ARANDU UTIC
Revista Científica Internacional - Universidad Tecnológica Intercontinental
Revista Científica Internacional
ISSN 2311-7559

https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.828

Diagnóstico molecular en la investigación y la docencia: Nuevas fronteras en la ciencia de la salud

Molecular diagnostics in research and teaching: New frontiers in health science

Diviel Antonio Rodríguez Ceron
rodriguez-diviel1232@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0008-3742-7936
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí – Ecuador

Jazmin Elena Castro Jalca
jazmin.castro@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0000-0001-7593-8552
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí – Ecuador

Joanna Patricia Poma Pinta
poma-joanna3178@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-7694-0666
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí – Ecuador

Hellen Belen Quimis Bacusoy
quimis-hellen1760@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-5788-1859
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí – Ecuador

Pin Arteaga Karla Jessenia
pin-karla7306@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0003-3059-6204
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí – Ecuador

Artículo recibido: 10 febrero 2025 - *Aceptado para publicación: 20 marzo 2025*
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

La tecnología de diagnóstico molecular es la base de la medicina de precisión, que tiene las ventajas de una buena especificidad, una alta sensibilidad, una fuerte focalización, un diagnóstico rápido, tiene una amplia gama de aplicaciones en el campo de la pediatría. La secuenciación de próxima generación (NGS) y la PCR en tiempo real (RT-PCR). El objetivo de la investigación fue analizar el diagnóstico molecular en la investigación y la docencia: Nuevas fronteras en la ciencia de la salud. La metodología aplicada fue un diseño de esta investigación es documental de tipo descriptivo, se utilizó bases de datos como Scielo, PubMed Central, NCBI, ScienceDirect, Elsevier, Google Académico y sitios web oficiales. Entre los resultados obtenidos los

investigadores datan que entre los principales resultados destacan el uso de la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) como diagnóstico molecular, en tema de docencia y el diagnóstico molecular como una herramienta clave en la docencia actual, ya que su enseñanza fomenta el desarrollo de habilidades analíticas y técnicas en los estudiantes, preparándolos para desafíos científicos. Para finalizar en el ámbito de la docencia y el diagnóstico molecular juegan un papel crucial al integrar conocimientos de biología molecular y genética para comprender enfermedades genéticas y desarrollar protocolos diagnósticos.

Palabras clave: COVID 19, PCR, laboratorio de biología molecular, coronavirus, pandemia

ABSTRACT

Molecular diagnostic technology is the basis of precision medicine, offering the advantages of good specificity, high sensitivity, strong targeting, and rapid diagnosis. It has a wide range of applications in the field of pediatrics. Next-generation sequencing (NGS) and real-time PCR (RT-PCR) are key tools for this research. The objective of this research was to analyze molecular diagnostics in research and teaching: New frontiers in health science. The methodology applied was a descriptive documentary design, using databases such as Scielo, PubMed Central, NCBI, ScienceDirect, Elsevier, Google Scholar, and official websites. Among the results obtained, the researchers note that the main results include the use of the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique as a molecular diagnostic in teaching and molecular diagnostics as a key tool in current teaching, since its teaching fosters the development of analytical and technical skills in students, preparing them for scientific challenges. Finally, in the field of teaching and molecular diagnosis, they play a crucial role by integrating knowledge of molecular biology and genetics to understand genetic diseases and develop diagnostic protocols.

Keywords: COVID-19, PCR, molecular biology laboratory, coronavirus, pandemic

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Atribution 4.0 International.

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico molecular, también llamado patología molecular, consiste en tomar ADN o ARN, el código genético único que se encuentra en nuestras células, y analizar las secuencias en busca de señales de alerta que puedan indicar la posible aparición de una enfermedad específica. Este campo se ha expandido rápidamente en los últimos años (1).

Tras entrar en el siglo XXI, la tecnología de secuenciación genética se ha desarrollado rápidamente y se han inventado tecnologías de secuenciación de segunda y tercera generación una tras otra, lo que ayuda a proporcionar una comprensión más profunda y completa de las interacciones entre el genoma, el transcriptoma y las proteínas a un precio más económico. El diagnóstico genético molecular se basa en técnicas modernas de biología molecular y se integra orgánicamente con la citología, la proteómica, la metabolómica y otras tecnologías, lo que les otorga las ventajas de un diagnóstico avanzado, preciso y rápido, que mejora en gran medida la especificidad y la sensibilidad del diagnóstico (1).

La tecnología de diagnóstico molecular es la base de la medicina de precisión, que tiene las ventajas de una buena especificidad, una alta sensibilidad, una fuerte focalización, un diagnóstico rápido, tiene una amplia gama de aplicaciones en el campo de la pediatría. Sin embargo, la tecnología de diagnóstico molecular se caracteriza por una operación experimental complicada, una alta dificultad en el análisis e interpretación de datos, estándares uniformes entre laboratorios y una difícil estandarización de los procesos técnicos. Mejorar el valor de aplicación de la tecnología de diagnóstico molecular en pediatría y promover el desarrollo de alta calidad de la disciplina requiere una consideración cuidadosa por parte de la administración y los profesionales pertinentes (2).

Las técnicas de diagnóstico molecular comúnmente utilizadas para enfermedades genéticas incluyen PCR, hibridación in situ fluorescente (FISH), amplificación de sonda dependiente de ligación múltiple (MLPA), microarray de ADN, secuenciación de Sanger, secuenciación de próxima generación (NGS). Especialmente en los últimos años, con el rápido desarrollo de NGS, esta tecnología se utiliza cada vez más en la identificación de nuevos genes patógenos y el diagnóstico molecular clínico de enfermedades genéticas. NGS aceleró drásticamente el descubrimiento de genes mendelianos. En comparación con el método tradicional de diagnóstico de enfermedades basado en fenotipo, la tecnología de diagnóstico molecular tiene la ventaja de ser más precisa y propicia para el diagnóstico temprano (3).

Con el continuo desarrollo de la medicina, tecnologías como el diagnóstico molecular y la inteligencia artificial están cambiando cada día que pasa. La investigación en profundidad sobre la etiología y patogénesis de las enfermedades genéticas, tumores pediátricos, infecciones pediátricas y otras enfermedades puede permitirnos comprender las enfermedades a partir de los niveles de genes y proteínas (4).

La tecnología de detección molecular no solo puede predecir el riesgo de enfermedad, sino también realizar de manera efectiva un diagnóstico preciso de enfermedades relacionadas, detectar los medicamentos apropiados y ayudar en la implementación del tratamiento clínico individualizado. Sin embargo, aunque la tecnología de diagnóstico molecular tiene las ventajas de una buena especificidad, alta sensibilidad, fuerte pertinencia y diagnóstico rápido, tiene operaciones experimentales complejas, dificultad en el análisis e interpretación de datos, estándares inconsistentes para varios laboratorios y procesos técnicos estandarizados (5).

La educación, el conocimiento profesional, la capacidad técnica, el nivel de investigación y el entusiasmo por el trabajo afectan hasta cierto punto la calidad y el nivel de desarrollo de la construcción del laboratorio, las habilidades y cualidades profesionales de los técnicos les permiten integrar las nuevas ideas y las nuevas habilidades que han dominado en sus propios experimentos, investigación científica y enseñanza. Las pruebas de diagnóstico molecular pediátrico cubren muchos aspectos, incluidos los niveles de preanálisis, análisis y posanálisis. Por lo tanto, los requisitos para los técnicos, los instrumentos, las muestras y el entorno son más estrictos. Se requiere fortalecer la capacitación previa al trabajo para el personal técnico y se necesita una evaluación, comunicación y discusión regulares durante el trabajo (6).

En Ecuador, laboratorios de entidades como SOLCA Núcleo de Quito y el INSPI en Tena están involucrados en la investigación y docencia sobre diagnóstico molecular, enfocándose en enfermedades como el cáncer y la COVID-19 (7). Además, programas educativos como el Diplomado en Biología Molecular y Citogenética ofrecen formación especializada en técnicas moleculares (8). A nivel internacional, la investigación sobre diagnóstico molecular se centra en desarrollar técnicas más precisas y rápidas, como la secuenciación de próxima generación (NGS) y la PCR en tiempo real (RT-PCR). En el contexto de la docencia se enfoca en integrar estas técnicas avanzadas en los currículos universitarios para preparar a los estudiantes para el campo laboral actualizado (9).

