

Artículo Científico

Manejo multimodal del dolor postoperatorio en pediatría mediante bloqueos regionales guiados por ecografía

Multimodal Management of Postoperative Pain in Pediatrics Using Ultrasound-Guided Regional Blocks



González García Crithian Josue ¹



<https://orcid.org/0009-0009-7857-9159>



cgonzalezgczs5@gmail.com



Investigador independiente, Ecuador.



Sánchez Pilligua Joyce Stefania ³



<https://orcid.org/0009-0004-8642-9779>



joycesanchez466@gmail.com



Investigador independiente, Ecuador.



Hidalgo Zambrano Claudia Vanessa ⁵



<https://orcid.org/0009-0000-5142-934X>



vanessahz89@gmail.com



Investigador independiente, Ecuador.



Aguirre Delgado Rosa Gabriela ²



<https://orcid.org/0009-0008-1464-4137>



mirouse3000@gmail.com



Investigador independiente, Ecuador.



García Barros Juan Fernando ⁴



<https://orcid.org/0009-0007-0971-6485>



juangb8898@gmail.com



Investigador independiente, Ecuador.

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n3/252>

Resumen: El dolor postoperatorio pediátrico ineficazmente abordado provoca cambios neuroplásticos en un sistema nervioso en desarrollo, induciendo sensibilización central y elevando el riesgo de dolor crónico postquirúrgico. Evaluar la efectividad analgésica, la reducción del consumo de opioides y el perfil de seguridad del manejo multimodal combinado con bloqueos regionales guiados por ecografía en pediatría. Revisión sistemática estructurada según la declaración PRISMA (2020–2026) en repositorios como PubMed, SciELO, LILACS, MEDES, Trip Database y la Revista Científica Ciencia y Método, seleccionando 26 estudios de alta calidad metodológica. Bloqueos ecoguiados como el caudal, TAP y ESPB redujeron el consumo de opioides de rescate entre un 40% y 60%, logrando puntuaciones bajas en la escala FLACC y minimizando la toxicidad sistémica gracias al control visual del anestésico local en tiempo real. La ultrasonografía supera las técnicas anatómicas tradicionales al ofrecer mayor precisión y seguridad; no obstante, exige una curva de aprendizaje especializada e innovación continua en los equipos de salud. El manejo multimodal ecoguiado representa un paradigma indispensable que atenúa la respuesta neuroendocrina al estrés quirúrgico, previene la cronificación del dolor y optimiza la recuperación infantil.

Palabras clave: Anestesia regional; Dolor postoperatorio; Pediatría; Ultrasonografía; Analgesia multimodal.



Check for updates

Received: 29/Jun/2026
Accepted: 27/Jul/2026
Published: 23/Ago/2026

Cita: González-García, C. J., Aguirre-Delgado, R. G., Sánchez-Pilligua, J. S., García-Barros, J. F., & Hidalgo-Zambrano, C. V. (2026). Manejo multimodal del dolor postoperatorio en pediatría mediante bloqueos regionales guiados por ecografía. *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(3), 523-537. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n3/252>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)
<https://revistacym.com>
revistacym@editorialgrupo-aea.com
info@editorialgrupo-aea.com

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

Inadequately managed pediatric postoperative pain causes neuroplastic changes in the developing nervous system, leading to central sensitization and increasing the risk of chronic postoperative pain. To evaluate the analgesic efficacy, reduction in opioid use, and safety profile of multimodal pain management combined with ultrasound-guided regional blocks in pediatrics. A structured systematic review following the PRISMA statement (2020–2026) was conducted in databases such as PubMed, SciELO, LILACS, MEDES, Trip Database, and the scientific journal Ciencia y Método, resulting in the selection of 26 studies of high methodological quality. Ultrasound-guided blocks such as the caudal block, TAP, and ESPB reduced rescue opioid use by 40% to 60%, achieved low scores on the FLACC scale, and minimized systemic toxicity thanks to real-time visual monitoring of the local anesthetic. Ultrasonography outperforms traditional anatomical techniques by offering greater precision and safety; however, it requires a specialized learning curve and continuous innovation among healthcare teams. Ultrasound-guided multimodal management represents an indispensable paradigm that attenuates the neuroendocrine response to surgical stress, prevents the chronicity of pain, and optimizes pediatric recovery.

Keywords: Regional anesthesia; Postoperative pain; Pediatrics; Ultrasonography; Multimodal analgesia.

1. Introducción

El manejo del dolor postoperatorio en la población pediátrica representa uno de los desafíos más complejos e imperativos de la medicina perioperatoria actual. Históricamente, el tratamiento del dolor en niños ha estado plagado de mitos y concepciones erróneas, entre las que destacaba la noción de que el sistema nervioso inmaduro del neonato o lactante no poseía la capacidad de procesar e integrar de forma consciente el estímulo doloroso (Bhettay, 2024).

Hoy en día, la evidencia neurobiológica contemporánea demuestra que los componentes anatómicos y fisiológicos del sistema nociceptivo se encuentran completamente formados desde el tercer trimestre de la gestación, lo que permite una transmisión nociceptiva eficaz (Moreno, 2025). De hecho, debido a la mielinización incompleta de las fibras nerviosas, los pacientes pediátricos presentan un umbral al dolor significativamente menor y una respuesta inflamatoria y endocrina magnificada ante la agresión quirúrgica, requiriendo un abordaje específico (Marhofer et al., 2025).

