
Entre sensores y sonrisas. Hacia la innovación tecnológica y el aprendizaje en servicio para la protección pediátrica en crisis atónicas.

Viviana Cappello

Grupo IEC - Universidad Tecnológica Nacional -
Facultad Regional La Plata, Argentina
vivi@frlp.utn.edu.ar

Diego Alustiza

Grupo IEC - Universidad Tecnológica Nacional -
Facultad Regional La Plata, Argentina
dalustiza@frlp.utn.edu.ar

Juan Arrospide

Grupo IEC - Universidad Tecnológica Nacional -
Facultad Regional La Plata, Argentina
jja@frlp.utn.edu.ar

Ingenio Tecnológico

vol. 8, e067, 2026
Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
ISSN-E: 2618-4931
Periodicidad: Frecuencia continua
ingenio@frlp.utn.edu.ar

Recepción: 22 septiembre 2025

Aprobación: 04 diciembre 2025

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2665532001/>

Resumen: El presente artículo muestra los avances del proyecto “Entre sensores y sonrisas”, orientado al desarrollo de dispositivos de protección craneal personalizados para niños con crisis atónicas. La propuesta combina tecnologías de impresión 3D, integración de sensores biomédicos y validación clínica en el Hospital de Niños de La Plata, en el marco de una colaboración interdisciplinaria con la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, bajo el Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias. El proyecto no sólo busca impactar en la salud infantil, reduciendo el riesgo de traumatismos craneoencefálicos, sino también en la formación académica, ofreciendo a estudiantes experiencias significativas de aprendizaje en servicio. En este artículo se describen los fundamentos, la metodología, los avances obtenidos y la proyección futura del proyecto, subrayando su carácter innovador y transformador.

Palabras clave: impresión 3D, sensores biomédicos, arduino, crisis atónicas, aprendizaje en servicio.

Abstract: This article presents the progress of the project “Between Sensors and Smiles”, aimed at developing personalized cranial protection devices for children with atonic seizures. The proposal combines 3D printing technologies, the integration of biomedical sensors, and clinical validation at the Children’s Hospital in La Plata, within the framework of an interdisciplinary collaboration with the National Technological University, La Plata Regional Faculty, under the Science Teaching Research Group. The project seeks not only to impact child health by reducing the risk of traumatic brain injuries, but also to contribute to academic training by offering students meaningful service-learning experiences. This article describes the rationale, methodology, progress achieved, and future projection of the project, highlighting its innovative and transformative character.

Keywords: 3D printing, biomedical sensors, Arduino, atonic seizures, service-learning.

INTRODUCCIÓN

Las crisis atónicas constituyen episodios epilépticos caracterizados por la pérdida repentina del tono muscular, lo que suele derivar en caídas bruscas y potenciales traumatismos craneoencefálicos. Estos episodios representan un desafío particular en la población pediátrica, dado que ocurren de manera inesperada y reiterada, con consecuencias que afectan no solo la salud física del niño sino también su desarrollo emocional y social, así como la calidad de vida de sus familias.

En este contexto, los dispositivos de protección craneal convencionales, cascos deportivos o adaptaciones de ortesis estándar, no siempre responden a las características antropométricas, funcionales y estéticas de los niños con crisis atónicas. Diversos estudios en el campo de la impresión 3D han explorado la fabricación de prótesis, órtesis y cascos personalizados para actividades deportivas o para adultos mayores con riesgo de caídas. Del mismo modo, se ha avanzado en el desarrollo de sensores biomédicos para la detección de convulsiones, caídas y cambios en parámetros fisiológicos como la actividad electroencefalográfica o la respuesta electrodérmica. Sin embargo, la literatura científica evidencia que estas líneas de investigación han evolucionado de manera independiente: por un lado, la personalización mediante impresión 3D y, por otro, la sensorización biomédica aplicada a la detección de eventos críticos.