El propósito del estudio fue examinar el rol que desempeña el área de la biología molecular aplicada como una herramienta diagnóstica en los ámbitos de la investigación y la docencia, además de contribuir a futuras investigaciones y divulgar diagnósticos moleculares que permiten identificar patologías que no son detectables mediante métodos convencionales, por lo descrito anteriormente surge plantear la pregunta de investigación planteada. ¿Cómo influye el diagnóstico molecular en la investigación y la docencia?

METODOLOGÍA

Diseño y tipo de estudio

Se realizó una investigación descriptiva con diseño documental, a través de una revisión sistemática bibliográfica.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

- Artículos publicados en revistas indexadas.
- Artículos referentes a diagnóstico molecular
- Publicaciones en idioma inglés, español y portugués.
- Artículos con acceso completo a la información.
- Publicaciones realizadas en los últimos 5 años a partir de enero del 2020 hasta enero 2024.

Criterios de exclusión

- Artículos incompletos, repetidos y duplicados.
- Información publicada en páginas web, monografías, fuentes no oficiales, editoriales de periódicos, repositorios, blog.
- Investigaciones realizadas en animales.
- Artículos publicados fuera del tiempo establecido.

Análisis de la información

Los autores optaron por categorizar las variables de estudio para buscar artículos según los criterios de inclusión. Esta información se organizó en una matriz de Excel, lo que permitió describir los estudios en función de los autores, el año de publicación, el país de publicación, la revista indexada y el enlace o DOI del estudio. Tras la búsqueda inicial, se obtuvo un total de 130 estudios, que incluyeron revisiones sistemáticas descritas mediante un diagrama de flujo o PRISMA siendo un total de 122 (figura 1).

Estrategia de búsqueda

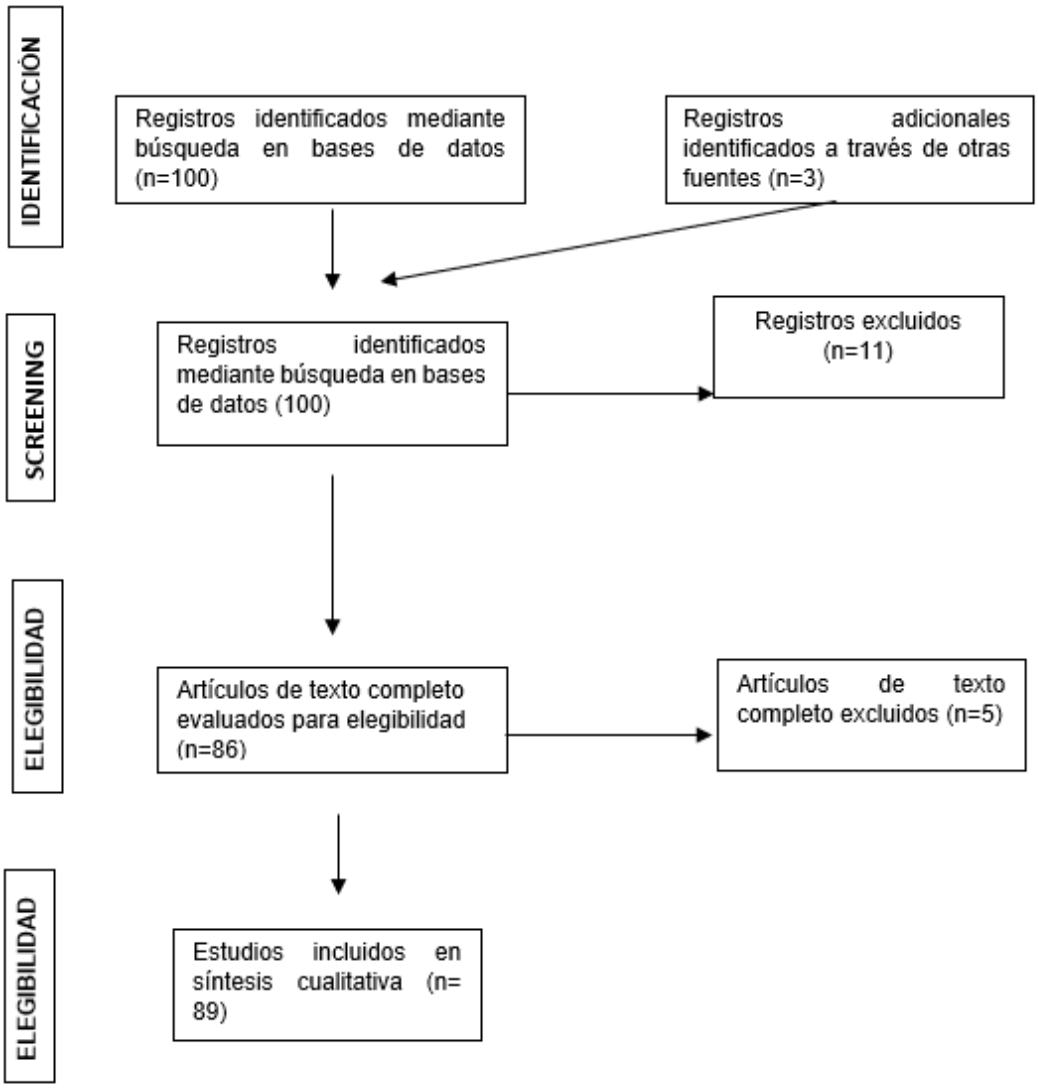
Se realizó la búsqueda de investigaciones y artículos, en bases de datos como Scielo, Dialnet, Pudmed, Polo del conocimiento, Lilacs, Worl Journal of Hepatology, Medicine y Taylor y Francis online y buscadores como Google académico. Utilizando palabras claves como “tecnología”, “salud”, “pronostico”, “anomalías”, “exploración”. Empleando el uso de operadores booleanos AND y OR se recopilo información actualizada y concreta sobre la problemática de interés adicional a ello estos operadores permitieron seleccionar artículos en idiomas inglés, español y portugués de la misma forma nos ayudó a excluir cierta información considerada como innecesaria.

Consideraciones éticas

A partir de resoluciones internacionales, este estudio se considera sin riesgo alguno, respetando los derechos de autor y citando de manera correcta de acuerdo a las normas Vancouver precisando las fuentes bibliográficas (10).

Figura 1

Flujograma de selección de artículos



RESULTADOS

El diagnóstico molecular en la investigación permite identificar de manera precisa patógenos y alteraciones genéticas, brindando resultados confiables y rápidos. Esto facilita la toma de decisiones informadas en el tratamiento y prevención, mejorando los enfoques terapéuticos.

Tabla 1

Diagnóstico molecular en la investigación

Autores/ ref.	País	Año	Área	Titulo	Objetivo de la investigación	Pruebas de diagnósticos	Hallazgos identificados
Santos da Silva , Barbosa da Joana I, Almedida de Melo I (11)	México	2021	Bacteriologia	Identificación molecular de bacterias en salud y enfermedad p eriodontal	Identificar bacterias asociadas en periodontal empleando	Reacción en cadena de polimerasa (PCR)	Exploración en las bolsas periodontales es importante para entender la microbiota

					un marcador genético para 16S bacteriana		relacionada con la patología, lo que permitirá un diagnóstico y tratamiento más específico en pacientes con periodontitis.
Avila C, Manrique M, Martinez B et all (12)	España	2019	Bioquímica	Investigación en Biología Molecular y Bioquímica	Identificar uso de técnicas de biología molecular en diagnósticos en población femenina	PCR convencional	Se están realizando avances en el diagnóstico molecular y terapéutico, así como en la comprensión de la biología de la enfermedad.
Maycotte, Paola y col.. (13)	México	2020	Histoquímica	Diagnóstico molecular del cáncer de mama: Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social	Estimar la incidencia y mortalidad del envejecimiento poblacional, a los cambios en los patrones reproductivos,	Evaluación mediante RT-qPCR (transcripción reversa-reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real)	Información actualizada sobre los avances en diagnósticos moleculares y terapéuticos, así como en la comprensión de la biología de la enfermedad.
Huertas C, Urbano E, Torres M (14)	Cuba	2019	Industria alimentaria	El diagnóstico molecular es una opción para identificar patógenos en alimentos.	Enumerar las diversas técnicas de diagnóstico tanto convencional como molecular utilizadas en el sector de la alimentación.	Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) Reacción en Cadena de la Polimerasa en Tiempo Real (qPCR)	Las técnicas moleculares se proponen como una nueva y más rápida alternativa de detección de microorganismos, disminuyen el tiempo para la emisión de los resultados de días a horas, identifican factores de patogenia, virulencia y resistencia a fármacos con tan solo un montaje, lo que aporta alta sensibilidad y especificidad.