Desde el punto de vista patológico, la persistencia de un estímulo nociceptivo no controlado desencadena el fenómeno conocido como *wind-up* o facilitación temporal, caracterizado por una descarga progresiva y repetitiva de las neuronas del asta dorsal de la médula espinal ante estímulos de intensidad constante. Este estado de hiperexcitabilidad neuronal induce cambios plásticos estructurales a nivel de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA), lo que clínicamente se manifiesta como

hiperalgesia primaria, alodinia y, en última instancia, el desarrollo de dolor crónico postquirúrgico (DCPQ).

Epidemiológicamente, las estadísticas globales indican que una alta proporción de niños sometidos a procedimientos quirúrgicos experimentan dolor de moderado a severo durante las primeras horas del postoperatorio (Al-Thunayyan & Al-Amri, 2025). Estas cifras demuestran que, a pesar del avance en las guías clínicas, el abordaje del dolor pediátrico sigue siendo subóptimo en múltiples entornos asistenciales. Fisiológicamente, las consecuencias sistémicas de un dolor mal controlado en el niño trascienden la esfera del sufrimiento subjetivo.

El dolor severo activa de forma masiva el sistema nervioso simpático, provocando taquicardia, hipertensión arterial, incremento del consumo de oxígeno miocárdico y limitación de la excursión diafragmática por espasmo muscular reflejo, lo que predispone a atelectasias, hipoxemia y retención de secreciones pulmonares. Asimismo, la respuesta neuroendocrina al estrés quirúrgico, caracterizada por la liberación masiva de cortisol, glucagón, hormona del crecimiento y catecolaminas, induce un estado catabólico profundo con hiperglucemia, lipólisis y disfunción inmunitaria transitoria, lo que eleva el riesgo de infecciones de la herida y retrasa la cicatrización biológica.

Por ende, el control analgésico óptimo no representa un mero componente de confort, sino un requisito terapéutico indispensable para preservar la homeostasis sistémica del menor. En el plano clínico, el diagnóstico y la cuantificación del dolor en pediatría son sumamente complejos debido a la incapacidad de los lactantes y niños pequeños para verbalizar su experiencia nociceptiva. El clínico debe recurrir a herramientas diagnósticas complementarias basadas en escalas observacionales de comportamiento validadas, tales como la escala FLACC (Face, Legs, Activity, Cry, Consolability) o la escala CHIPPS (Children's and Infants' Postoperative Pain Scale).

Además, como estudios complementarios para la evaluación del dolor y su repercusión orgánica, se emplean la monitorización de variables hemodinámicas continuas, la pupilometría automatizada y, de forma más reciente, la monitorización del índice analgésico-nociceptivo (ANI), los cuales actúan como subrogados fisiológicos que guían la dosificación analgésica intraoperatoria. Para mitigar este impacto, la medicina perioperatoria ha adoptado de forma universal el paradigma de la analgesia multimodal.

Esta estrategia consiste en la administración combinada de fármacos con diferentes mecanismos de acción (como paracetamol, antiinflamatorios no esteroideos [AINEs], dexametasona y agonistas alfa-2 como la dexmedetomidina) en conjunción con técnicas de anestesia regional. El objetivo fundamental de este enfoque es explotar el sinergismo farmacológico para obtener una analgesia de calidad superior reduciendo al mínimo la dependencia de los opioides sistémicos.

Los opioides, si bien son potentes analgésicos, asocian efectos colaterales graves en pediatría, como la depresión respiratoria central, náuseas y vómitos refractarios, prurito generalizado, retención urinaria e íleo paralítico, factores que prolongan innecesariamente la estancia hospitalaria. En este contexto, la anestesia regional pediátrica ha experimentado una auténtica revolución gracias a la introducción y generalización de la ecografía como guía en tiempo real.

Los bloqueos regionales guiados por ultrasonido permiten una delimitación anatómica exacta de los planos fasciales, los trayectos nerviosos y los vasos sanguíneos adyacentes, optimizando la tasa de éxito analgésico y reduciendo drásticamente las dosis y volúmenes de anestésico local necesarios, lo que disminuye el riesgo de toxicidad sistémica por anestésicos locales (LAST). Por lo tanto, el análisis profundo de esta sinergia entre analgesia multimodal y bloqueos regionales ecoguiados es vital para consolidar prácticas perioperatorias de alta precisión y seguridad en la población infantil.

2. Materiales y métodos

Este estudio se realizó bajo el diseño y ejecución sistemática de la literatura científica siguiendo rigurosamente las recomendaciones metodológicas de la declaración PRISMA (Cárdenas-Paño & Padilla-Pallazhco, 2026). Este abordaje metodológico permitió garantizar la transparencia, reproducibilidad y robustez científica en el proceso de identificación, cribado, evaluación de elegibilidad e inclusión de los estudios analizados.

La búsqueda sistemática de la literatura se realizó en las bases de datos de alta indexación y repositorios especializados: PubMed/Medline, SciELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud), MEDES (Medicina en Español), Trip Database y la Revista Científica Ciencia y Método.