Hasta la fecha, no se han identificado proyectos que integren ambas dimensiones en un mismo dispositivo específicamente diseñado para niños con crisis atónicas. Esta ausencia constituye una brecha de conocimiento y de aplicación tecnológica a nivel mundial: no existen cascos protectores pediátricos que, además de brindar seguridad física mediante materiales de absorción de impacto, incorporen sistemas inteligentes de sensado capaces de anticipar o registrar el inicio de una crisis. El proyecto “Entre sensores y sonrisas” se erige, por lo tanto, como una iniciativa pionera que combina por primera vez estas dos vertientes, impresión 3D personalizada y sensado biomédico, en un dispositivo médico pediátrico de carácter innovador.

Surge así una propuesta que articula ingeniería, ciencias de la salud y extensión universitaria, enmarcada en un proceso de colaboración entre el Grupo IEC, y el Hospital de Niños Sor María Ludovica. La innovación tecnológica se convierte en un vehículo para la transformación social y académica, aportando soluciones concretas y, al mismo tiempo, fortaleciendo la formación profesional de los futuros ingenieros e investigadores. Este artículo busca mostrar no sólo el desarrollo tecnológico del proyecto, sino también su aporte al aprendizaje en servicio como estrategia pedagógica universitaria, situándolo como un ejemplo de cómo la ciencia y la educación pueden confluir en beneficio de la sociedad.

DESARROLLO

El proyecto responde a una necesidad social y sanitaria concreta: la protección eficaz de niños con crisis atónicas, quienes enfrentan un riesgo elevado de traumatismos craneoencefálicos debido a caídas inesperadas. La ausencia de dispositivos diseñados específicamente para esta población plantea un desafío que exige soluciones innovadoras, contextualizadas y sostenibles.

Desde el plano académico, el proyecto refuerza y proyecta nuevas líneas de investigación interdisciplinaria en el marco del Grupo IEC de la UTN-FRLP. Este grupo aporta una sólida trayectoria en el cruce de saberes provenientes de las ciencias básicas y las ingenierías, lo que permite abordar la problemática desde múltiples perspectivas:

La matemática ofrece modelos y herramientas de simulación para la optimización del diseño y la validación de algoritmos de sensado, garantizando la precisión en la detección de crisis y la calibración de los dispositivos.

La matemática ofrece modelos y herramientas de simulación para la optimización del diseño y la validación de algoritmos de sensado, garantizando la precisión en la detección de crisis y la calibración de los dispositivos.

La física resulta esencial en la caracterización de materiales y en la configuración de los sensores, analizando fuerzas de impacto, propiedades de absorción de energía y comportamiento mecánico de los cascos.

La ingeniería (mecánica, electrónica, informática) aporta el diseño CAD de prototipos, la fabricación aditiva mediante impresión 3D, la integración de sistemas electrónicos y el desarrollo de software para procesamiento de datos en tiempo real.

La medicina, a través de la colaboración activa con el Hospital de Niños Sor María Ludovica, asegura la pertinencia clínica y la validación ética. En este marco, se han realizado múltiples visitas al hospital y entrevistas con las familias de los pacientes, con el fin de comprender sus necesidades y expectativas, fortaleciendo el enfoque centrado en la persona. Además, se cuenta con imágenes de tomografía computada (TC) y resonancia magnética (RM) en formato DIACOM, lo que permite un grado de personalización sin precedentes en los cascos diseñados con impresión 3D, adaptando las geometrías a las características anatómicas específicas de cada niño.

Este entramado de saberes convierte al proyecto en un verdadero ejemplo de trabajo interdisciplinario, donde las ciencias básicas no sólo sustentan los avances tecnológicos, sino que también se revalorizan en contextos aplicados de alta relevancia social.

Objetivo general: desarrollar dispositivos de protección craneal personalizados para niños con crisis atónicas, utilizando la tecnología de impresión 3D y la integración de sistemas de sensado para la detección temprana de crisis y la mitigación del riesgo de traumatismos craneoencefálicos.

