



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

SIMULADOR DE BAJO COSTO PARA GASTROSQUISIS: PROPUESTA EDUCATIVA PARA ENSEÑANZA DE CIRUGÍA NEONATAL

Miguel Enrique Barroso Fontanals ¹, Dagner Vargas González ², Hector Armando Maury Ramos ³,
Mayda Garriga Cortés ⁴, Yordanis Arias Barthelemy ⁵

¹ Facultad de Medicina No. 2. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. <https://orcid.org/0000-0003-3291-7457>

² Hospital Materno Norte "Tamara Bunke Bider". Santiago de Cuba. Cuba. <https://orcid.org/0009-0000-1249-7024>

³ Facultad de Medicina No. 2. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. <https://orcid.org/0009-0007-1413-0948>

⁴ Hospital Infantil Sur "Dr. Antonio María Béguez César". <https://orcid.org/0000-0002-2078-0695>

⁵ Facultad de Medicina No. 2. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. <https://orcid.org/0000-0003-4178-7121>

❖ **Contacto para correspondencia:** mbarrosof9@gmail.com

Resumen:

Introducción: Los defectos de pared abdominal son anomalías congénitas que requieren manejo neonatal inmediato. La simulación de bajo costo constituye una alternativa accesible para la formación de estudiantes y profesionales en contextos con recursos limitados. **Objetivo:** presentar un simulador de bajo costo para gastrosquisis como herramienta educativa para la enseñanza del manejo inicial de este defecto. **Métodos:** Estudio metodológico de desarrollo y validación de simulador. Se construyó un modelo (gastrosquisis) con materiales de fácil adquisición en el mercado cubano. Se realizó validación por criterio de expertos (n=5) mediante escala Likert para evaluar realismo, utilidad educativa y factibilidad. Participaron 30 estudiantes de 4to año de Medicina. Se calcularon Índices de Validez de Contenido. **Resultados:** El costo total del simulador fue de 1950 CUP / 4.08 USD. Los expertos otorgaron puntuaciones promedio superiores a 4.5/5 en todas las categorías (IVC global 94.2%). El 86.7% de los estudiantes consideró que el simulador mejoró su comprensión del manejo inicial. No hubo diferencias significativas entre las evaluaciones de expertos y estudiantes (p>0.05). **Conclusiones:** El simulador



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

propuesto es factible, de bajo costo y válido como herramienta educativa para la enseñanza del manejo neonatal de defectos de pared abdominal. Su implementación en el pregrado puede contribuir a mejorar la preparación de los futuros médicos para el primer nivel de atención.

Palabras clave: cirugía general; educación médica; entrenamiento simulado; gastrosquisis; innovación tecnológica; materiales de enseñanza; neonatología.

Introducción:

La simulación clínica se ha consolidado como una estrategia pedagógica fundamental en la educación de las profesiones de la salud. Esta técnica permite repetir procedimientos en un entorno controlado, libre de riesgos para el paciente, y facilita la adquisición de habilidades técnicas y de razonamiento clínico. Sin embargo, los simuladores comerciales de alta fidelidad tienen costos que oscilan entre 324 y 500 dólares por unidad, lo que limita su acceso en instituciones de países de ingresos bajos y medios. (1)

Los defectos de pared abdominal se encuentran entre las anomalías congénitas quirúrgicas más frecuentes en el período neonatal. La gastrosquisis, en específico, es un defecto congénito de la pared abdominal caracterizado por la protrusión de asas intestinales a través de un defecto lateral al cordón umbilical, sin saco protector. Tiene una incidencia aproximada de 1 por cada 2000 nacidos vivos y su frecuencia ha aumentado globalmente en las últimas décadas. (1,2)

El manejo inicial en los primeros minutos de vida determina en gran medida el pronóstico del paciente. El neonatólogo debe ser capaz de: 1) proteger los intestinos expuestos con compresas estériles húmedas, 2) prevenir la hipotermia, 3) colocar una sonda orogástrica para descompresión, y 4) estabilizar al neonato para su traslado a un centro quirúrgico de referencia. (2,3)