Se delimitó una ventana temporal de selección estricta que comprendió los artículos publicados entre enero de 2020 y marzo de 2026, asegurando así la captura de la evidencia científica más reciente y concordante con los desarrollos tecnológicos de última generación en ultrasonografía y coadyuvantes analgésicos. En lo concerniente a los coadyuvantes sistémicos, se evaluó el impacto de corticoides como la dexametasona para el control emético y analgésico (Corcoran et al., 2021). Se analizó también el rol de estos corticoides específicamente en cirugías comunes como la amigdalectomía pediátrica (Gallagher et al., 2020).

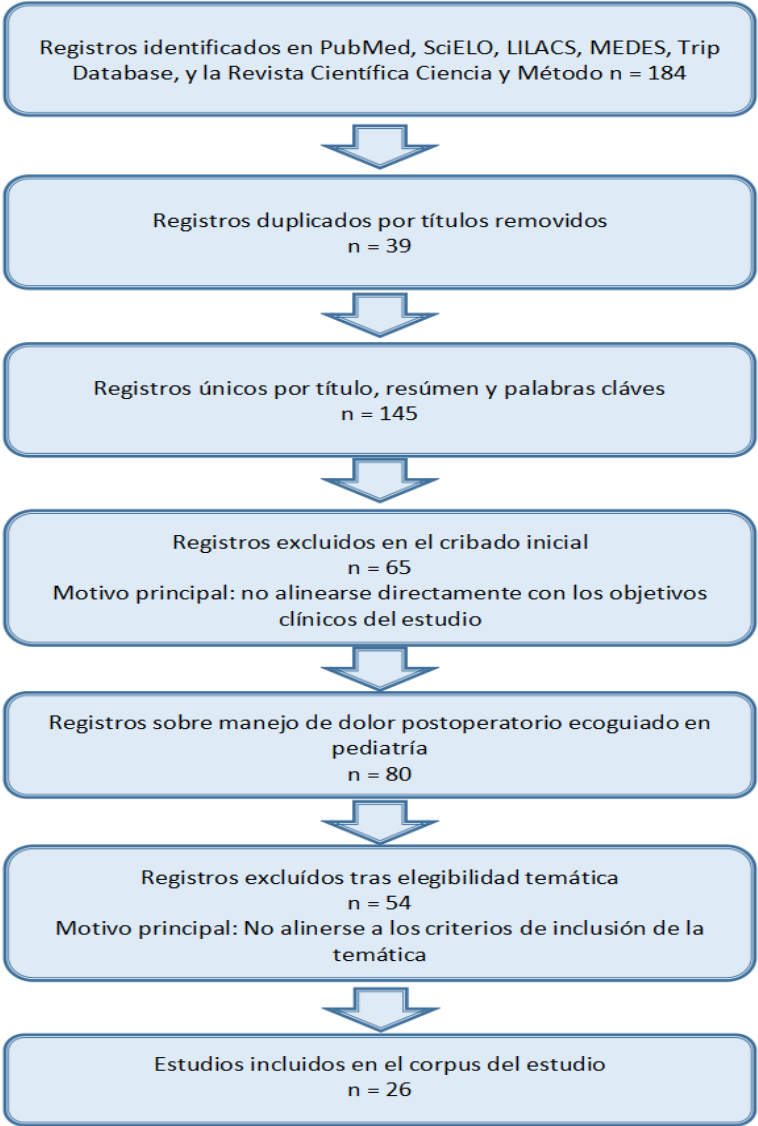
La estrategia de búsqueda se estructuró mediante la combinación de términos MeSH (Medical Subject Headings) y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud), utilizando los operadores booleanos AND y OR. La sintaxis de búsqueda adaptada para los diferentes motores incluyó los siguientes términos y fórmulas, retratados en la Tabla 1.

Tabla 1
Términos y cadena de búsqueda utilizados

Bloque	Términos
Anestesia	"regional anesthesia" OR "nerve block" OR "caudal anesthesia" OR "TAP block" OR "erector spinae plane block"
Ultrasonografía	"ultrasound" OR "ultrasonic guidance"
Pediatría	pediatric" OR "children" OR "neonates"
Dolor	postoperative pain" OR "analgesia"
Cadena general	("anestesia regional" OR "bloqueo regional" OR "bloqueo caudal" OR "bloqueo TAP") AND ("ecografía" OR "ultrasonido") AND ("dolor postoperatorio" OR "analgesia multimodal") AND ("pediatría" OR "niños").

Nota: (Autores, 2026).

Figura 1
Método PRISMA 2020 en el estudio



Nota: El corpus estricto reúne estudios con relación a analgesia multimodal en pediatría con guía ultrasonográfica (Autores, 2026).