Pinilla G, Cruz C, Navarrete J (15)	Colombia	2021	Inmunología	Diagnóstico molecular de SARS-CoV-2	Diagnosticar el COVID-19 se basandose en la historia epidemiológica, las manifestaciones clínicas y pruebas de laboratorio como la RT-qPCR, identificación de IgM /IgG por Elisa	Cámaras de flujo laminar tipo II y filtros EPA	Un diagnóstico temprano posibilita mejorar la gestión (aislamiento y tratamiento) y seguimiento de los pacientes, además de implementar acciones de prevención y control de la propagación, así como la supervisión epidemiológica de la enfermedad.
Hernández-Rangel Rosa (16)	USD	2020		Se está mejorando la bioseguridad de laboratorio para la detección molecular de SARS-CoV-2 (COVID-19) mediante RT-qPCR para el diagnóstico molecular en laboratorios.	La bioseguridad esencial en los laboratorios de diagnóstico de la COVID-19, fundamentada en RT-qPCR.	RT-qPCR	La cultura de bioseguridad es crucial para reducir los peligros para el personal y el entorno natural, a pesar de la desafío en adaptar programas de mitigación a un patógeno desconocido.
Guzman Maria (17)	Cuba	2020	Inmunología	El Instituto de Medicina Tropical ¨Pedro Kourí¨, IPK, en el enfrentamiento a la COVID-19	Definir las directrices para el seguimiento, diagnóstico y referencia de estas enfermedades, siempre en estrecha colaboración con los programas relacionados del Ministerio de Salud Pública.	PCR en tiempo real (PCR-TR)	Cuba es enfrentada en la peligro de COVID-19, y el IPK se ayuda a mejorar su conocimiento y esfuerzos en la lucha.
León , Estevan J, Granado E, Fernández L, Rodríguez D. (18)	Argentina	2020	Inmunología	Equidad y respuesta del Sistema Nacional de Salud de Cuba	Desarrollar un Plan de Prevención y Control del Coronavirus, involucrar a	Cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real	El SNS cubano es el medio para asegurar la igualdad en los sistemas y servicios de salud

				ante la COVID-19	varios sectores y establecer el Grupo de Fuerza Laboral Temporal para Combatir el COVID-19 como una entidad gubernamental consultiva.		gratuito y accesible para todos sus habitantes.
Lopes , Pessoa de Araújo , Rezende do Prado , Amaral T. (19)	Perú	2021	Inmunología	Estandarización y validación de una prueba molecular RT-LAMP in house para el diagnóstico de SARS-CoV-2	Una prueba RT-LAMP en el hogar para la identificación de SARS-CoV-2 y su validación con muestras de laboratorio y de campo en pacientes con sospecha clínica de COVID-19.	RT-LAMP	La prueba RT-LAMP interna se validó por su robustez adecuada, buena concordancia y rendimiento diagnóstico en comparación con RT-qPCR.
de Andrade Santana , Aragão A, Magalhães F, Oliveira J (20)	México	2020	Inmunología	Consideraciones sobre el diagnóstico de COVID-19 y el papel del diagnóstico salival	Enumerar algunas reflexiones acerca del diagnóstico del COVID-19 y la importancia de los diagnósticos de saliva.	Técnica SHERLOCK	Son fundamentales para la labor de los expertos en salud, dado que crear y comprender estrategias de identificación diagnóstica son elementos cruciales en el esfuerzo por reducir la propagación de esta infección.
Vega R, Vega Jiménez. (21)	Perú	2021	Inmunología	Supervivencia de los trabajadores de salud infectados por SARS-CoV-2 en el contexto de la vacunación contra la	Evaluar la supervivencia de los trabajadores de salud infectados por SARS-CoV-2 en el contexto del proceso de vacunación	PCR	Se ha evidenciado un cambio positivo en el nivel de sobrevida de los trabajadores de salud infectado por SARS-CoV-2 durante el contexto de la vacunación contra la COVID-19 en el Perú.

				COVID-19 en el Perú	contra la COVID-19 en el Perú.		
M. Martin S, Meni Battaglia L, Ferraris J, Ramírez F, Coccia P, García Lea. (22)	Perú	2022	Inmunología	Diagnóstico molecular del SARS-CoV-2 en los Laboratorios LIORAD-AICA+: experiencia de un año de trabajo	Analizar la experiencia de un año de trabajo, en el diagnóstico molecular de la COVID-19, del Laboratorio de Biología Molecular de la UEB LIORAD.	Reacción en cadena de polimerasa (PCR)	Durante el año de trabajo el Laboratorio de Biología Molecular de la UEB LIORAD se realizó el diagnóstico certero de la enfermedad. Esto evidencia la importancia de la capacitación del personal y el cumplimiento de las buenas prácticas y medidas de bioseguridad en el trabajo con muestras potencialmente infecciosas.
Pérez, M; Gómez, J; Dieguez, R (23)	Cuba	2020	Inmunología	Características clínico-epidemiológicas de la COVID-19	Describir las características clínico-epidemiológicas de la COVID-19.	Reacción en cadena de polimerasa (PCR)	En la pandemia actual, la prevención es clave para combatirla. Esto incluye tomar medidas para detener la transmisión, atender a los grupos de riesgo, identificar y neutralizar los focos de propagación, y lograr que la población se una al sistema de salud y colabore en la lucha contra la enfermedad.
Maguiña, C; Gastelo, R; Tequen, A (24)	Cuba	2020	Inmunología	El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19	Actualizar aspectos básicos y fundamentales del nuevo coronavirus, el Covid-19, su	el test de RT-PCR nasofaríngea	El virus SARS-CoV-2 ha causado una pandemia global, generando pánico y colapsando sistemas sanitarios en muchas regiones. Es

					epidemiología, clínica y terapia.		altamente contagioso y ha provocado miles de muertes, especialmente en adultos mayores con comorbilidades como diabetes e hipertensión.
Arteaga, Ó; Fuentes, A (25)	Mexixo	2020	Inmunología	COVID-19 EN AMÉRICA LATINA: MÁS ALLÁ DE LOS DATOS EPIDEMIOLÓGICOS	Analizar el escenario sanitario de la epidemia de COVID-19 en América Latina y profundizamos en algunos aspectos relevantes del escenario político, económico y social transcurriendo esta pandemia.	Reacción en cadena de polimerasa (PCR)	La importancia de la salud pública y la necesidad de fortalecer los sistemas públicos de salud se ha hecho más evidente y necesaria que nunca.
Khan, S; Liu, J; Xue, M (26)	Mexico	2020	Inmunología	Transmisión de SARS-CoV-2, desarrollos requeridos en investigación y problemas de salud pública asociados	Desarrollar medidas de control y prevención del SARS-CoV-2,	Reacción en cadena de polimerasa (PCR)	En este artículo, discutimos brevemente las características, mecanismo de entrada, infecciosa y consecuencias para la salud relacionadas con el brote COVID-19.
Maycotte, Paola; Fernandez R, Margarit S, Morales S et alla (27)	Chile	2019	Oncología	Consenso para la consejería genética y diagnóstico molecular oncológicos: Declaración de Punta Arenas	Diagnósticara pacientes con tumores hereditarios, a participar como panelistas	análisis de ADN, ARN, cromosomas, proteínas para detectar genotipos, mutaciones, fenotipos o cariotipos relacionados con enfermedades hereditarias	El GCCH reafirma su compromiso con el desarrollo de la genética y genómica de los tumores hereditarios y familiares, con el fortalecimiento del asesoramiento genético en todas las regiones de Chile y, sobre todo,
Dacal E, Koster P,	España	2020	Parasitología	Diagnóstico molecular de	Detallar de forma clara y concisa el	Los métodos basados en PCR	Se ha prestado a la descripción de técnicas y

Carmena D (28)				parasitosis intestinales	estado actual del diagnóstico molecular de las principales especies de parásitos intestinales humanos		formatos disponibles, a sus prestaciones diagnósticas y a los marcadores genéticos más usados,
de León M, Estevan J, Granado E, Fernández L, González J. (29)	Cuba	2022	Patología	Diagnóstico molecular indirecto en estudio de familias con hemofilia en Pinar del Río	Describir los resultados de estudios moleculares indirectos en familias con antecedentes de hemofilia en Pinar del Río.	Marcadores polimórficos: St14, BcLI, HindIII y Xba.	La posibilidad de estudio molecular indirecto contribuye al diagnóstico, asesoramiento y manejo del riesgo de recurrencia de la hemofilia en cada genealogía de manera particular y se presenta como alternativa útil, aunque elemental, para la caracterización genotípica de las familias afectadas.