Objetivos específicos:

- Investigar necesidades antropométricas de la población objetivo.
- Diseñar y modelar prototipos personalizados en CAD.
- Integrar sensores biomédicos (EDA, frecuencia cardíaca, acelerómetros).
- Desarrollar algoritmos de procesamiento de datos en tiempo real.
- Fabricar prototipos mediante impresión 3D con materiales biocompatibles.
- Realizar pruebas de laboratorio y simulaciones.
- Validar la aceptación clínica en población pediátrica.
- Documentar y transferir conocimiento científico y tecnológico.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

La literatura científica reporta un creciente interés en el uso de la impresión 3D para la fabricación de dispositivos médicos personalizados, incluyendo ortesis, prótesis y modelos anatómicos para la planificación quirúrgica. En el ámbito de la protección craneal, se han explorado diseños innovadores y materiales con propiedades de absorción de impacto optimizadas mediante esta tecnología (Azzolin et al., 2016; Kurt et al., 2017).

En cuanto a los sistemas de sensado, se han investigado diversas tecnologías para la detección de caídas y la prevención de lesiones, incluyendo acelerómetros, giroscopios y sistemas basados en el análisis de la actividad muscular o electrodérmica (Tamura et al., 2009; Sivaranjani et al., 2017; Bottonis et al., 2022). También se han explorado sistemas de airbag portátiles para la protección en caídas (Tamura et al., 2007; Zhang et al., 2013). En el contexto específico de las crisis epilépticas, se han realizado investigaciones sobre la detección temprana de crisis mediante el análisis de señales electroencefalográficas (EEG) y otras bioseñales.

Proyectos similares existentes:

A nivel internacional, los desarrollos vinculados a protección craneal mediante impresión 3D presentan avances relevantes, especialmente en cascos deportivos, airbags portátiles y sistemas inteligentes de detección de caídas en adultos mayores. Sin embargo, no existen registros de dispositivos pediátricos personalizados que integren simultáneamente protección pasiva y sensado biomédico para crisis atónicas, lo que posiciona al proyecto “Entre sensores y sonrisas” como una contribución original en el campo. En comparación con estudios previos centrados en adultos (Kurt et al., 2017; Nemeth et al., 2022), esta iniciativa incorpora especificidades antropométricas pediátricas, integración multimodal de sensores y una articulación clínica-universitaria con enfoque social, constituyendo un aporte diferencial para la agenda de innovación sanitaria latinoamericana.

Existe una brecha en el desarrollo de dispositivos de protección craneal específicamente diseñados y personalizados para niños con crisis atónicas, que integren la capacidad de sensar el inicio de una crisis y potencialmente activar un sistema de protección activa o alertar a los cuidadores. La combinación de la flexibilidad de diseño de la impresión 3D con la inteligencia de los sistemas de sensado representa una oportunidad innovadora para abordar esta necesidad insatisfecha.

Este proyecto se sustenta en cuatro pilares principales:

1. Biomecánica de los traumatismos craneoencefálicos: análisis de fuerzas, tolerancia del tejido cerebral y materiales de absorción de impacto.
2. Impresión 3D y ciencia de materiales: fabricación aditiva con impresoras 3D biocompatibles y diseño optimizado para protección pediátrica.
3. Electrónica de sensado: integración de acelerómetros, giroscopios y sensores fisiológicos para la detección temprana de crisis.
4. Neurofisiología: comprensión de los mecanismos de las crisis atónicas y sus posibles indicadores fisiológicos.

La combinación de estas áreas permite la creación de un dispositivo innovador que integra prevención pasiva (protección) y activa (detección).

La evidencia revisada no sólo fundamenta la elección tecnológica del proyecto, sino que también orienta su implementación interdisciplinaria. En línea con estudios latinoamericanos sobre accesibilidad biomédica, innovación inclusiva y dispositivos de apoyo en salud infantil (García & López, 2018; Pérez et al., 2020; Ribeiro et al., 2021), este trabajo se inscribe en una agenda regional que promueve soluciones de bajo costo, alto impacto social y desarrollo tecnológico situado. Esta perspectiva complementa la literatura internacional tradicionalmente dominante y permite contextualizar la relevancia del proyecto en el marco de las necesidades sanitarias de América Latina.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación y desarrollo interdisciplinario está organizada en ocho etapas secuenciales e iterativas, que permiten avanzar desde la detección de necesidades clínicas hasta la validación de los prototipos.

