

Impacto del Método Madre Canguro en el Neurodesarrollo

Análisis de 70,000 Historias Clínicas del
Programa Madre Canguro

Evaluación a los 12 meses de edad
corregida

Definición del Proyecto

La Fundación Canguro promueve el Método Madre Canguro (MMC):

- Contacto piel a piel
- Lactancia materna exclusiva
- Seguimiento médico temprano

Base de datos: +70.000 historias clínicas, 600 variables.

Problema: transformar estos datos en conocimiento predictivo para detectar riesgos neurológicos (INFANIB) y cognitivos ($IQ < 85$) al año de vida corregido.

Objetivos y Métricas

Desarrollar un modelo de datos predictivo del desarrollo neurológico y cognitivo basado en variables iniciales y exposición al MMC.

Objetivo general:

Crear un modelo de ciencia de datos para predecir alteraciones cognitivas y neurológicas en niños al año de vida.

Métricas clave:

- Sens./Esp. $\geq 80\%$
- Reducción tiempo detección $\geq 50\%$
- Aumento seguimiento intensivo $\geq 50\%$
- ≥ 2 pilotos clínicos validados

Específicos:

- Depurar y analizar datos históricos.
- Identificar factores de riesgo.
- Medir impacto del MMC.
- Desarrollar dashboard clínico interactivo.

Usuarios y Necesidades

El sistema está diseñado para responder a las necesidades de distintos actores del ecosistema del cuidado neonatal, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia y optimizando la atención temprana.

Usuario	Rol e interés principal	Problemática actual
Médicos/Enfermeras (PMC)	Identificar riesgos tempranos y aplicar intervenciones.	La identificación de riesgos es tardía e imprecisa con métodos manuales.
Gerentes/Auditores (EPS)	Garantizar la calidad de la atención y controlar costos a largo plazo.	Falta de evidencia predictiva que justifique la inversión en el programa y que muestre su impacto a 12 meses.
Investigadores/Políticos	Generar evidencia y mejorar los protocolos de cuidado.	Dificultad para analizar el impacto de los protocolos a lo largo del tiempo (por cohortes).

Categoría	¿Qué Necesita Hacer el Monitor?
Predicción	Clasificar y Predecir la probabilidad de un IQ - INFANIB anormal a 12 meses,
Impacto	Permitir Comparar Cohortes (ej. 2005-2010 vs. 2021-2025) para medir la efectividad de la evolución del protocolo. (Variables nuevas y diferentes instrumentos para realizar la medición)
Seguridad	Garantizar que los datos anonimizados estén seguros y solo sean accesibles por usuarios autorizados.

Solución y Componentes

La solución integra **análisis predictivo y visualización clínica** para transformar los datos del Método Madre Canguro en una herramienta de apoyo a decisiones médicas. Permitirá **anticipar riesgos, personalizar intervenciones y evaluar el impacto** del programa a lo largo del tiempo.

Funciones principales:

- Predicción: Estimar riesgo neurológico o cognitivo a 12 meses según variables iniciales.
- Exploración: Mostrar trayectoria de crecimiento enComponentes tecnológicos:
- Machine Learning: identifica patrones y predictores clave.
- Base de datos estructurada: migración a SQL para consultas ágiles.
- Dashboard web: muestra alertas y métricas en tiempo real para unidades MMC y EPS.

Funciones principales:

- Predicción: Estimar riesgo neurológico o cognitivo a 12 meses según variables iniciales.
- Exploración: Mostrar trayectoria de crecimiento en distintos controles.
- Comparación: Analizar cohortes históricas para medir efectividad del MMC.
- Seguridad: Garantizar anonimización y acceso restringido.

Mockup Conceptual

El *mockup* muestra cómo los usuarios interactúan con la plataforma, transformando datos complejos en **insights clínicos claros y accionables** mediante análisis predictivo, seguimiento y evaluación del impacto del Método Madre Canguro (MMC).

Componentes principales:

- Panel de Riesgo Predictivo: permite ingresar variables iniciales (peso, edad gestacional, exposición al MMC) y recibir alertas tempranas sobre riesgo neurológico o cognitivo, facilitando intervenciones oportunas.
- Módulo de Trayectoria Longitudinal: visualiza la evolución del bebé en los controles (40 sem, 3mEC, 6mEC, 9mEC, 12mEC); si la curva se desvía del rango ideal, genera una alerta para ajustar cuidado o nutrición.
- Dashboard de Intervención: para investigadores y gerentes, muestra indicadores de desempeño y el efecto de variables clave (horas de posición canguro, lactancia exclusiva), permitiendo comparar cohortes y medir efectividad.

En conjunto, los módulos ofrecen una experiencia intuitiva que une prevención, monitoreo y mejora continua en el cuidado neonatal.

Implicaciones Éticas y Regulatorias

Marco Legal Colombiano

- **Art. 15 Constitución:** Derecho a intimidad personal y familiar
- **Ley 1581/2012:** Protección de datos sensibles de salud
- **Leyes 23/1981 y 35/1989:** Historia clínica como documento reservado



Consideraciones Éticas

- **No discriminación:** Evitar sesgos por estrato, etnia u origen
- **Predicciones imparciales:** Garantizar equidad en intervenciones tempranas
- **Población vulnerable:** Ex-pacientes pediátricos del Programa Madre Canguro

Privacidad y Confidencialidad

- Acuerdo de confidencialidad firmado con Fundación Canguro
- Dataset anonimizado bajo estándares rigurosos
- Protección de información implícita (fechas, datos indirectos)
- Resultados presentados como agregaciones estadísticas



Transparencia Metodológica

- Documentación explícita de algoritmos y metodología
- Identificación de variables influyentes y riesgos probabilísticos
- Visibilización de limitaciones y posibles sesgos
- Resultados publicables para validación por otros investigadores

Fuentes de datos

Dataset Multidimensional

- **64,801** Registros (Pacientes)
- **753** Variables
- **15+** Años de datos

Indicadores Médicos Directos

- ▶ Medidas antropométricas
- ▶ Puntuaciones de neurodesarrollo
- ▶ Cálculos estadísticos clínicos

Factores Contextuales

- ▶ Nivel educativo de los padres
- ▶ Nivel socioeconómico
- ▶ Entorno vital y condiciones ambientales

Variables Desenlace:

Neurodesarrollo a 12 meses EC: **infanib12m**, **IQ12cat**

Diccionario de Datos (Excel)

- ✓ Descripción y Tipo de dato
- ✓ Episodio clínico
- ✓ Fase del programa canguro
- ✓ Tema de interés
- ✓ Valores y rangos válidos documentados

Fuentes Secundarias

7

Artículos médicos

Base teórica y clínica para interpretación, selección de características y marco analítico

Metodología y Estado Actual

Dataset: 64.801 registros, 753 variables (2008–2023).

- Limpieza: imputación, tipado, capping, escalado.
- Dataset final listo para entrenamiento de modelos.

Fases de análisis:

1. Exploratoria: correlaciones, PCA, clustering.
2. Inferencial: t-test, ANOVA, χ^2 .
3. Predictiva: regresión, árboles, Ridge.
4. Integración: tablero clínico + visualización.

El análisis combina técnicas exploratorias, inferenciales y predictivas para construir un modelo clínicamente interpretable, sustentado en un dataset limpio y listo para entrenamiento, que permitirá identificar tempranamente factores de riesgo en el neurodesarrollo.

Conclusión:

Base sólida para generar un modelo predictivo clínicamente útil y validado.