Análisis e interpretación

Diversas investigaciones sobre el diagnóstico molecular en diferentes áreas, destacando su relevancia en la identificación de patógenos y alteraciones genéticas. Se observa que la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) es la más utilizada, lo que resalta su alta precisión y aplicabilidad en diversas disciplinas como la inmunología, la bacteriología y la oncología. Investigaciones sobre COVID-19, evidenciando la importancia del diagnóstico molecular en pandemias y emergencias sanitarias. En enfermedades oncológicas y genéticas, el uso de secuenciación y técnicas avanzadas como RT-qPCR y NGS permiten diagnósticos más específicos y tempranos, lo que contribuye significativamente a la toma de decisiones clínicas. Se destaca que el diagnóstico molecular en alimentos y enfermedades infecciosas ha reducido considerablemente los tiempos de detección, mejorando los protocolos de seguridad. En premisa, los hallazgos demuestran la creciente implementación de estas tecnologías debido a su alta sensibilidad y especificidad, consolidando su papel esencial en la investigación y la práctica clínica.

El diagnóstico molecular combina biología molecular y genética para identificar enfermedades a través del análisis del ADN y ARN. En la academia, se enfoca en integrar

conocimientos para comprender enfermedades genéticas y desarrollar protocolos diagnósticos. La enseñanza se centra en biomarcadores, interpretación de resultados y sus implicaciones, revolucionando el diagnóstico clínico en enfermedades infecciosas y cáncer con técnicas como PCR y secuenciación avanzada.

Tabla 2

Diagnóstico molecular en la docencia

Autores	País	Año	Titulo	Catedra de docencia	Hallazgos identificados
Antonio Navarro, Elba Acevedo, Blanca Orellana, Víctor Cifuentes, Dionisia Sepúlveda (30)	Chile	2013	Estrategias didácticas para la enseñanza de la biología molecular y la biotecnología, en estudiantes de educación media	Biología molecular y biotecnología	Durante el proyecto, estudiantes y Profesores desarrollaron módulos experimentales de biología molecular y de biotecnología, cuyos resultados experimentales fueron registrados en un portafolio grupal.
Mauricio Farfán (31)	Chile	2015	Laboratorio: Aplicación clínica-Biología molecular aplicada al diagnóstico clínico	Biología molecular	Es importante informar y educar al equipo médico y a los futuros profesionales de salud sobre este tipo de técnicas, indicando sus ventajas y limitaciones, de forma de fomentar el desarrollo de equipos multidisciplinarios que en el futuro puedan diseñar, implementar, estandarizar, controlar e interpretar estas herramientas diagnósticas.
Armando Lucumí Moreno (32)	Cali	2015	Retos en la enseñanza de la biología molecular y la bioquímica en las carreras del área de la salud	Bioquímica y Biología molecular	Debido a que estas dos áreas de conocimiento interactúan y se apoyan en ciencias como las matemáticas, la física y la química, el contenido de estas áreas se torna abstracto y complejo, generando

					retos y desafíos muy grandes para los docentes que enseñan tales disciplina
Eduardo Méndez, Yannett Arteaga (33)	Maracaibo	2016	Una mirada a las estrategias didácticas para la enseñanza de la genética	Biología-Genética	Es recomendable que los docentes reflexionen sobre los propósitos de su enseñanza para planificar estrategias didácticas cónsonas con el desarrollo de aprendizajes integrales en el marco de la naturaleza del área.
Edgar Espinoza, Karen González, Lizeth Hernández (34)	Colombia	2016	Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar	Estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas	Las prácticas de laboratorio, concebidas como una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas, permitió el desarrollo de algunas habilidades científicas y un aprendizaje más significativo de los conceptos asociados con la temática en los estudiantes.
Maritza Angarita Merchán, María Inés Torres Caicedo, Andrea Katherine Díaz Torres (35)	La habana	2017	Técnicas de biología molecular en el desarrollo de la investigación. Revisión de la literatura	Ciencias epidemiológicas y salubristas	Hoy en día el uso técnicas moleculares permite el estudio de genoma completo o secuencias específicas de ADN cortas o largas con el fin de detectar y analizar secuencias de interés para la investigación en las ciencias agronómicas, forenses, diagnóstico clínico e investigación básica.

Sergio Bernal, Silvia Gómez (36)	Bogotá	2017	Unidad didáctica: tecnología del ADN recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular	Biología molecular	La unidad didáctica "Tecnología del adn recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular" representa una alternativa que propicia un acercamiento para la comprensión de la temática, con una propuesta que parte del constructivismo humano, con la cual se contextualizan los contenidos
Sergio Vargas, Ismenia Gamboa, Francia Huamán, Ricardo Fujita, María Fajardo, María Guevara (37)	Lima	2017	Diagnóstico molecular de síndrome de Smith-Magenis por MLPA	Genética médica	Se reporto el estudio de una paciente con síndrome de Smith-Magenis mediante análisis citogenético y además por MLPA, lo que permite corroborar dicho diagnóstico y además permitirá una evaluación del desarrollo acorde a las manifestaciones clínicas
Ana Márquez Lizarazo (38)	Medellín	2018	Enseñanza del dogma central de la biología molecular y su relación con la Alelopatía mediante UEPS en la Institución Educativa Camilo Mora Carrasquilla	Biología molecular	Se diseñó una unidad didáctica potencialmente significativa (UDPE), dentro de un ambiente de aprendizaje de aula regular y los diferentes recursos e insumos y las nuevas herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación
Carla Bidinost, Sabrina Pagnoni, Hernán Martínez, Alberto Rosa (39)	Argentina	2018	Nuevas herramientas diagnósticas de biología molecular en enfermedades neuromusculares	Biología molecular	El estudio genético solicitado debe brindar las mejores posibilidades diagnósticas para el paciente, en el menor tiempo y con el menor costo posible, beneficiando así al paciente y a los sistemas de salud.

Edison Quispe Ramos (40)		2019	Didáctica en la enseñanza de la biología celular en estudiantes preuniversitarios	Biología celular	Es preciso que los alumnos tengan una educación que les permita aprender los contenidos moleculares y celulares, no solo de forma memorística o teórica como antiguamente se hacía sino contextualizando, aplicando, resolviendo problemas reales.
Sierra M y col (41)	Brasil	2019	Análisis del impacto clínico de la reclasificación diagnóstica de los gliomas cerebrales según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (2016)	Diagnóstico molecular	Los cambios diagnósticos tras la clasificación de la OMS de 2016 presentan características clínicas radiológicas específicas en esta serie, aunque no mayores supervivencias, si bien, por la supervivencia habitual en estos casos, necesitarían un mayor tiempo de seguimiento.
Quintero C y col (42)	Argentina	2019	Diagnóstico molecular de Neisseria gonorrhoeae en Mendoza	Biología Molecular	La detección temprana y rápida, por medio de la Reacción en Cadena de la Polimerasa es una herramienta necesaria para su diagnóstico.
Olga Diz Mellado (43)	España	2020	Técnicas de biología molecular en el diagnóstico de enfermedades infecciosas	Biología molecular	La utilización de paneles presenta menor sensibilidad que aquellas técnicas dirigidas en concreto hacia un agente patógeno
Giri B y col (44)	Nepal	2020	Revisión del desempeño analítico de los métodos de detección de COVID-19	Diagnóstico molecular	Las nuevas tecnologías, como el diagnóstico basado en CRISPR y la implementación de los enfoques prácticos para las aplicaciones POC, como RT-Lamp, proporcionarán

					sistemas de ensayos rápidos
Aguilar P y col (45)	Perú	2020	Pruebas diagnósticas para la COVID-19: la importancia del antes y el después	Diagnóstico molecular	Los protocolos de seguridad para la obtención, traslado, manejo y utilización de la muestra son de suma importancia para proporcionar resultados precisos e interpretables.
Martínez E y col (46)	España	2020	Diagnóstico radiológico del paciente con COVID-19	Diagnóstico molecular	Las pruebas de imagen tienen un papel importante en el manejo del paciente con sospecha o con confirmación de COVID-19. La prueba de imagen inicial es la radiografía de tórax.
Rojas J y col (47)	Perú	2020	Algunos aportes profesionales del biólogo en el Perú en el campo de la salud pública	Didácticas de ciencias naturales	Se debe aplicar una estrecha relación entre la información científica y el impacto social, difusión amplia, de acceso libre y entendible a toda la comunidad.
Palaz F y col (48)	Turquía	2021	CRISPR-based tools: Alternative methods for the diagnosis of COVID-19	Diagnóstico molecular	Una de las formas más eficaces de combatir el SARS-CoV-2 es aumentar el número de pruebas y hacer que las pruebas sean factibles en varios lugares. La RT-qPCR es el método de diagnóstico molecular de rutina para COVID-19.
Delafiori J y col (49)	Brasil	2021	Covid-19 Automated Diagnosis and Risk Assessment through Metabolomics and Machine Learning	Biología Molecular	El análisis por pares de biomarcadores aportó robustez al modelo desarrollado mediante algoritmos de aprendizaje automático, transformando este enfoque de cribado en una herramienta con gran potencial para su aplicación en el mundo real.