1. INVESTIGACIÓN Y PLANIFICACIÓN

La primera etapa consistió en la revisión exhaustiva de literatura científica y técnica sobre dispositivos de protección craneal, impresión 3D aplicada a la medicina y sistemas de sensado biomédico. Paralelamente, se llevaron a cabo reuniones con neurólogo pediátrico y especialista en epilepsia del Hospital de Niños Sor María Ludovica, así como entrevistas con las familias de los pacientes. Estas acciones permitieron identificar las características críticas que debía contemplar el dispositivo: ligereza, comodidad, seguridad, estética y, sobre todo, adaptación personalizada a cada niño.



Imagen 1.
Registro del proceso de medición antropométrica.

2. DISEÑO Y MODELADO CAD

Con las especificaciones obtenidas, se desarrollaron los primeros diseños utilizando software de modelado 3D (Autodesk Fusion 360, SolidWorks). Para garantizar la personalización anatómica, se emplearon imágenes de tomografía computada (TC) y resonancia magnética (RM) en formato DICOM, lo que permitió modelar cascos ajustados a la morfología craneal de cada paciente. Además, se realizaron simulaciones digitales de absorción de impacto mediante análisis de elementos finitos (FEA), con el fin de anticipar el comportamiento mecánico de los prototipos.

3. SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE SENSORES

Se evaluaron diferentes opciones tecnológicas, priorizando sensores accesibles, confiables y seguros para uso pediátrico. Entre ellos se incluyen:

- Acelerómetros y giroscopios para la detección de caídas y cambios posturales.
- Sensores de actividad electrodérmica (EDA) para registrar alteraciones fisiológicas previas a las crisis.
- Sensores de frecuencia cardíaca como complemento biomédico.

Estos sensores se integran a microcontroladores (Arduino, Raspberry Pi), programados con algoritmos preliminares de detección y transmisión de datos.

4. PROTOTIPADO MEDIANTE IMPRESIÓN 3D

Se fabricaron prototipos iniciales utilizando impresión 3D FDM y SLA con materiales biocompatibles, como PLA médico y TPU flexible, seleccionados por su combinación de ligereza, resistencia y capacidad de absorción de impacto. En esta fase se realizaron varias iteraciones para ajustar dimensiones, geometrías y sistemas de fijación, garantizando que los cascos resultaran ergonómicos y estéticamente atractivos.