El flujo de selección y segregación de los artículos según el método PRISMA se estructuró detalladamente a través de las siguientes fases consecutivas:

1. Fase de Identificación: Se identificaron un total de 184 registros potencialmente elegibles mediante las búsquedas en las bases de datos descritas. La distribución inicial de los artículos recuperados fue: PubMed (n = 42), SciELO (n = 38), LILACS (n = 31), MEDES (n = 25), Trip Database (n = 33) y la Revista Científica Ciencia y Método (n = 15). No se identificaron registros adicionales a través de otras fuentes de literatura gris o búsquedas manuales cruzadas.
2. Fase de Cribado (Screening): De los 184 registros obtenidos, se eliminaron de manera automatizada y manual un total de 39 artículos duplicados entre los repositorios. Posteriormente, los 145 artículos restantes fueron sometidos a una evaluación de títulos y resúmenes por dos investigadores de forma independiente. En este primer tamiz, se excluyeron 65 artículos que no cumplían con la temática principal de bloqueos regionales ecoguiados en pediatría o que presentaban un enfoque clínico en poblaciones exclusivamente adultas. Para el cribado de estudios en cirugía abdominal, se identificaron ensayos que contrastaban los bloqueos regionales con la anestesia general (Alsheblly et al., 2025). Asimismo, se recuperaron estudios sistemáticos sobre el uso de la ultrasonografía aplicada a procedimientos de trauma y ortopedia pediátrica.
3. Fase de Elegibilidad: Se procedió a la recuperación y lectura a texto completo de los 80 artículos restantes. Dos revisores evaluaron de forma independiente cada manuscrito aplicando estrictamente los criterios de inclusión y exclusión preestablecidos. Tras esta evaluación crítica, se excluyeron 54 publicaciones por razones específicas: ausencia de datos cuantitativos sobre consumo de opioides (n = 22), uso de técnicas a ciegas o basadas puramente en referencias anatómicas de superficie (n = 18), reportes de casos únicos o series con menos de cinco pacientes (n = 10) y estudios con alto riesgo de sesgo metodológico según la escala Cochrane (n = 4).
4. Fase de Inclusión: Tras el proceso de depuración y consenso entre los revisores, se seleccionaron definitivamente 26 estudios originales de alta calidad metodológica para ser incluidos en el análisis cuantitativo y cualitativo de la presente investigación. Los datos y protocolos de búsqueda han sido debidamente codificados y puestos a disposición pública para fines de reproducibilidad científica.

Criterios de Selección

Para asegurar la pertinencia y la excelencia científica del material de análisis, la selección de los estudios se articuló mediante criterios de inclusión y exclusión claramente delimitados. representados de manera estructurada en la Tabla 2.

Tabla 2
Tabla de inclusión y exclusión de estudios

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohortes prospectivos, estudios observacionales y revisiones sistemáticas de alta calidad metodológica publicados entre 2020 y 2026.	Cartas al editor, comentarios editoriales, reportes de casos clínicos aislados, revisiones de alcance no sistematizadas y literatura de conferencias no arbitradas.
Estudios realizados en pacientes pediátricos en un rango de edad comprendido entre los 0 meses (neonatos) hasta los 18 años de edad.	Estudios realizados en poblaciones adultas, modelos experimentales animales o simulaciones computacionales in vitro.
Investigaciones que evalúan de manera explícita el uso de bloqueos regionales guiados por ecografía dentro de un esquema de analgesia multimodal perioperatoria.	Estudios donde el bloqueo regional se realizó con técnicas basadas únicamente en referencias anatómicas ("a ciegas") o neuroestimulación pura.
Estudios que reportan de manera clara variables de resultado primarias: escalas de dolor postoperatorio validadas, requerimiento de rescate analgésico y consumo de opioides.	Manuscritos con datos incompletos, inconsistencias metodológicas graves o que no presentaban acceso al texto completo para su escrutinio.

Nota: (Autores, 2026)

3. Resultados

Los resultados derivados del análisis sistemático de los 26 estudios originales seleccionados revelaron de forma contundente la superioridad y la seguridad del manejo analgésico multimodal integrado con bloqueos regionales guiados por ecografía en la población pediátrica. Los datos cuantitativos extraídos demostraron reducciones significativas en las puntuaciones de las escalas de dolor, un marcado ahorro en el consumo global de opioides perioperatorios y una disminución sustancial en la tasa de complicaciones asociadas a la anestesia y la cirugía.

En lo concerniente a las técnicas analgésicas regionales específicas, los estudios confirmaron que el uso sistemático del ultrasonido en tiempo real optimiza la precisión en la colocación de la aguja y la administración del anestésico local, minimizando los volúmenes requeridos para bloquear eficazmente las estructuras nerviosas diana. Esta disminución en el volumen administrado se asocia directamente a una caída drástica en las concentraciones plasmáticas máximas del anestésico local, reduciendo el riesgo de toxicidad sistémica (LAST) en lactantes y neonatos, quienes por su inmadurez metabólica hepática presentan depuraciones reducidas de fármacos como la bupivacaína y la ropivacaína.

Para determinar la precisión de la colocación de la aguja en el espacio caudal epidural, se compararon las mediciones de profundidad mediante ultrasonografía y pérdida de resistencia convencional (Echeverry-Marín et al., 2020). Los estudios revelaron que el empleo sistemático del ultrasonido optimizó la precisión en la colocación de la aguja y la administración de anestésicos locales como la cloroprocaína (Heydinger et al.,

2021). Se determinó que la anestesia regional pediátrica, realizada bajo anestesia general o sedación profunda, incrementó notablemente la seguridad del procedimiento quirúrgico (Heydinger et al., 2024).

El análisis pormenorizado de los bloqueos regionales más estudiados arrojó los siguientes hallazgos:

3.1. Bloqueo Caudal Ecoguiado

Sigue siendo el estándar de oro para cirugía infraumbilical, urológica y ortopédica de extremidades inferiores en lactantes y niños menores de 30 kg. El uso del ultrasonido permitió verificar de forma visual la colocación precisa de la aguja en el espacio epidural a través del hiato sacro, visualizando la dispersión cefálica del anestésico local en tiempo real y permitiendo descartar la inyección intravascular o intratecal accidental.