Suleman S y col (50)	India	2021	Point of care detection of COVID-19: Advancement in biosensing and diagnostic methods	Biología Molecular	El método ofrece muchas ventajas que lo convierten en una herramienta que salva vidas, pero tiene la limitación de transportarlo al laboratorio de patología más cercano, lo que limita su aplicación en entornos con recursos limitados.
Toga G y col (51)	Turquía	2021	Pronóstico de prevalencia de COVID-19 mediante medias móviles integradas autorregresivas (ARIMA) y redes neuronales artificiales (ANN): caso de Turquía	Diagnóstico molecular	Las técnicas se comparan en términos de coeficiente de correlación y error cuadrático medio (MSE). Los resultados mostraron que las técnicas utilizadas son muy exitosas en la estimación de la prevalencia en Turquía.
Abanoud R y col (52)	Republica Checa	2021	Prevalencia de los efectos secundarios de la vacuna contra la COVID-19 entre los trabajadores sanitarios de la República Checa	Diagnóstico molecular	Se necesitan urgentemente más estudios independientes sobre la seguridad de las vacunas para fortalecer la confianza pública en ellas.
Espallargues M y col (53)	España	2021	Secuenciación de nueva generación (NGS) para el diagnóstico molecular y selección de dianas terapéuticas en enfermedades oncológicas: ficha de evaluación de tecnologías sanitarias nuevas y emergentes	Biología Molecular	La utilización de la tecnología NGS se centra en el diagnóstico y en la selección de dianas terapéuticas de ciertos fármacos anticancerígenos que requieren de una prueba genética previamente a su administración

Tzur D y col (54)	Israel	2021	Prevalencia y mortalidad de COVID-19 entre pacientes con esquizofrenia: un estudio de cohorte retrospectivo a gran escala	Biología Molecular	Se encontró evidencia de asociaciones entre la esquizofrenia y el aumento de la morbilidad y mortalidad por COVID-19 en comparación con los controles
Eduardo Díaz, Armando Rojas (55)	Cuba	2022	Un sistema de tareas docentes desarrolladoras, en la enseñanza de Biología molecular y celular II, una alternativa para contribuir a potenciar el aprendizaje desarrollador	Ciencias y tecnociencias	La sociedad cubana contemporánea exige a la educación, la formación de profesionales creativos e innovadores, capaces de ajustarse a los cambios multifacéticos que suceden en el mundo de hoy
Georgina Espinoza, Isabel Pazos, Carlos Álvarez, María Ruíz, Roxana Peguero (56)	La habana	2022	Enseñanza no presencial en la carrera licenciatura en bioquímica y biología molecular ¿emergencia o permanencia?	Bioquímica y biología molecular	El desafío actual es transformar las limitaciones en fortalezas y de esta forma aprovechar las ventajas de sistemas híbridos de enseñanza-aprendizaje que permitan obtener mejores resultados en el proceso de formación de los estudiantes
Valeria Nieto (57)	Ambato	2022	Diseño de implementación de un laboratorio de biología molecular en el Hospital provincial general docente Ambato	Biología molecular	Existe una necesidad y factibilidad de implementar un laboratorio de biología molecular en el Hospital General Docente Ambato en Ecuador
Aparecida S y col (58)	Grecia	2022	Diagnosis of COVID-19 in clinical analysis laboratories	Biología Molecular	La elección del método apropiado depende del estadio de la enfermedad, del escenario actual de la infección, de las características clínicas del paciente y del estadio de la enfermedad.
Pérez M y col (59)	Colombia	2022	Asbesto como carcinógeno ocupacional en	Diagnóstico molecular	El estudio del asbesto como carcinógeno

			Colombia: desde la biología molecular hasta la salud pública		ocupacional demuestra los vínculos entre las ciencias básicas, la salud pública, el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico, reconociendo la necesidad de un enfoque interdisciplinario e intersectorial para su adecuado manejo
Kuhlmann P y col (60)	Argentina	2022	Implementación de un laboratorio de nivel de bioseguridad 2 para diagnóstico molecular de SARS-COV-2 en Puerto Iguazú, Misiones	Diagnóstico molecular	La eficiente articulación entre el Instituto Misionero de Biodiversidad y el Ministerio de Salud de Misiones logró la rápida implementación de este laboratorio de alta complejidad en una región de importancia epidemiológica.
Carlos Cogollo Romero (61)	Bogotá	2023	Enseñanza de la biología molecular en una Universidad de Bogotá	Biología molecular	Es necesaria la implementación de nuevas herramientas educativas y desarrollo de investigaciones por parte de los docentes y los estudiantes, para poder identificar las falencias en la enseñanza-aprendizaje
Jessica Verdezoto, Cristhian Chicaiza, Vanessa Navarrete (62)	Ecuador	2023	Estrategia de enseñanza de biología molecular para la edición genética In Silico: Una experiencia disruptiva	Biología molecular	Se recomienda emplear estas estrategias en asignaturas relacionadas a las ciencias biológicas.
Silvio Niño, Luis Betancourt, Bárbara Doce, Yamila Cuenca. Sonia Navarro (63)	Santa Clara	2023	Efectividad de una metodología de aprendizaje profesional basada en proyectos en la asignatura Biología Molecular	Ciencias médicas-biología molecular	La metodología de aprendizaje basada en proyectos para la asignatura Biología Molecular se determinó factible para su aplicación y proporcionó la

					flexibilidad necesaria para el tránsito de la docencia presencial a la modalidad a distancia.
Ondina Lemus, Gloria Ramírez, Alina Borja, Osmany Hechavarría (64)	Cuba	2023	Las prácticas de laboratorio en biología molecular relación con el aprendizaje	Biología molecular	Los resultados del estudio realizado han sido favorables para el aprendizaje por tipos de contenidos de los estudiantes durante la realización de las prácticas de laboratorio.
Ricardo Fernández, Sonia Margarit, Sebastián Morales, Conxi Lázaro, Sara Álvarez, Esteban San Martín, Claudio Benavides (65)	Santiago de Chile	2023	Consenso para la consejería genética y diagnóstico molecular oncológicos: declaración de Punta Arenas	Diagnóstico molecular	Se reafirma su compromiso con el desarrollo de la genética y genómica de los tumores hereditarios y familiares, con el fortalecimiento del diagnóstico genético en todas las regiones de Chile
Almudena Pérez (66)	España	2023	Genética molecular en el aula	Genética molecular	Sugieren la conveniencia de alejarnos del método tradicional basado en clases magistrales apoyadas con un formato PowerPoint y buscar alternativas educativas que se amolden a una sociedad cada vez más plural y cambiante.
Marcela Tamami (67)	Azogues	2023	Guía didáctica multimedia para el aprendizaje del ADN en estudiantes de primer año de Bachillerato de la Unidad Educativa San Pedro de la ciudad de Guaranda provincia de Bolívar	Diagnóstico molecular	La revisión de los referentes teóricos sobre el uso de recursos multimedia en la enseñanza del ADN ha proporcionado una base sólida para la planificación y diseño de la guía didáctica multimedia.