En Cuba, el sistema de salud se organiza bajo el principio de regionalización de la atención neonatal, donde los hospitales municipales y provinciales estabilizan al paciente antes de referirlo a centros terciarios especializados. Este modelo otorga al médico general y al neonatólogo una responsabilidad crucial en la cadena de supervivencia. (4) Sin embargo, la formación práctica en estos procedimientos enfrenta limitaciones por la escasez de simuladores comerciales y las restricciones éticas de practicar en pacientes reales. (1)

La simulación de bajo costo ha emergido como una respuesta efectiva a esta problemática. Se ha demostrado un crecimiento significativo en la investigación sobre simulación económica en educación médica, particularmente en el área quirúrgica. No obstante, menos de la mitad de los estudios publicados reportan los costos de sus modelos, y solo una minoría realiza procesos formales de validación. (5)



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Por tanto, este artículo tiene como objetivo presentar un simulador de bajo costo para gastrosquisis como herramienta educativa para la enseñanza del manejo inicial de este defecto.

Metodología:

Se realizó un estudio metodológico de desarrollo y validación de tecnología educativa, estructurado en tres fases según el modelo de Polit y Beck: 1) desarrollo y construcción del simulador, 2) validación por expertos, y 3) evaluación por estudiantes. (6)

Siguiendo la metodología propuesta por el estudio WALL-GO (1), se establecieron como requisitos mínimos que el simulador debía: (a) representar un neonato, (b) mostrar la presencia del ombligo, (c) exhibir el defecto de pared abdominal característico de gastrosquisis (lateral derecho), (d) representar las asas intestinales expuestas sin saco protector, y (e) permitir la práctica de maniobras de protección.

Se priorizaron materiales de fácil adquisición en el mercado cubano (tiendas de manualidades, farmacias, mercados industriales):

Componente	Material seleccionado	Procedencia
Torso neonatal	Muñeco de juguete de 30-40 cm	Hogar
Piel	Tela elástica	Hogar
Asas intestinales	Condomes de látex relleno de espuma húmeda	Farmacia
Humedad simulada	Gel lubricante mezclado con colorante amarillento	Farmacia
Sangre simulada	Colorante rojo con harina y agua	Hogar
Cordón umbilical	Cordoncillo de algodón recubierto de látex	Hogar
Fijación	Hilo, aguja	Hogar

Fase 1: Desarrollo y construcción del simulador.

- Preparación de la base: Al muñeco se le realizó una incisión circular de 4 cm de diámetro en el lado derecho del abdomen, a nivel paraumbilical, respetando la ubicación del cordón umbilical simulado.
- Elaboración de las asas intestinales: Los condones se rellenaron con espuma de poliuretano humedecida y se anudó en los extremos. Para simular el edema característico de la gastrosquisis, se aplicó una capa de gel lubricante teñido con colorante amarillo pálido.
- Fijación: Las asas se fijaron directamente a los bordes del defecto, dejándolas expuestas y colgando hacia el exterior, imitando la apariencia de la gastrosquisis (sin saco protector).
- Acabado: Se aplicó maquillaje y talco para dar apariencia de recién nacido. Se añadieron detalles de vascularización con pintura roja diluida sobre las asas.



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Fase 2: Validación por expertos

Se invitó a participar a 5 especialistas con experiencia en neonatología, cirugía pediátrica o educación médica. Se aplicaron criterios adaptados de Fehring (7):

Criterio	Puntuación
Especialidad en Neonatología o Cirugía Pediátrica	2 puntos
Grado de Máster o Doctorado	2-4 puntos
Publicaciones sobre simulación o defectos congénitos	4 puntos
Experiencia docente en pregrado	2 puntos
Experiencia clínica > 5 años	1 punto
Puntaje mínimo para inclusión	≥ 5 puntos