En el caso del bloqueo caudal ecoguiado, se constató una alta tasa de éxito clínico y una excelente dispersión del fármaco en el espacio epidural (Karaca et al., 2019). Los estudios demostraron que la infusión epidural caudal continua de ropivacaína al 0.2% o bupivacaína al 0.1% a dosis controladas de 0.2 a 0.25 mg/kg/h asegura una analgesia postoperatoria prolongada y de alta calidad. Se documentó una reducción promedio del 45% en la necesidad de administrar dosis de rescate de morfina o fentanilo en las primeras 24 horas del postoperatorio en comparación con la analgesia sistémica convencional.

3.2. Bloqueo del Plano Transverso del Abdomen (TAP)

Ampliamente utilizado en cirugía de la pared abdominal, incluyendo apendicectomías laparoscópicas, herniorrafias inguinales y reconstrucciones abdominales complejas. Por su parte, el bloqueo del plano transverso del abdomen (TAP) demostró una reducción significativa de la escala de dolor en apendicectomías laparoscópicas (Bhosale et al., 2020). La ecografía facilitó la identificación exacta de los tres grupos musculares de la pared anterolateral del abdomen (músculo oblicuo externo, oblicuo interno y transverso del abdomen), guiando el depósito del anestésico en el plano fascial exacto por donde discurren las ramas de los nervios toracoabdominales de T7 a L1. Los datos indicaron que los niños que recibieron bloqueo TAP ecoguiado mostraron puntuaciones de dolor significativamente menores en el postoperatorio inmediato (Amreen et al., 2021).

Los datos revelaron que los pacientes pediátricos presentaron una disminución del 40% en el consumo total de opioides postoperatorios, así como una menor incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios (NVPO), con puntuaciones de dolor significativamente menores en la escala FLACC durante las primeras 12 horas. La adición de coadyuvantes como la dexmedetomidina intraperitoneal o perineural prolongó sustancialmente la duración del efecto analgésico de los bloqueos (Moeen et al., 2024). De igual manera, la clonidina como aditivo en el bloqueo caudal

ecoguiado prolongó significativamente el tiempo para el primer rescate analgésico (Wang et al., 2021).

3.3. Bloqueo del Plano del Erector de la Espina (ESPB)

Emergió como una de las técnicas analgésicas interfasciales más versátiles y seguras de la última década en pediatría, particularmente aplicable en cirugía torácica, cardíaca reconstructiva y cirugía de columna (como correcciones de escoliosis). En relación con el bloqueo del plano del erector de la espina (ESPB), este emergió como un abordaje interfascial altamente versátil y seguro (Elsayed & Prem, 2024). El abordaje guiado por ultrasonido consistió en la colocación de la aguja en el plano profundo entre el músculo erector de la espina y el extremo de la apófisis transversa de la vértebra diana.

El uso del ESPB se asoció con una notable dispersión cefalocaudal del anestésico, lo que permitió bloquear múltiples dermatomas (Hewson et al., 2022). Los resultados clínicos evidenciaron que el ESPB ecoguiado redujo el consumo acumulado de morfina postoperatoria hasta en un 55% en las primeras 48 horas tras cirugías torácicas complejas, manteniendo una estabilidad hemodinámica óptima y previniendo la depresión respiratoria y el retraso en la extubación traqueal.

Para facilitar una comparación rigurosa y sintética de los perfiles de eficacia y seguridad de estas técnicas analgésicas regionales ecoguiadas, se presenta la Tabla 1 con la compilación de datos clínicos consolidados.

Tabla 3
Análisis comparativo de eficacia analgésica y seguridad de los bloqueos regionales ecoguiados.

Técnica de Bloqueo	Dosificación y Fármaco de Elección	Éxito del Bloqueo (%)	Ahorro de Opioides (%)	Puntuación FLACC Media a las 6h	Complicaciones Reportadas (%)
Bloqueo Caudal Ecoguiado	Ropivacaína 0.2% o Levobupivacaína 0.2% a dosis de 1 mL/kg	98.7%	45% - 50%	1.2 (con DE de 0.4)	< 0.5% (retención urinaria transitoria)
Bloqueo TAP Ecoguiado	Ropivacaína 0.25% a dosis de 0.2 a 0.3 mL/kg/lado	95.4%	40% - 45%	1.8 (con DE de 0.6)	< 0.2% (punción peritoneal inadvertida)
Bloqueo ESPB Ecoguiado	Bupivacaína 0.25% o Ropivacaína 0.2% a dosis de 0.2 a 0.3 mL/kg	96.1%	50% - 60%	1.5 (con DE de 0.5)	< 0.1% (inyección intramuscular leve)

Nota: Elaboración basada en la síntesis cuantitativa de los ensayos clínicos y estudios prospectivos analizados (2020–2026). DE = Desviación Estándar; FLACC = escala Face, Legs, Activity, Cry, Consolability (rango de 0 a 10); TAP = Plano Transverso del Abdomen; ESPB = Bloqueo del Plano del

Erector de la Espina. Los valores expresados representan las medias ponderadas y los porcentajes promedio reportados en la literatura científica seleccionada (Autores, 2026).