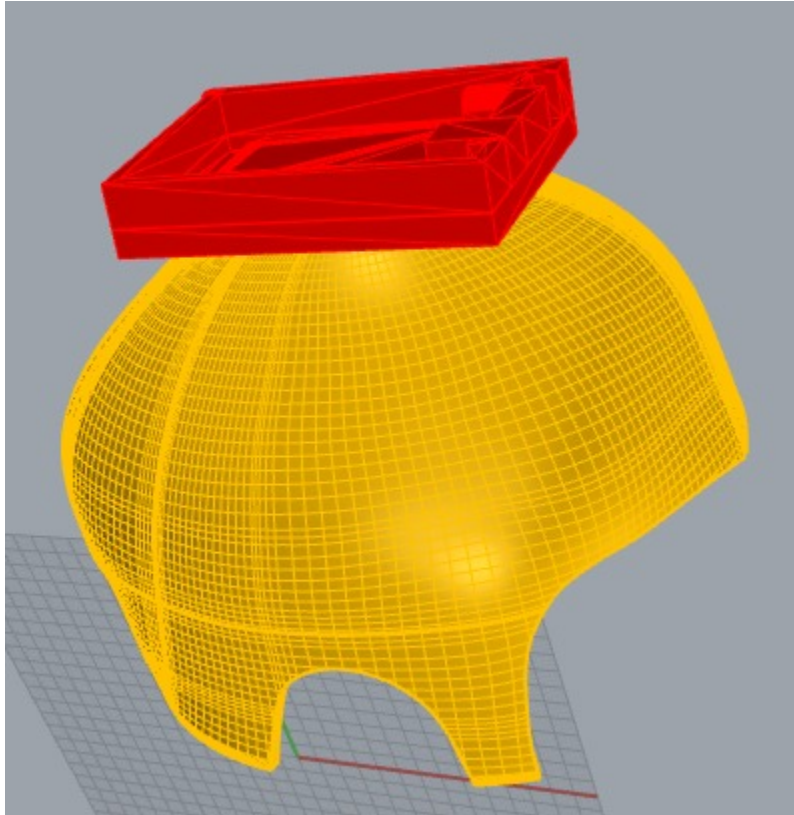


Imagen 2.

Modelo digital del casco pediátrico personalizado con módulo superior para integración de sensores biomédicos.

5. PRUEBAS DE LABORATORIO (FASE ACTUAL)

El proyecto se encuentra actualmente en esta etapa crítica. Las pruebas de laboratorio tienen como propósito evaluar la eficacia mecánica y funcional de los prototipos.

- Ensayos de impacto: se utilizan dummies pediátricos y bancos de prueba adaptados para medir la absorción de energía, el nivel de deformación del material y la protección efectiva ante caídas simuladas.
- Pruebas de sensado: se verifican la calibración y la respuesta de los sensores, analizando su capacidad para detectar cambios bruscos de movimiento y señales fisiológicas. Se aplican protocolos de validación cruzada con distintos tipos de caídas y escenarios simulados.

- Evaluación de confort y ergonomía: se realizan pruebas de uso controlado en laboratorio para medir peso, distribución de cargas y comodidad, con retroalimentación de especialistas en diseño industrial y pediatría.
- Procesamiento de datos: los registros obtenidos por los sensores son analizados con herramientas en Python y MATLAB, lo que permite ajustar algoritmos de filtrado y reconocimiento de patrones.

El énfasis de esta fase no sólo está en comprobar la resistencia y seguridad física de los cascos, sino también en garantizar que el sistema de sensado sea confiable y escalable para una futura validación clínica.



Imagen 3.
Prototipo inicial: Casco v1.0

6. EVALUACIÓN CLÍNICA PRELIMINAR (FASE FUTURA)

Concluidas las pruebas de laboratorio, se iniciará una validación preliminar en el Hospital de Niños Sor María Ludovica, con un grupo reducido de pacientes, bajo protocolos de ética y bioseguridad. Se evaluarán la aceptación, la usabilidad y el rendimiento del dispositivo en situaciones reales controladas.

7. ANÁLISIS DE DATOS Y REDISEÑO

Los resultados de la validación clínica y de las pruebas de laboratorio serán analizados estadísticamente para identificar fortalezas y debilidades. Esta retroalimentación permitirá realizar ajustes en el diseño, los materiales y los algoritmos de sensado.

8. VALIDACIÓN Y DIFUSIÓN

Finalmente, se llevará a cabo una fase de validación integral de los prototipos mejorados y se documentará todo el proceso para su publicación académica, difusión comunitaria y transferencia tecnológica a instituciones de salud y potenciales socios industriales.

Cada etapa incluye mecanismos de retroalimentación para garantizar la mejora continua del proyecto.

RESULTADOS PRELIMINARES Y AVANCES

Para fortalecer la comunicación de los resultados obtenidos, se incorporarán en la versión ampliada del estudio distintas tablas, gráficos y esquemas técnicos que ilustren de manera sistemática los parámetros antropométricos utilizados, las propiedades mecánicas de los materiales seleccionados (PLA médico y TPU), los valores cuantitativos de absorción de impacto obtenidos en laboratorio y los registros preliminares de los sensores biomédicos. Estas representaciones permitirán visualizar con mayor claridad la correlación entre diseño, comportamiento mecánico y desempeño del sistema de sensado, facilitando el análisis comparativo respecto de otros desarrollos reportados en la literatura internacional.