Los expertos evaluaron el simulador mediante una escala Likert de 5 puntos (1=totalmente en desacuerdo, 5=totalmente de acuerdo) en 7 afirmaciones adaptadas del estudio de validación de simulación de bajo costo:

- Ítem 1: El simulador representa fielmente la apariencia de un neonato con gastrosquisis.
- Ítem 2: Las asas intestinales tienen textura y color similares a la realidad.
- Ítem 3: El defecto de pared abdominal (lateral derecho) es anatómicamente correcto.
- Ítem 4: El simulador permite practicar el manejo inicial (protección, humectación).
- Ítem 5: El material es lo suficientemente resistente para múltiples usos.
- Ítem 6: El simulador es útil como herramienta docente en pregrado.
- Ítem 7: La relación costo-beneficio justifica su implementación.

Se calculó el Índice de Validez de Contenido (IVC) como el porcentaje de expertos que calificaron cada ítem con 4 o 5 puntos. Se consideró válido un IVC $\geq 90\%$.

Fase 3: Evaluación por estudiantes

Participaron 30 estudiantes de 4to año de la carrera de Medicina, seleccionados por conveniencia durante su rotación por Neonatología. Los estudiantes recibieron una sesión teórica de 20 minutos sobre defectos de pared abdominal. Posteriormente, se les presentó el simulador y se les solicitó realizar una secuencia de manejo inicial (protección de asas con compresas húmedas, verificación de sonda orogástrica, identificación del tipo de defecto). Finalmente, evaluaron el simulador mediante el mismo instrumento aplicado a los expertos.

Los datos se procesaron en Microsoft Excel 2016. Se calcularon frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Para comparar las evaluaciones entre expertos y estudiantes se aplicó la prueba exacta de Fisher, considerando significativo un valor $p < 0.05$.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina No. 2. Todos los participantes (expertos y estudiantes) firmaron consentimiento informado. Se garantizó el anonimato y la confidencialidad de los datos.

Resultados, discusión y análisis:

Se construyó un prototipo funcional de gastrosquisis que presenta asas intestinales edematosas emergiendo por un defecto lateral derecho, ausencia de saco protector (característico de gastrosquisis), asas manipulables que permiten la práctica de colocación de compresas húmedas, y cordón umbilical respetado y visible. (Figura 1)

El costo por unidad se estimó en 1950 CUP / 4.08 USD, significativamente inferior a los simuladores comerciales (324-513 USD). El torso y el defecto pueden reutilizarse indefinidamente. Las asas intestinales requieren reposición cada 5-6 usos por desgaste del material.

