI: [10.1515/cclm-2016-0929](https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0929)
- Shortliffe E.H., Sepúlveda M.J. (2018). Clinical decision support in the era of artificial intelligence. *JAMA*. 320(21):2199-2200. DOI: [10.1001/jama.2018.17163](https://doi.org/10.1001/jama.2018.17163)
- Topol E.J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 25(1):44-56. DOI: [10.1038/s41591-018-0300-7](https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7)
- World Health Organization. (2021). *Global patient safety action plan 2021-2030: towards eliminating avoidable harm in health care*. Disponible en: (<https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/policy/global-patient-safety-action-plan>). Consultada el 23 de enero de 2026.