Los avances obtenidos hasta el momento constituyen una base sólida para la validación clínica y el escalado futuro del proyecto. En particular, se destacan los siguientes logros:

Prototipos CAD personalizados: a partir de imágenes médicas (TC y RM en formato DICOM) se desarrollaron modelos CAD ajustados a parámetros antropométricos pediátricos. Esta personalización permitió diseñar cascos con geometrías que optimizan la absorción de impacto, al tiempo que aseguran comodidad y adaptabilidad a la morfología individual de cada niño.

Integración inicial de sensores biomédicos: se incorporaron acelerómetros, giroscopios y sensores de actividad electrodérmica (EDA) en los prototipos, logrando una primera configuración capaz de registrar cambios de movimiento y variaciones fisiológicas que pueden anticipar el inicio de una crisis atónica. Estos sensores fueron programados mediante microcontroladores Arduino y Raspberry Pi, estableciendo la base para algoritmos de procesamiento de datos en tiempo real.

Ensayos de laboratorio en curso: actualmente se están realizando pruebas mecánicas con dummies pediátricos y bancos de impacto adaptados. Los primeros resultados indican que los materiales seleccionados (PLA biocompatible y TPU flexible) presentan un buen desempeño en la absorción de energía cinética, reduciendo significativamente la transmisión de fuerzas al cráneo simulado. Paralelamente, se llevan a cabo ensayos funcionales de los sensores, evaluando su precisión para registrar caídas y detectar cambios bruscos de postura. Estas pruebas se complementan con análisis de datos en MATLAB y Python, lo que permite afinar los algoritmos de filtrado de ruido y de detección de patrones.

Protocolos clínicos establecidos: en articulación con el Hospital se definieron los lineamientos éticos y metodológicos para la futura evaluación clínica preliminar. Esto incluye criterios de inclusión de pacientes, pautas de consentimiento informado para las familias, y lineamientos de bioseguridad para el uso de prototipos en entornos hospitalarios.

Asimismo, se ha iniciado la documentación del proceso para futuras publicaciones y presentaciones en congresos.

APRENDIZAJE EN SERVICIO Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Este proyecto se constituye en un espacio privilegiado de aprendizaje en servicio, donde los estudiantes participan activamente en la resolución de un problema social y sanitario real. La dinámica pedagógica se sustenta en la integración entre la formación académica y la acción comunitaria, en línea con los principios de la extensión universitaria y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

En particular, el proyecto se vincula con los siguientes ODS:

- ODS 3: Salud y bienestar, al promover soluciones innovadoras que mejoran la calidad de vida de niños con crisis atónicas y reducen los riesgos de traumatismos craneoencefálicos.
- ODS 4: Educación de calidad, al ofrecer a los estudiantes experiencias significativas de aprendizaje en contextos reales, desarrollando competencias técnicas y blandas de manera integral.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, al impulsar el uso de tecnologías emergentes como la impresión 3D y los sistemas de sensado biomédico en aplicaciones médicas de alto impacto.
- ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos, mediante la colaboración activa entre el Grupo IEC, el Hospital de Niños y otros actores sociales, consolidando redes interdisciplinarias de trabajo.

Las competencias técnicas desarrolladas por los estudiantes incluyen:

- Diseño CAD y modelado 3D, aplicados a dispositivos médicos personalizados.
- Fabricación aditiva y prototipado rápido, con énfasis en materiales biocompatibles.
- Programación e integración de sistemas electrónicos, orientados al sensado biomédico.
- Procesamiento de señales, aplicando matemáticas y algoritmos de inteligencia artificial en un contexto de salud real.
- Trabajo interdisciplinario, integrando saberes de ingeniería, medicina, física y matemática en equipos colaborativos.

Paralelamente, el contacto con pacientes y familias fomenta el desarrollo de competencias blandas indispensables para la formación de profesionales comprometidos socialmente: empatía, escucha activa, comunicación efectiva, sensibilidad ética y responsabilidad social. Estas experiencias contribuyen a formar ingenieras e ingenieros con un perfil integral, capaces de vincular la excelencia técnica con la dimensión humanista.