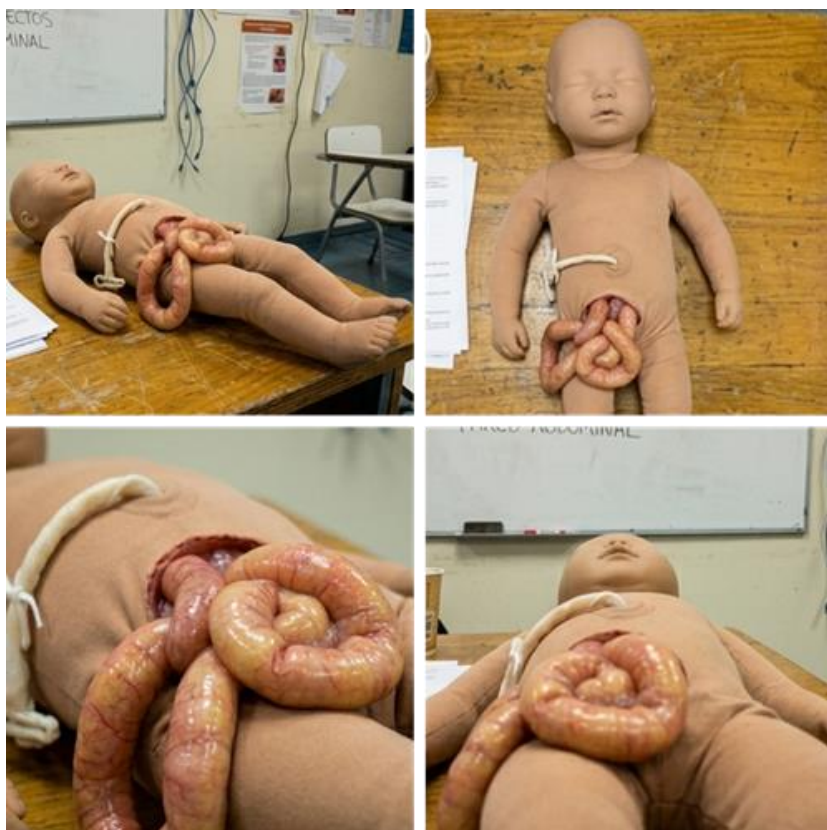


Figura 1. Simulador de bajo costo para gastrosquisis



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Los 5 expertos seleccionados cumplieron con los criterios de inclusión (puntuación promedio: 8.2 ± 1.3 puntos) y procedencias: Neonatología (2), Cirugía Pediátrica (1) y Educación Médica (2). (Tabla 1)

Los expertos sugirieron mejorar la textura de las asas intestinales (S2) y reforzar los puntos de unión para aumentar la durabilidad (S5).

Tabla 1. Resultados de validación por expertos:

Ítem	Media \pm DE	IVC (%)
1. Realismo del neonato	4.6 ± 0.5	100
2. Realismo de asas intestinales	4.4 ± 0.9	80
3. Corrección anatómica del defecto	4.8 ± 0.4	100
4. Utilidad para práctica de manejo inicial	5.0 ± 0.0	100
5. Resistencia del material	4.2 ± 0.8	80
6. Utilidad docente en pregrado	5.0 ± 0.0	100
7. Relación costo-beneficio	5.0 ± 0.0	100
IVC global	94.2	

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

Participaron 30 estudiantes (63.3% femenino y edad media 23.4 ± 1.2 años). (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la evaluación estudiantil:

Ítem	Media \pm DE	IVC (%)
1. Realismo del neonato	4.3 ± 0.7	93.3
2. Realismo de asas intestinales	4.1 ± 0.9	83.3
S3. Corrección anatómica del defecto	4.5 ± 0.6	96.7
S4. Utilidad para práctica de manejo inicial	4.8 ± 0.4	100
S5. Resistencia del material	4.0 ± 1.0	76.7
S6. Utilidad docente en pregrado	4.9 ± 0.3	100
S7. Relación costo-beneficio	4.9 ± 0.3	100
IVC global	92.9	

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

El 86.7% de los estudiantes (26/30) consideró que el simulador mejoró "mucho" o "bastante" su comprensión del manejo inicial de estos defectos. (Tabla 3).

Tabla 3. Percepción de utilidad educativa de los 30 estudiantes evaluados

Percepción	n	%
Mejóro "mucho" su comprensión	18	60.0
Mejóro "bastante" su comprensión	8	26.7
Mejóro "moderadamente" su comprensión	3	10.0
Mejóro "poco" su comprensión	1	3.3
No mejoró su comprensión	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones de expertos y estudiantes en ninguna de las afirmaciones (prueba exacta de Fisher, $p > 0.05$ para todos los ítems), lo que indica concordancia en la percepción de la utilidad del simulador.

Tabla 4. Comparación entre grupos (prueba exacta de Fisher)

Ítem	p-valor	Significancia*
1. Realismo del neonato	0.342	NS ($p > 0.05$)
2. Realismo de asas intestinales	0.451	NS ($p > 0.05$)
3. Corrección anatómica del defecto	0.287	NS ($p > 0.05$)
4. Utilidad para práctica de manejo inicial	0.156	NS ($p > 0.05$)
5. Resistencia del material	0.398	NS ($p > 0.05$)
6. Utilidad docente en pregrado	0.201	NS ($p > 0.05$)
7. Relación costo-beneficio	0.178	NS ($p > 0.05$)

*NS = No significativo (concordancia entre grupos)

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio.