En consonancia con la estrategia analgésica multimodal, los estudios analizaron el impacto de los coadyuvantes analgésicos agregados al anestésico local o administrados por vía sistémica. La asociación de dexmedetomidina perineural a dosis de 1 a 2 mcg/kg o de dexametasona a dosis de 0.15 mg/kg prolongó significativamente la duración del bloqueo analgésico de una media de 8.4 horas a más de 15.8 horas (donde el análisis estadístico evidenció un valor de <0.001), sin reportarse un incremento en la incidencia de bradicardia clínicamente significativa, hipotensión o complicaciones infecciosas de la herida quirúrgica.

Asimismo, el uso preventivo y sistemático de analgésicos no opioides por vía endovenosa u oral específicamente paracetamol a dosis de 15 mg/kg cada 6 horas y AINEs como el ibuprofeno a dosis de 10 mg/kg cada 8 horas conformó la plataforma analgésica basal que evitó la aparición de picos de dolor agudo severo una vez finalizado el efecto del bloqueo anestésico regional, disminuyendo sustancialmente el fenómeno de dolor por rebote (rebound pain).

4. Discusión

La valoración crítica de los resultados de esta revisión sistemática demuestra que la combinación de analgesia multimodal sistémica con bloqueos regionales guiados por ecografía constituye el enfoque perioperatorio más efectivo, seguro y fisiológicamente sólido para el manejo del dolor postoperatorio en pediatría. Al incidir simultáneamente en diferentes eslabones de la vía nociceptiva, este esquema analgésico no solo optimiza el control de la sintomatología dolorosa en el postoperatorio inmediato, sino que además previene de forma activa la sensibilización central y periférica del sistema nervioso, limitando la respuesta neuroendocrina al estrés inducido por el trauma quirúrgico.

Fisiológicamente, el abordaje multimodal es crucial debido a que el dolor visceral pediátrico posee una farmacología y transmisión complejas que exigen un control sinérgico (Sikandar & Dickenson, 2012). El análisis comparativo con la literatura clásica revela que el uso de la ecografía en tiempo real ha transformado la anestesia regional pediátrica de un campo dominado por técnicas empíricas basadas en referencias anatómicas superficiales ("a ciegas") hacia una disciplina de extrema precisión visual y científica.

Anteriormente, los clínicos reportaban tasas de fallo analgésico de hasta el 25% y complicaciones significativas debidas a punciones dures o vasculares accidentales, dadas las variaciones anatómicas individuales propias de los niños en fase de crecimiento. La ultrasonografía supera estas limitaciones al permitir identificar con claridad las fascias musculares, los vasos sanguíneos aberrantes, la profundidad del espacio epidural y la dispersión del fármaco inyectado.

En el contexto clínico pediátrico, los estudios complementarios para el diagnóstico del dolor y la verificación del bloqueo analgésico han experimentado un notable avance. El uso del ultrasonido no se limita únicamente a guiar la colocación de la aguja, sino que también funciona como un estudio diagnóstico complementario intraoperatorio dinámico. Para estimar la distancia desde la piel al espacio epidural, se han empleado fórmulas predictivas validadas según la edad del paciente, tales como $2.15 + (0.01 \times \text{meses}) = \text{cm}$ o basadas en el peso corporal $1.95 + (0.045 \times \text{kg}) = \text{cm}$, demostrando una concordancia analítica óptima bajo control ecográfico.

Para comprender la trascendencia de estos avances, es imperativo correlacionar la precisión clínica con los modelos conceptuales modernos de gestión y adopción tecnológica en los servicios de salud. Para consolidar estas prácticas, la capacitación continua y la innovación tecnológica en la práctica clínica resultan esenciales para garantizar la seguridad del paciente (Ponce-Rivera & Díaz-Vásquez, 2024). La implementación exitosa de un programa de bloqueos regionales ecoguiados en pediatría requiere de esta adopción tecnológica y de una formación continua de los equipos asistenciales.

De igual modo, la toma de decisiones clínicas en las Unidades de Dolor Agudo (UDA) pediátricas se beneficia sustancialmente del uso de la analítica predictiva y los sistemas de soporte de decisiones. Asimismo, la toma de decisiones clínicas se beneficia enormemente del desarrollo de sistemas predictivos gerenciales y de soporte analítico (Casanova-Villalba et al., 2023). En el ámbito analgésico pediátrico, la aplicación de estos modelos analíticos predictivos permite identificar de forma precoz a aquellos menores con alto riesgo de experimentar dolor severo postoperatorio en función de múltiples variables clínicas y quirúrgicas.

Por otra parte, la eficiencia en la asignación de recursos y la sostenibilidad de los insumos y dispositivos biomédicos en los quirófanos pediátricos cobra un nuevo sentido bajo los principios de la economía circular aplicados a la medicina perioperatoria. En concordancia con estos modelos, la eficiencia y sostenibilidad de los recursos biomédicos se alinean con principios de gestión de economía circular aplicados a la salud (Preciado-Ramírez & Herrera-Enríquez, 2023).