IMPACTO ESPERADO

El impacto esperado del proyecto “Entre sensores y sonrisas” puede comprenderse en cuatro dimensiones interrelacionadas. En el plano sanitario, la disponibilidad de cascos personalizados con sensado biomédico tiene el potencial de reducir de manera significativa la frecuencia y la gravedad de los traumatismos craneales en niños con crisis atónicas, mejorando su calidad de vida y disminuyendo los costos asociados a tratamientos médicos y rehabilitaciones prolongadas. En el ámbito académico, el proyecto se proyecta como generador de nuevo conocimiento científico y tecnológico, con posibilidades de publicación en revistas especializadas, presentación en congresos, desarrollo de tesis de grado y posgrado, y consolidación de líneas de investigación interdisciplinarias en la UTN-FRLP y otras instituciones asociadas. Desde la dimensión tecnológica, la iniciativa impulsa el avance en la aplicación biomédica de la impresión 3D, la integración de sensores fisiológicos y la programación de algoritmos de detección temprana, contribuyendo al fortalecimiento de capacidades locales en áreas emergentes de innovación. Finalmente, en el plano social, el proyecto constituye una respuesta innovadora a una problemática sensible que afecta a familias y comunidades, fortaleciendo el vínculo entre la universidad y el hospital, incrementando la visibilidad institucional y posicionando a la UTN-FRLP como referente en el desarrollo de soluciones con impacto real en la sociedad.

TRANSFERENCIA Y SOSTENIBILIDAD

El proyecto contempla mecanismos de transferencia a la industria tecnológica y a otros hospitales. Se prevé la posibilidad de escalado productivo a través de convenios con empresas del sector biomédico, así como la replicación del modelo interdisciplinario en otras problemáticas sanitarias. La sostenibilidad se garantizará mediante alianzas estratégicas y planes de mejora continua basados en la retroalimentación de usuarios y profesionales de la salud.

DISCUSIÓN

Entre los desafíos técnicos se destacan la fiabilidad de los sensores, la biocompatibilidad de los materiales y la aceptación cultural y estética de los dispositivos. Los riesgos presupuestarios e institucionales también representan una dificultad, aunque se han diseñado planes de mitigación. Comparado con proyectos similares a nivel internacional, esta iniciativa se distingue por integrar en un mismo dispositivo personalización 3D y sensado biomédico específico para crisis atónicas en población pediátrica.

CONCLUSIONES

Si bien los avances logrados constituyen una base sólida, el proyecto presenta algunas limitaciones que deberán abordarse en etapas posteriores. Actualmente, los ensayos mecánicos y de sensado se encuentran restringidos al ámbito de laboratorio y no consideran aún condiciones de uso prolongado, variabilidad fisiológica entre pacientes o contextos dinámicos de la vida cotidiana. Por otro lado, la muestra de imágenes médicas y de consultas clínicas utilizadas para la personalización anatómica es reducida, por lo que se proyecta ampliar la población pediátrica involucrada. La validación futura contemplará pruebas clínicas controladas, análisis estadístico robusto, evaluación de confiabilidad intersujeto, estudios de usabilidad y aceptación cultural, como así también la comparación de desempeño frente a dispositivos comerciales de protección. Todo esto permitirá dotar al dispositivo de mayor rigor científico y garantizar su transferibilidad a otros contextos sanitarios.

Si bien los resultados preliminares permiten identificar un alto potencial de aplicación en otros entornos clínicos y poblaciones pediátricas con condiciones similares, las conclusiones aquí presentadas corresponden estrictamente al caso estudiado y a los prototipos actualmente en desarrollo. Cualquier extrapolación deberá realizarse únicamente después de completar las fases de validación clínica y análisis multicéntrico, donde se evaluará la reproducibilidad de los hallazgos en otras instituciones y contextos culturales.