El presente trabajo describe el desarrollo y validación de un simulador de bajo costo para defectos de pared abdominal neonatal, específicamente la gastrosquisis, adaptado a las condiciones y recursos disponibles en Cuba. Los resultados demuestran que es factible construir modelos educativos funcionales



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

con una inversión mínima, obteniendo niveles de aceptación superiores al 90% tanto entre expertos como entre estudiantes.

Estos resultados son consistentes con el estudio WALL-GO desarrollado por Medeiros et al. (1), que reportó costos de 15-27 USD por simulador y IVC superiores al 94% en validación por expertos. La similitud en los resultados sugiere que los principios de construcción con materiales de bajo costo son transferibles entre contextos latinoamericanos.

El análisis bibliométrico de Flores-Cohaila et al. (5) identificó que la cirugía general es la especialidad con mayor producción en simulación económica (27 % de los estudios), seguida por obstetricia y ginecología (14.5 %). Este trabajo se alinea con esta tendencia al abordar un tema frontera entre ambas especialidades: el manejo neonatal de defectos congénitos.

El sistema de salud cubano se caracteriza por su organización en redes integradas y su énfasis en la atención primaria. En este modelo, el médico general y el neonatólogo de primer nivel desempeñan un papel crucial en la estabilización inicial y el traslado oportuno de neonatos con patologías quirúrgicas. (4) Sin embargo, la formación práctica en estos procedimientos enfrenta limitaciones por la baja incidencia relativa de estos defectos (aproximadamente 11.6 por 10,000 nacimientos), la concentración de la resolución quirúrgica en centros terciarios y las restricciones éticas de practicar procedimientos invasivos en pacientes reales. (3,8-14)

La simulación de bajo costo emerge como una solución pedagógica que permite estandarizar la formación y garantizar que todos los egresados adquieran competencias básicas para el manejo inicial, independientemente de su exposición clínica durante el pregrado.

Entre las limitaciones se encuentra el tamaño muestral ya que la validación por expertos incluyó solo 5 especialistas, aunque la literatura considera este número suficiente para estudios metodológicos iniciales. (1) Además, no se midió objetivamente la mejora en habilidades prácticas, solo la percepción de utilidad; y no se realizaron pruebas de estrés para determinar el número exacto de usos antes del reemplazo de componentes.

El simulador desarrollado puede integrarse en talleres de simulación en las especialidades de Pediatría y Neonatología, en entrenamientos de médicos generales que se incorporan al servicio rural, y programas de educación continua para personal de enfermería neonatal.

Reflexiones finales y/o conclusiones:



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

- Es posible construir simuladores de gastrosquisis con materiales de bajo costo disponibles en Cuba, a una fracción del precio de los modelos comerciales.
- El simulador propuesto obtuvo índices de validez de contenido superiores al 90% en evaluación por expertos y estudiantes, lo que lo califica como herramienta educativa adecuada.
- La simulación de bajo costo puede contribuir a fortalecer la formación en manejo neonatal inicial, en consonancia con el modelo de regionalización de la atención perinatal cubano.
- Este trabajo proporciona un modelo metodológico para el desarrollo y validación de otras tecnologías educativas en el contexto de las ciencias médicas en Cuba.

Referencias:

1. Medeiros GA, Gualberto IJN, da Silva CHND, Diniz AMB, de Santana JBF, Volpe FP, et al. Development of a low-cost congenital abdominal wall defect simulator (WALL-GO): fo undergraduate medical education: a validation study. BMC Medical Education. [Internet] 2023 [citado 20 de febrero de 2026];23(1):966. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38102605/>
2. Nazer HJ, Cifuentes OL, Aguila RA. Defectos de la pared abdominal. Estudio comparativo entre onfalocele y gastrosquisis. Andes Pediátrica. [Internet] 2023 [citado 20 de febrero de 2026];84(4):403-8. Disponible en: <https://andespediatria.cl/index.php/rchped/article/view/3030>
3. Martínez Valenzuela N, Garriga Cortés M. Gastrosquisis. Revista Cubana de Cirugía. [Internet] 2021 [citado 20 de febrero de 2026];60(3):e_1027. Disponible en: <https://revcirugia.sld.cu/index.php/cir/article/view/1027>
4. Ministerio de Salud Pública. Programa Nacional de Atención Materno-Infantil. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2024. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/programa-nacional-de-atencion-materno-infantil/>
5. Flores-Cohaila J, Ñaña Cordova AM, Rios Garcia W, Benavente Chalco XC, Torres Zegarra BC, Bustamante Ordoñez MA. Low-cost simulation in health professions education: A bibliometric analysis and literature review of 20 years of research. Educación Médica. [Internet] 2024 [citado 20 de febrero de 2026];25(5). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181324000603>
6. Polit DF, Beck CT. Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2024. Disponible en: http://repository.unimus.ac.id/7921/1/2.%20Beck%2C%20Cheryl%20Tatano_%20Polit%2C%20Denise%20F.%20-



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

[%20Nursing%20research%20generating%20and%20assessing%20evidence%20for%20nursing%20practice-Wolters%20Kluwer%20Health%20282017%29%20%281%29.pdf](#)

7. Fehring RJ. Methods to validate nursing diagnoses. Heart Lung. [Internet] 1987 [citado 20 de febrero de 2026];16(6):625-629. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3679856/>
8. Cabacungan ET, Wagner AJ, Gupta R. Decreasing Length of Stay for Simple Gastroschisis: Analysis of the National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP). J Pediatr Surg. [Internet] 2025 [citado 20 de febrero de 2026];60(5):162262. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40058320/>
9. Vasco-Morales S, Vega-Reyes C, Cerón-Cañedo A, Orozco-Sánchez N, Vasco-Toapanta C, Toapanta-Pinta P. Prevalencia y factores de mortalidad en la hospitalización inicial por gastrosquisis. Andes pediátr. [Internet]. 2025 [citado 20 de febrero de 2026];96(4):503-514. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-60532025000400503&lng=es
10. Lopes JR, Testoni NMT, Indiani L, Fiuza SB, de Oliveira IC, Cubas LS, et al. Principais abordagens cirúrgicas e complicações da gastrosquise: uma revisão sistemática. LEV [Internet]. 2025 [citado 20 de febrero de 2026];16(47):4437-4. Disponible en: <https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/4703>
11. León San Miguel GA, Herrera Quinde IB, Domo Tomalá DS, Chango Ramirez ÁG, Saltos Román AA, Calderón León MF. Reparación quirúrgica de la gastrosquisis en el recién nacido. Una revisión sistemática. Rev. Med. UCSG [Internet]. 2025 [citado 20 de febrero de 2026];25(1):23-30. Disponible en: <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-medicina/index.php/ucsg-medicina/article/view/1241>
12. Durmaz LO, Brunner SE, Meinzer A, Krebs TF, Bergholz R. Fetal Surgery for Gastroschisis-A Review with Emphasis on Minimally Invasive Procedures. Children. [Internet] 2022 [citado 20 de febrero de 2026];9(3):416. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8947425/>
13. Martínez Villamandos A, Díaz Diñeiro M, Gallego Fernández ÁJ, García Soldevila N. New methods in the delayed closure of gastroschisis. An Pediatr. [Internet] 2023 [citado 20 de febrero de 2026];98(3):234-235. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36813616/>
14. Gil Vargas M, Pérez Morales E, Espinoza Pérez R, Dominguez Arellano G, Niño Barrio D, Niño Barrio D. Initiation of oral feeding in newborns with gastroschisis approached with suture vs sutureless. Horiz. Interdisc. J. [Internet]. 2025 [citado 20 de febrero de 2026];3(1):1-15. Disponible en: <https://horizon-journal.com/index.php/revista/article/view/39>