Ardila M y col (68)	Colombia	2023	Detección molecular de infección natural por parásitos tripanosomátidos en Didelphis marsupialis de una zona rural del norte de Colombia	Didácticas de ciencias naturales	El diagnóstico molecular reveló una frecuencia de infección por parásitos tripanosomátidos del 46,7%.
Luis De Pablos Torró (69)	España	2024	Guía docente de técnicas de análisis molecular para la detección de protozoos parásitos	Análisis molecular	Los estudiantes deben ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
Carlos Marcillo, Gema Mendoza, Angello Villafuerte, Mallerly Zambrano (70)	Ecuador	2024	Técnicas de biología molecular en el diagnóstico de enfermedades infecciosas	Microbiología	En países como Ecuador, la implementación de estas técnicas ha demostrado ser crucial para una vigilancia efectiva y el control de enfermedades infecciosas, lo cual contribuye a mejorar los resultados clínicos y de salud pública.
María de los Ángeles Huachi, Laura De Mora Aldás (71)	Ecuador	2024	Integración de la enseñanza de la ley de la herencia del ADN en la didáctica de las ciencias naturales; perspectivas, desafíos y estrategias educativas	Didácticas de ciencias naturales	Este estudio subraya la importancia de integrar herramientas tecnológicas y actividades prácticas en el aula para promover un aprendizaje efectivo y significativo sobre la ley de la herencia del ADN.
Marcos Cikutovic (72)	Chile	2024	Diagnóstico molecular en el laboratorio clínico	Diagnóstico molecular	Se destaca el diseño de una propuesta metodológica para la

					enseñanza de la biomedicina orientada a herramientas de diagnóstico molecular
Berta Arias López (73)	España	2024	Estrategias didácticas para la enseñanza de los ácidos nucleicos en biología molecular	Biología molecular	Las estrategias didácticas para enseñar conceptos complejos se convierten en herramientas esenciales para superar desafíos en el aula y promover un aprendizaje significativo.
Alisson Sarmiento (74)	Cuenca	2024	Nuevas tecnologías para el diagnóstico molecular de enfermedades infecciosas	Diagnóstico molecular	El diagnostico oportuno y eficaz del paciente es una etapa crítica para el manejo y control de la patología y cuidado del individuo, es decir, los centros de diagnóstico son un apoyo fundamental para el equipo médico.
Clara Monreal (75)	San Luis Potosí	2024	Desarrollo de métodos de diagnóstico molecular de enfermedades virales, bacterianas y fúngicas	Diagnóstico molecular	El desarrollo de técnicas moleculares para el diagnóstico de enfermedades ha beneficiado de manera extraordinaria.
Gabriela Naranjo, Carolina Tituaña-Camila Maldonado, Daniela Alejandra Velasco-Uquillas, Grecia Victoria Vivas-Colmenares, José Rubén Ramírez-Iglesias (76)	Ecuador	2025	Propuesta metodológica para la enseñanza de la biomedicina orientada a las herramientas de detección y diagnóstico molecular para estudiantes de Medicina	Biomedicina Diagnóstico molecular	La propuesta de este estudio se fundamenta en una estrategia de enseñanza flexible y apoyada en varios recursos que buscan el aprendizaje significativo, sustentado en el trabajo autónomo del estudiante y en la guía del docente.

Análisis e interpretación: La evidencia la importancia del diagnóstico molecular en la docencia, destacando su aplicación en áreas clave como biología molecular, genética médica, bioquímica, microbiología e inmunología. La enseñanza en estas disciplinas se enfoca en la

integración de conocimientos teóricos y prácticos, utilizando estrategias didácticas innovadoras como laboratorios experimentales, tecnologías digitales y metodologías interactivas. En genética médica, se resalta el uso de técnicas como la PCR y la secuenciación avanzada para la identificación de enfermedades hereditarias. En microbiología e inmunología, el diagnóstico molecular es fundamental para la detección de patógenos y el estudio de enfermedades infecciosas, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante brotes epidémicos. Además, en bioquímica, se subraya la necesidad de comprender los procesos moleculares implicados en la fisiopatología de diversas enfermedades. En el ámbito educativo, la biología molecular se ha consolidado como una herramienta clave para la formación de futuros profesionales en salud, impulsando el aprendizaje interdisciplinario y la conexión entre la ciencia básica y su aplicación clínica.

DISCUSIÓN

El diagnóstico molecular se ha consolidado como una herramienta esencial en la investigación biomédica, permitiendo la identificación precisa de patógenos, enfermedades genéticas y otras alteraciones moleculares.

Los resultados obtenidos demuestran el diagnóstico molecular en la investigación se recogen diversos estudios que demuestran la aplicabilidad de estas tecnologías en distintas disciplinas, incluyendo bacteriología, inmunología, oncología y parasitología, entre otras. En el contexto de la pandemia por COVID-19, varios estudios han enfatizado el papel del diagnóstico molecular en el control epidemiológico en el área de inmunología. Rojas et al. (77) validaron el uso de RT-qPCR para la detección del SARS-CoV-2, mientras que Méndez et al. (78) los estandarizaron. Sin embargo, en su contra parte diversos autores han abordado la aplicación del diagnóstico mediante métodos convencionales para la identificación de enfermedades infecciosas. Es por eso, Bascones et al. (79) utilizaron cultivos para identificar bacterias asociadas con enfermedades periodontales, demostrando su utilidad en el tratamiento antimicrobiano específico basándose en una posibilidad en donde pueda ver resultados más sólidos. De manera similar, en el ámbito de la oncología, Romero et al. (80) exploraron en el diagnóstico del cáncer de mama, sin uso de técnicas moleculares también resaltan la importancia de esta técnica en la detección de biomarcadores pronósticos y terapéuticos.

El diagnóstico molecular ha tomado un papel fundamental en la enseñanza de la biología y la medicina, proporcionando una formación más avanzada en la identificación de enfermedades genéticas e infecciosas. Destacando una serie de estudios académicos que analizan estrategias didácticas y metodologías de enseñanza en distintas instituciones y países. Estudio por Arteaga et al. (81), proponen estrategias similares para la enseñanza de biología molecular en la educación media con fines de tener opciones más viables para ciertos diagnósticos, y estudio por Altare (82), que resalta la necesidad de educar a los profesionales de la salud en técnicas moleculares. Otros

estudios, como el de Villalobos Jose (83), evidencian los desafíos de integrar la biología molecular con otras disciplinas científicas centrándose en áreas de biología o genética molecular, lo que demanda metodologías innovadoras en el proceso educativo. Los resultados muestran que la enseñanza del diagnóstico molecular se ha beneficiado del uso de tecnologías avanzadas y metodologías prácticas. Investigaciones como las de Vasquez Yessica (84) sugieren que los docentes deben adoptar estrategias didácticas que fomenten el aprendizaje significativo. Asimismo, estudios como el de la Universidad de Guanajo (85) proponen el uso de la tecnología del ADN recombinante como herramienta de enseñanza en el área de la genética. Sin embargo, algunos estudios presentan diferencias en sus enfoques: mientras que algunos enfatizan el aprendizaje práctico en laboratorios, otros, como el de Casasola et al. (86), destacan la importancia de la enseñanza teórica y la construcción del conocimiento científico en las aulas.

Entre las fortalezas del estudio, se encuentra la amplia integración del diagnóstico molecular en los planes de estudio, lo que prepara a los estudiantes para los desafíos del ámbito clínico e investigativo. No obstante, se identifican debilidades como la falta de acceso a laboratorios bien equipados y la necesidad de una mejor formación docente en técnicas moleculares avanzadas.

El avance del diagnóstico molecular ha revolucionado la medicina y la investigación en salud, permitiendo la identificación temprana y precisa de enfermedades genéticas, infecciosas y oncológicas. Sin embargo, aún existen desafíos en la estandarización de técnicas, la interpretación de resultados y la accesibilidad a estas herramientas en diversas regiones. Por ello, es fundamental incentivar nuevos estudios en biología molecular que amplíen el conocimiento sobre biomarcadores, optimicen métodos como la PCR y la secuenciación de nueva generación (NGS), y mejoren su aplicación en la medicina personalizada. La investigación en este campo no solo fortalecerá el diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer y la COVID-19, sino que también contribuirá al desarrollo de estrategias preventivas y terapias innovadoras. En este sentido, es crucial que las instituciones académicas y científicas continúen promoviendo el estudio del diagnóstico molecular, integrándolo en la educación y fomentando su aplicación en la práctica clínica, asegurando así un impacto positivo en la salud pública y el bienestar de la población.

CONCLUSIÓN

El diagnóstico molecular ha demostrado ser una herramienta crucial en la investigación biomédica, permitiendo la identificación precisa y rápida de patógenos y alteraciones genéticas. Esto facilita la toma de decisiones informadas en el tratamiento y prevención de enfermedades, mejorando los enfoques terapéuticos. Área de inmunología, bacteriología, biología molecular y parasitología hacen uso de técnicas como la PCR y la secuenciación de próxima generación (NGS) son ampliamente utilizadas debido a su alta sensibilidad y especificidad.