El proyecto constituye un aporte significativo en la intersección entre innovación tecnológica, salud pública y formación universitaria. La combinación de impresión 3D personalizada, sensado biomédico y articulación clínica-universitaria permite avanzar hacia un dispositivo pionero en la región, capaz de mejorar la protección de niños con crisis atónicas. No obstante, los avances alcanzados representan una etapa inicial que demanda consolidación. La versión ampliada del estudio incluirá mayor detalle técnico, análisis cuantitativo de desempeño, discusión comparativa regional e internacional, y una estrategia metodológica para validar clínica y estadísticamente la eficacia del dispositivo. Con ello, el trabajo se fortalecerá para su publicación y contribuirá al desarrollo científico-tecnológico con impacto sanitario y social.

Referencias bibliográficas

- Alcalá, E., Martínez, L., Rodríguez, C. J., López, A., & Neira, F. (2009). Matlab/Simulink analytical model of pyrotechnic gas generators for airbags. *International Journal of Crashworthiness*, 14(6), 641–657. <https://doi.org/10.1080/13588260902884883>
- Azzolin, A., Dainese, L., & Zanotto, S. (2016). Helmet and process for manufacturing said helmet (Patente WO2016IB50270). Italia.
- Cappello, V. (2019). *Concepciones de los docentes universitarios de Matemática*. España: Editorial Académica Española.
- García, S., López, R. (2018). Innovación tecnológica accesible para la atención pediátrica en contextos vulnerables. *Revista de Ingeniería Biomédica Latinoamericana*, 5(2), 45–58.
- Jo, S.-H., Woo, J., Byun, G.-S., Kwon, B.-S., Jeong, J.-H. (2021). A study on the application of LSTM to judge bicycle accidents for portable airbag inflation. *Sensors*, 21(19), 6541. <https://doi.org/10.3390/s21196541>
- Kurt, M., Laksari, K., Kuo, C., Grant, G., & Camarillo, D. (2017). Modeling and optimization of airbag helmets for preventing head injuries in cycling. *Annals of Biomedical Engineering*, 45(5), 1148–1160. <https://doi.org/10.1007/s10439-016-1753-4>
- Nemeth, B., van der Kaaij, M., Nelissen, R., van Wijnen, J. K., Drost, K., Azul, G. J. (2022). Prevention of hip fractures in elderly residents of long-term care facilities with hip airbags: A retrospective pilot study. *BMC Geriatrics*, 22, 547. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03159-7>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Lesiones de tráfico*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Pérez, M., Duarte, L., Salas, V. (2020). Dispositivos de apoyo personalizados mediante tecnologías 3D en hospitales públicos. *Salud y Tecnología*, 12(1), 33–49.
- Ribeiro, P., Almeida, T., Costa, J. (2021). Low-cost biomedical sensing for childhood neurological disorders. *Journal of Pediatric Biomedical Engineering*, 7(3), 120–134.
- Sivaranjani, T., DhiviyaLakshmi, L., Yogaaravinth, R., Srivishnu, J., Sri Karthick, M. M., Praveenkumar, A. (2017, September 21–22). Fall assessment and injury prevention using portable airbag technology. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Energy, Control, Signals and Instrumentation Engineering* (pp. xx-xx). Chennai, India: IEEE.
- Tamura, T., Yoshimura, T., Sekine, M., Uchida, M., Tanaka, O. (2009). A wearable airbag to prevent fall injuries. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 13(6), 910–914. <https://doi.org/10.1109/TITB.2009.2033072>
- Woo, J., Jo, S.-H., Byun, G.-S., Kwon, B.-S., Jeong, J.-H. (2021). Portable airbag system for real-time recognition of bicycle driver accidents using orthogonal convolutional neural network (O-CNN). *Electronics*, 10(11), 1423. <https://doi.org/10.3390/electronics10111423>

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/266/2665532001/2665532001.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Viviana Cappello, Diego Alustiza, Juan Arrospide
Entre sensores y sonrisas. Hacia la innovación tecnológica y el aprendizaje en servicio para la protección pediátrica en crisis atónicas.

Ingenio Tecnológico

vol. 8, e067, 2026

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

ingenio@frlp.utn.edu.ar

ISSN-E: 2618-4931



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.