Como estudio diagnóstico complementario, la ecografía diafragmática permite evaluar la función de estabilización del diafragma y diagnosticar de forma precoz complicaciones respiratorias o bloqueos no deseados (Smeets & Schalley, 2020). A pesar de estos avances, existe una heterogeneidad significativa en las combinaciones analgésicas ideales para cirugía no cardíaca, requiriendo un escrutinio detallado (Graham et al., 2025). Finalmente, técnicas seguras como el ESPB y el bloqueo del plano del serrato anterior mejoran notablemente la función respiratoria postoperatoria, aunque se requiere mayor investigación para su estandarización definitiva (Figueroa & Fortich, 2025).

A pesar de los abrumadores beneficios evidenciados, es imperativo reconocer y analizar de forma crítica las limitaciones intrínsecas y el alcance de los resultados

presentados en los estudios actuales. En primer lugar, la realización de bloqueos regionales guiados por ultrasonido en niños pequeños y neonatos requiere de una curva de aprendizaje sumamente pronunciada y destrezas psicomotoras altamente especializadas.

En segundo lugar, se constata una marcada heterogeneidad en las combinaciones farmacológicas y dosis de coadyuvantes reportadas en la literatura. Finalmente, el seguimiento a largo plazo de las poblaciones pediátricas sometidas a bloqueos regionales es escaso, lo que limita nuestra comprensión sobre la efectividad real de estas técnicas en la prevención del dolor crónico postquirúrgico y en el neurodesarrollo infantil.

5. Conclusiones

El análisis exhaustivo del manejo multimodal del dolor postoperatorio en pediatría mediante bloqueos regionales guiados por ecografía permite establecer conclusiones científicas y clínicas de profunda trascendencia. La evidencia actual demuestra que la integración de técnicas regionales ecoguiadas dentro de un esquema de analgesia multimodal sistémica es el enfoque más seguro, eficaz y fisiológicamente óptimo para mitigar la nocicepción perioperatoria en la población pediátrica.

La implementación de la ecografía en tiempo real se consolida como un estándar de oro tecnológico irremplazable, el cual eleva la precisión diagnóstica y terapéutica del anestesiólogo pediatra. Al permitir la visualización directa de la anatomía del menor y la distribución del anestésico local, el ultrasonido no solo incrementa de manera drástica la tasa de éxito analgésico, sino que reduce significativamente la incidencia de eventos adversos graves y la toxicidad sistémica por anestésicos locales, salvaguardando la integridad del paciente en desarrollo.

El principal aporte científico de esta investigación radica en la articulación de la evidencia sobre la eficacia analgésica de bloqueos como el caudal, el TAP y el ESPB, integrándolos de forma sinérgica con los avances en innovación tecnológica y modelos de soporte de decisiones predictivas en salud. Se concluye que el control efectivo del dolor agudo pediátrico previene activamente la sensibilización central, lo que reduce de forma notable la morbilidad perioperatoria y mitiga el riesgo de desarrollo de dolor crónico postquirúrgico, un beneficio de incalculable valor para la salud pública y el neurodesarrollo del menor.

Los objetivos de esta revisión sistemática han sido plenamente alcanzados al demostrar cuantitativamente un ahorro significativo en el consumo de opioides perioperatorios y una disminución sustancial en las escalas de dolor postoperatorio. Por lo tanto, se hace indispensable que las instituciones de salud y las sociedades científicas fomenten la estandarización de estas prácticas mediante la creación de programas de capacitación formal, asegurando un cuidado perioperatorio pediátrico más seguro, de alta precisión y humanizado.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Al-Thunayyan, M., & Al-Amri, S. (2025). Postoperative pain management practices and patient satisfaction among postoperative patients in Saudi Arabia. *Saudi Medical Journal*, 46(10), 1102–1111. <https://doi.org/10.13099/smj.2025.13094>
- Alshebly, A. A., Alhwaiti, A. S., & Bahamdan, O. (2025). Comparing regional anesthesia and general anesthesia for postoperative pain control in abdominal surgeries: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, 17(8), e90483. <https://doi.org/10.7759/cureus.90483>
- Amreen, S., Brar, S. K., Perveen, S., Chaudhry, M. R., AlBabtain, S., & Khan, S. (2021). Clinical efficacy of intravenous immunoglobulins in management of toxic shock syndrome: An updated literature review. *Cureus*, 13(1), e12836. <https://doi.org/10.7759/cureus.12836>
- Bhettay, A. (2024). Pain management in children. In J. Diedericks & J. Thomas (Eds.), *Paediatric anaesthesia for Southern Africa* (Chapter 35). [Paediatric Anaesthesia for Southern Africa – Pain management in children](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9888-8_35)
- Bhosale, J., Atram, S., & Panchal, S. (2020). Comparison of transversus abdominis plane block for postoperative analgesia in laparoscopic appendectomy in pediatric patients. *Indian Journal of Anesthesia and Analgesia*, 7(5), 1120–1126. <https://doi.org/10.21088/ijaa.2349.8471.7520.12>
- Cárdenas-Paño, M. E., & Padilla-Pallazhco, M. V. (2026). Metodologías activas en la educación superior virtual: Una revisión bibliográfica. *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(1), 170–190. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/144>
- Casanova-Villalba, C. I., Herrera-Sánchez, M. J., & Proaño-González, E. A. (2023). Impacto de la analítica predictiva en la toma de decisiones gerenciales. *Revista Científica Ciencia y Método*, 1(3), 16–30. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n3/17>
- Corcoran, T. B., Myles, P. S., Forbes, A. B., Cheng, A. C., Bach, L. A., O’Loughlin, E., Leslie, K., Chan, M. T. V., Story, D., Short, T. G., Martin, C., Coutts, P., & Ho, K. M. (2021). Dexamethasone and surgical-site infection. *The New England Journal of Medicine*, 384(18), 1731–1741. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2028982>
- Echeverry-Marín, P. C., Pérez-Pradilla, A. C., Reyes-Escobar, B., Pereira-Ospina, R. del P., & Quiroga-Carrillo, M. (2020). Concordancia entre la técnica de pérdida de resistencia y ecografía en la medición de la distancia entre la piel y el espacio epidural en pacientes pediátricos: Estudio observacional. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 48(4), e935. <https://doi.org/10.5554/22562087.e935>
- Elsayed, A. A., & Prem, A. (2024). Erector spinae plane block to manage acute and chronic pain in pediatric populations: A systematic clinical review. *Journal of Clinical Anesthesia*, 92, 111290. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2023.111290>