En el ámbito educativo, el diagnóstico molecular juega un papel esencial al integrar conocimientos de biología molecular y genética para comprender enfermedades genéticas y desarrollar protocolos diagnósticos. La enseñanza del diagnóstico molecular fomenta el desarrollo de habilidades analíticas y técnicas en los estudiantes, preparándolos para desafíos científicos y promoviendo un aprendizaje interdisciplinario que conecta la ciencia básica con aplicaciones reales.

En el ámbito de la docencia y el diagnóstico molecular juegan un papel crucial al integrar conocimientos de biología molecular y genética para comprender enfermedades genéticas y desarrollar protocolos diagnósticos. La enseñanza del diagnóstico molecular fomenta el desarrollo de habilidades analíticas y técnicas en los estudiantes, preparándolos para desafíos científicos y promoviendo un aprendizaje interdisciplinario que conecta la ciencia básica con aplicaciones reales. Esto revoluciona el diagnóstico clínico en enfermedades infecciosas y cáncer, utilizando técnicas como PCR y secuenciación avanzada.

REFERENCIAS

Bao W, Fu Q, Zhang X et all. The clinical application and laboratory management of molecular genetic diagnosis in children's hospital. Lancet. 2024; 16(2).

Lianidou E, Ahmad P, Ferreira A et all. Advancing the education in molecular diagnostics: The IFCC-Initiative “Clinical Molecular Biology Curriculum” (C-CMBC); A ten-year experience. Clinica Chimica Acta. 2019; 436: p. 5 - 8.

Ong D, Man S, Lindeboom F et all. Comparison of diagnostic accuracies of rapid serological tests and ELISA to molecular diagnostics in patients with suspected coronavirus disease 2019 presenting to the hospital. Clinical Microbiology and Infection. 2020; 26(8).

Pickies J, Stone T, Jacques T. Methylation-based algorithms for diagnosis: experience from neuro-oncology. The Journal of Patology. 2020; 25(/).

Pickles J, Mankad K, Aizpurua M et all. A case series of Diffuse Glioneuronal Tumours with Oligodendroglioma-like features and Nuclear Clusters (DGONC). Neuropathology and Applied Neurobiology. 2020; 11(3).

Pickles J, Fairchild A, Stone T et all. DNA methylation-based profiling for paediatric CNS tumour diagnosis and treatment: a population-based study. The Lancet. 2019; 4: p. 121-130.

INSPI-INSPI. INSPI apertura laboratorio de diagnóstico de biología molecular PCR en la Amazonía. INSPI. 2020.

Diplomado en Biología Molecular y Citogenética. INESEM. 2021.

CIITT. Laboratorio de Biología Molecular y Genética. Universidad Catolica Cuenca. 2021; 2(1).

Centro de Escritura. [Online]; 2022. Acceso 29 de Juliode 2022. Disponible en: https://www.unicauca.edu.co/centroescritura/sites/default/files/documentos/normas_vancouver.pdf.

Santos da Silva BdJIAdMIRdGMCdLRHSE. Identificación molecular de bacterias en salud y enfermedad periodontal. Revista odontológica mexicana. 2021; 23(1).

Avila C MMMBea. Investigación en Biología Molecular y Bioquímica. Encuentros en la biologia. 2019; 12(167).

Maycotte Pyc. Diagnóstico molecular del cáncer de mama: implicaciones pronósticas y terapéuticas Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro. 2020; 58(1): p. 62 - 74.

Huertas C UETM. Diagnóstico molecular una alternativa para la detección de patógenos en alimentos. Scielo. 2019; 19(3).

Pinilla G CCNJ. Diagnóstico molecular de SARS-CoV-2. Scielo. 2021; 18(35).

Rosa HR. Bioseguridad en laboratorios de diagnóstico molecular de SARS-CoV-2 (COVID-19) mediante RT-qPCR. Ciencia America. 2020; 9(2).

Guzmán MG. El Instituto de Medicina Tropical ¨Pedro Kourí¨, IPK, en el enfrentamiento a la COVID-19. Revista Cubana de Medicina Tropical. 2020; 72(2).

León EJGEFLRD. Equidad y respuesta del Sistema Nacional de Salud de Cuba ante la COVID-19. Rev Panam Salud Publica. 2020; 15(44).

Lopes PdA,RdP,AT. Estandarización y validación de una prueba molecular RT-LAMP in house para el diagnóstico de SARS-CoV-2. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2021; 38(1).

de Andrade Santana AAMFOJGdMS,SE. Consideraciones sobre el diagnóstico de COVID-19 y el papel del diagnóstico salival. Revista ADM Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana. 2020; 77(4).

Vega R VJ. Supervivencia de los trabajadores de salud infectados por SARS-CoV-2 en el contexto de la vacunación contra la COVID-19 en el Perú. Anales de la Facultad de Medicina. 2021; 82(2).

M. Martin S MBLFJRFCPGL. Diagnóstico molecular del SARS-CoV-2 en los Laboratorios LIORAD-AICA+: experiencia de un año de trabajo. Anales de la Facultad de Medicina. 2022; 74(2).

Pérez M, Gómez J, Dieguez R. Características clínico-epidemiológicas de la COVID-19. Reflexiones teórico - metodológicas. Acción. 2020; 19(2).

Maguiña C, Gastelo R, Tequen A. El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19. Correo Científico Médico. 2020; 31(2).

Arteaga Ó, Fuentes A. COVID-19 EN AMÉRICA LATINA: MÁS ALLÁ DE LOS DATOS EPIDEMIOLÓGICOS. Multimed. 2020; 16(3).

Khan S, Liu J, Xue M. Transmisión de SARS-CoV-2, Desarrollos Requeridos en Investigación y Preocupaciones de Salud Pública Asociadas. DOCERE. 2020; 9(7).

Fernandez R MSMSea. Consenso para la consejería genética y diagnóstico molecular oncológicos: Declaración de Punta Arenas. Scielo. 2020; 151(9).

Dacal E KPCD. Diagnóstico molecular de parasitosis intestinales. Sciencie Direct. 2020; 38(1): p. 24-31.

de León M EJGEFLGJ. Diagnóstico molecular indirecto en estudio de familias con hemofilia en Pinar del Río. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río. 2022; 26(4).

Navarro AS, Jones EA, Orellana BU, Guzmán VC, Lillo DS. Estrategias didácticas para la enseñanza de la biología molecular y la biotecnología, en estudiantes de educación media. Scielo: Ix Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 2013.

Farfán M. Laboratorio: Aplicación clínica-Biología molecular aplicada al diagnóstico clínico. Revista Médica Clínica Las Condes. 2015; 26.

Moreno AL. Retos en la enseñanza de la biología molecular y la bioquímica en las carreras del área de la salud. Unirioja. 2015; 4: p. 26-39.

Méndez Méndez E, Arteaga Quevedo Y. Una mirada a las estrategias didácticas para la enseñanza de la genética. Revista Omnia. 2016; 22: p. 61-73.

Espinosa E, González K, Hernández L. Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. Universidad Libre Colombia. 2016; 12: p. 266-281.

Maritza Angarita Merchán MITCAKDT. Técnicas de Biología Molecular en el desarrollo de la investigación. Revisión de la literatura. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2017; 16.

Sergio Giovanny Bernal SRGD. Unidad didáctica: tecnología del ADN recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular. Revista - Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. 2017; 10.

Sergio Talavera Vargas-Machuc IGFHDRFAMLFL,MLGG. Diagnóstico molecular de síndrome de Smith-Magenis por MLPA (Multiplex Ligation-dependent Probe Amplification). Scielo Perú. 2017; 17.

Lizarazo AM. Enseñanza del dogma central de la biología molecular, y su relación con la alelopatía mediante UEPS en la institución educativa Camilo Mora Carrasquilla. Universidad Nacional de Colombia. 2019.

Bidinosta C, Pagnonia S, Martíneza H, Rosa AL. Nuevas herramientas diagnósticas de biología molecular en enfermedades neuromusculares. Revista Médica Clínica Las Condes. 2018 ; 29: p. 544-552.

Ramos ERQ. Didáctica en la enseñanza de la Biología Celular en estudiantes preuniversitarios. Revista Estudio Idea. 2020; 1.

Sierra M, Alcala O, Serret J et all. Analysis of the clinical impact of the diagnostic reclassification of brain gliomas according to the World Health Organization classification. Portal Regional da BVS. 2019; 69(10): p. 402-408.

Quintero C, Salafia C, Pennacchio G et all. Diagnóstico molecular de Neisseria gonorrhoeae en Mendoza. Medicina & Salud. 2019; 18(2).

TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS. NPunto. 2020; III.

Giri B, Pandey S, Shrestha R et all. Review of analytical performance of COVID-19 detection methods. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2021; 413: p. 35–48.

Aguilar P, Enriquez Y, Quiroz C et all. Pruebas diagnósticas para la COVID-19: la importancia del antes y el después. Horizonte Médico (Lima). 2020; 20(2).

Martinez E, Diez A, Ibañez L et all. Diagnóstico radiológico del paciente con COVID-19. Radiología. 2020; 11(6).

Rojas J, Correa G. Algunos aportes profesionales del biólogo en el perú en el campo de la salud pública. The Biologist. 2020; 18(1).

Palaz F, Kerem A, Tozluyurt A et all. CRISPR-based tools: Alternative methods for the diagnosis of COVID-19. Clinical Biochemistry. 2021; 89: p. 1-13.

Delafiori J, Navarro L, Focaccia R et all. Covid-19 Automated Diagnosis and Risk Assessment through Metabolomics and Machine Learning. Analytical Chemistry. 2021; 93(4).

Suleman S, Shukla S, Malhotra N et all. Point of care detection of COVID-19: Advancement in biosensing and diagnostic methods. Chemical Engineering Journal. 2021; 414(15).

Toga G, Atalay B, Duran M. COVID-19 prevalence forecasting using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Artificial Neural Networks (ANN): Case of Turkey. Journal of Infection and Public Health. 2021; 14(7): p. 811-816.

Abanoud R, Pokorna A, Attia S et all. Prevalence of COVID-19 Vaccine Side Effects among Healthcare Workers in the Czech Republic. Journal of Clinical Medicine. 2021; 10(7).

Espallargues M, Blanco L, Colas L. Secuenciación de nueva generación (NGS) para el diagnóstico molecular y selección de dianas terapéuticas en enfermedades oncológicas: ficha de evaluación de tecnologías sanitarias nuevas y emergentes. Medicina & Salud. 2021; 8(2).

Tzur D, Krieger I, Kridin K et all. COVID-19 Prevalence and Mortality Among Schizophrenia Patients: A Large-Scale Retrospective Cohort Study. Schizophrenia Bulletin. 2021; 47(5): p. 1211–1217.

Alonso ED, Frias AR. Un sistema de tareas docentes desarrolladoras, en la enseñanza de Biología molecular y celular II, una alternativa para contribuir a potenciar el aprendizaje desarrollador. Universidad del Pinar del Río. 2022.

Santos GELIFPSCMÁVMELRLRORMP. Enseñanza no presencial en la carrera Licenciatura en Bioquímica y Biología Molecular ¿Emergencia o permanencia? Serie Científica; Universidad de las Ciencias Informáticas. 2022; 15.

Nieto Condo V. Diseño de implementación de un laboratorio de biología molecular. Universidad Técnica de Ambato. 2022.

Aparecida S, Borges F. Diagnosis of COVID-19 in clinical analysis laboratories. Research, Society and Development. 2022; 11(1).

Perez M, Guarnizo C, Buitrago G et all. Asbesto como carcinógeno ocupacional en Colombia: desde la biología molecular hasta la salud pública. Revista Colombiana de Cancerología. 2022; 26(2).

Kuhlmann P, Acuña L, Vizcaychipi K et all. Implementación de un laboratorio de nivel de bioseguridad 2 para diagnóstico molecular de SARS-COV-2 en Puerto Iguazú, Misiones. Revista Argentina De Salud Pública. 2022; 14.

Romero CC. Enseñanza de la biología molecular en una Universidad de Bogotá. 2023.

Jessica Verdezoto CCVN. Estrategia de enseñanza de Biología Molecular para la edición genética In Silico: Una experiencia disruptiva. Revista CPI Ciencias Pedagógivas e Innovación. 2023; 11.

Escofet SEN, Betancourt LAA, Castillo BLD, Arbella YC, Arrieta SN. Efectividad de una metodología de aprendizaje profesional basada en proyectos en la asignatura Biología Molecular. Scielo. 2023; 15.

Ondina María Lemus Cosme GdlMRPABCVOEHM. Las prácticas de laboratorio en Biología Molecular y Celular. Su relacion con el aprendizaje. Ciencias y educación. 2023; 4.

Ramírez RF, Margarit S, Morales S, Lázaro C, Álvarez S, Martín ES, et al. Consenso para la consejería genética y diagnóstico molecular oncológicos: Declaración de Punta Arenas. Revista Médica de Chile - Scielo. 2023; 151.

Arias AP. Genética molecular en el aula. Universidad del Valladolid. 2023.

Tamami M. Guía didáctica multimedia para el aprendizaje del ADN en estudiantes de primer año de Bachillerato de la “Unidad Educativa San Pedro” de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar. Universidad Nacional de Educación UNAE. 2023.

Ardila M, Villadiego Y, Herrera L et all. Detección molecular de infección natural por parásitos tripanosomátidos en Didelphis marsupialis de una zona rural del norte de Colombia. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2023; 40(1).

Torró LdP. Guía docente de Técnicas de Análisis Molecular para la Detección de Protozoos Parásitos. Universidad de Granada. 2024-2025.

Carlos Marcillo Carvajal GNMLAAVCMJZL. Técnicas de biología molecular en el diagnóstico de enfermedades infecciosas. Polo del conocimiento. 2024; 9.

María de los Ángeles Huachi Montero LMDMA. Integración de la enseñanza de la ley de la herencia del ADN en la didáctica de las ciencias naturales: Perspectivas, desafíos y estrategias educativas. Polo del Conocimiento. 2024; 9.

Cikntovic M. Diagnóstico molecular en el laboratorio clínico. Universidad de Antofagasta. 2024.

López BA. Estrategias didácticas para la enseñanza de los ácidos nucleicos en biología molecular. Universidad de Valladolid. 2024.

Sarmiento A. Nuevas tecnologías para el diagnóstico molecular de enfermedades infecciosas. ReactLab. 2024.

Monreal C. Desarrollo de métodos de diagnóstico molecular de enfermedades virales, bacterianas y fúngicas. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. 2024.

Gabriela Naranjo CTCMDAVUGVVCJRRI. Propuesta metodológica para la enseñanza de la biomedicina orientada a las herramientas de detección y diagnóstico molecular para estudiantes de Medicina Propuesta metodológica para la enseñanza de la biomedicinaorientada a herramientas de detección. El Sevier. 2025; 26.

Nancy Rojas-Serrano PLPMHN. VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA PRUEBA DE RT-PCR EN TIEMPO REAL IN HOUSE PARA LA DETECCIÓN DE SARS-CoV-2 USANDO UN GEN ESPECÍFICO RdRp Y CONTROL ENDÓGENO GAPDH. Peru Med Exp Salud Publica. 2021; 38(4).

María Elizabeth Méndez Tibambr ZJRPDD. Método LAMP como alternativa diagnostica. Colomb. Cienc. Quím. Farm.. 2021; 50(3).

Bascones Martinez a FRE. Las enfermedades periodontales como infecciones bacterianas. Avances en Periodoncia. 2005; 17(3).

Romero E. TÉCNICAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA. Universidad Europea Centro Profesional. 2022; 3(5).

Eduardo Méndez Ménde YAQ. Una mirada a las estrategias didácticas para la enseñanza de la genética. Omnia. 2016; 22(1).

Altare. Descifrando la Vida: El Impacto de la Biología Molecular en la Salud Humana. Altare, salud con alta resolución. 2025; 2(1).

Antúnez JVV. LA BIOÉTICA Y LOS DESAFÍOS DE FUTURO. Universidad del Zulia. 2021; 37(96).

Vásquez-Calderón YY. Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes. Episteme Koinonía. 2024; 7(1).

Guanajuato Ud. Tecnología del ADN recombinante. Nodo Universitario. 2021; 2(3).

Rivera WC. El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. Comunicación. 2020; 29(1).

Colín A GJSMBLLJVF. Prevalencia de infecciones de transmisión sexual diagnosticadas por métodos de biología molecular en una población de Paraguay. Revista de salud publica del Paraguay. 2021; 11(2).

FRONTANILLA T, CÁCERES R, SAMANIEGO R, ORTIZ X, HENNING R. Prevalencia de infecciones de transmisión sexual diagnosticadas por métodos de biología molecular en una población de Paraguay. Centro de documentacion y recursos pedagogicos. 2021; 11(2).

Diz Mellado OM. TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS. NPunto. 2020; 3(30).