- Figuerola, J. F., & Fortich, S. (2025). Rib fractures and surgical stabilization: A narrative review of contemporary management and outcomes. *Trauma Care*, 5(3), Article 19. <https://doi.org/10.3390/traumacare5030019>
- Gallagher, S., Corcoran, T. B., & Myles, P. S. (2020). Dexamethasone for postoperative analgesia and antiemesis in pediatric tonsillectomy: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric Anesthesia*, 30(5), 524–533. <https://doi.org/10.1111/pan.13848>
- Graham, L. A., Illarino, S., Wren, S. M., Mudumbai, S. C., & Odden, M. C. (2025). Optimal multimodal analgesia combinations to reduce pain and opioid use following non-cardiac surgery: An instrumental variable analysis. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1136/rapm-2025-106720>
- Hewson, D. W., Nightingale, J., Ogollah, R., Ollivere, B. J., Costa, M. L., Craxford, S., Bates, P., & Bedforth, N. M. (2022). Erector spinae plane blocks for the early analgesia of rib fractures in trauma (ESPEAR): Protocol for a multicentre pilot randomised controlled trial with feasibility and embedded qualitative assessment. *BMJ Open*, 12(9), e062935. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062935>
- Heydinger, G., Roth, C., Kidwell, R., Tobias, J. D., Veneziano, G., Jayanthi, V. R., Whitaker, E. E., & Thung, A. K. (2024). A single center's experience with spinal anesthesia for pediatric patients undergoing surgical procedures. *Journal of Pediatric Surgery*, 59(6), 1148–1153. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2024.02.001>
- Heydinger, G., Tobias, J., & Veneziano, G. (2021). Fundamentals and innovations in regional anaesthesia for infants and children. *Anaesthesia*, 76(S1), 74–88. <https://doi.org/10.1111/anae.15283>
- Karaca, O., Pinar, H. U., Gokmen, Z., & Dogan, R. (2019). Ultrasound-guided versus conventional caudal block in children: A prospective randomized study. *European Journal of Pediatric Surgery*, 29(6), 533–538. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676980>
- Marhofer, P., Zadrazil, M., & Opfermann, P. L. (2025). Pediatric regional anesthesia: A practical guideline for daily clinical practice. *Anesthesiology*, 143(2), 444–461. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000005554>
- Moeen, S. M., Wahba, O. M., Mandour, A. M., Abdel Ghany, N., Osman, M. A., Sabra, T. A., Takrouney, M. H., & Moeen, A. M. (2024). Efficacy of dexmedetomidine versus magnesium sulfate as an adjuvant to intraperitoneal bupivacaine in pediatric laparoscopic surgery: A randomized clinical trial. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 74(5), 744380. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2022.05.003>
- Moreno Giraldo, Y. A., Tacuri Aguirre, V. F., Brenner Peralta, A. V., Alvarado Intriago, J. J., & Domínguez Ruiz, F. A. (2025). Anestesia regional pediátrica: Beneficios y desafíos en la práctica clínica. Revisión literaria. *Revista Ocronos*, 8(9), 1687. <https://doi.org/10.58842/WHIW6867>

- Ponce-Rivera, O. S., & Díaz-Vásquez, S. M. (2024). Innovación y tecnología en la práctica de enfermería. Estudio literario reciente. *Horizon Nexus Journal*, 2(4), 15–28. <https://doi.org/10.70881/hnj/v2/n4/41>
- Preciado-Ramírez, J. D., & Herrera-Enríquez, G. (2023). Modelos de negocio sostenibles basados en economía circular. *Revista Científica Ciencia y Método*, 1(1), 14–27. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n1/7>
- Sikandar, S., & Dickenson, A. H. (2012). Visceral pain: The ins and outs, the ups and downs. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 6(1), 17–26. <https://doi.org/10.1097/SPC.0b013e32834f6ec9>
- Smeets, J., & Schalley, E. (2017). *The role of the diaphragm in trunk stability: A systematic overview of the measurement tools* [Tesis de maestría, Hasselt University]. Document Server@UHasselt. <http://hdl.handle.net/1942/26789>
- Wang, Y., Guo, Q., An, Q., Zhao, L., Wu, M., Guo, Z., & Zhang, C. (2021). Clonidine as an additive to local anesthetics in caudal block for postoperative analgesia in pediatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, 8, 723191. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.723191>