

## **Análisis crítico de un caso de automatización con IA en el área médica neonatal.**

Jesús Martínez. Universidad de Guadalajara.

### **INTRODUCCIÓN.**

En el presente estudio se expondrá un análisis profundo sobre un caso de uso en el área médica neonatal de un hospital que genera grandes volúmenes de datos provenientes de monitores fisiológicos, historiales clínicos electrónicos, laboratorios y dispositivos médicos. El fin de dicho análisis es proponer un modelo de intervención de inteligencia artificial que ayude de manera automática a predecir el riesgo de sepsis neonatal con al menos 6 horas de anticipación, el sistema enviará alertas al personal médico y posibles medidas y acciones preventivas.

### **Datos.**

En primera instancia se debe de priorizar la estructura de la información que el modelo de inteligencia artificial debe recolectar para poder determinar ciertos patrones.

Siguiendo la definición de Forrester, J (2024) “La sepsis es un síndrome clínico de disfunción de órganos potencialmente letal causada por una respuesta desregulada a la infección. En el shock séptico hay una reducción crítica de la perfusión tisular; puede producirse una insuficiencia aguda multiorgánica, que afecta los pulmones, los riñones y el hígado.”

Así mismo se menciona que la sepsis puede ser ocasionada por ciertos microorganismos como hongos, bacilos gramnegativos o cocos grampositivos intrahospitalarios, que son bacterias alargadas que tienden a causar infecciones graves en pacientes hospitalizados.

A continuación se presentan los datos que el hospital genera por medio de sensores y máquinas especializadas para medir los signos vitales de los neonatales:

- **Frecuencia cardiaca.**

Un bebe se considera neonatal durante los primeros 28 días de vida, la frecuencia cardiaca de un bebé de 0-3 meses es de 123-164 latidos por minuto (lpm).

Un bebe con riesgo de contraer sepsis tiene una FC baja a comparación de la ordinaria, aproximadamente 107 lpm, desviación estándar de 19, por el otro lado los bebés que están fuera de riesgo presentan una FC de 115 lpm desviación estándar de 20. lo que indica que la frecuencia cardiaca es un indicador para prevenir la sepsis en neonatos. Fonseca, S (2018).

**Volumen y velocidad:** Aproximadamente 1 Dato por minuto, 8.6 MB al día por paciente

**Tipo de dato:** Texto plano o numérico.

**Veracidad:** 90% considerando los datos históricos de frecuencia cardiaca neonatal.

**Estructura Lógica:** Si FC < 108 lpm y la variabilidad disminuye es ALERTA.

- **Saturación de oxígeno**

La saturación ordinaria de oxígeno es de entre 95% - 100%, por lo tanto < 90% requiere de alerta de peligro de Hipoxemia.

**Volumen y velocidad:** 1 dato/segundo de 3 a 5 MB por día por paciente.

**Tipo de dato:** Texto plano o numérico.

- **Temperatura corporal**

La temperatura corporal es un indicador temprano que indica cuando el neonato ya está infectado de sepsis porque presentan hipotermia, por lo tanto si la temperatura corporal es < 36.0°C, es una alerta.

**Tipo de dato:** Texto plano o numérico.

**Veracidad:** 90% de ser hipotermia antes de sepsis.

- **Resultados de laboratorio.**

Estos datos son de utilidad, pero hay más sesgo por la gran variedad de información que presentan, por ejemplo, la proteína C Reactiva que es un marcador de inflamación en la sangre, la inflamación de PCR puede deberse a infecciones. Por lo tanto estos datos deben de estar en una Datawarehouse con su clasificación correspondiente y facilitar su consulta.

- **Historial clínico Perinatal**

Como tal esta información dice qué tan probable es que el bebé se enferme. Un bebé con mal historial perinatal debe de tener umbrales de alerta más estrictos. por lo tanto sería parte de una base de datos con sus debidas clasificaciones.

### **Modelo.**

El modelo de inteligencia artificial debe de estar estructurado para el aprendizaje automatizado, es decir, que de casos anteriores el sistema pueda detectar cuándo enviar una alerta y cuando no tomando en consideración ciertos patrones.

El gran volumen de datos que se genera día a día será almacenado y procesado por este sistema, por lo tanto debe de tener la capacidad de detectar que neonatos están saludables y cuáles están en riesgo.

Por otro lado también se deben de tomar en cuenta los datos históricos para detectar qué neonatos necesitan más atención (por el historial clínico) y que condiciones son las que han presentado más casos de condiciones de sepsis.

**Tecnología:** Se considera relevante usar bases de datos en nodos o cajas negras para datos que cambian segundo por segundo.

**Métricas:** El modelo debe de tener una alta sensibilidad . NO HAY COSTO DE ERROR, si el sistema falla un bebé puede morir.

**Entrenamiento:** El sistema debe de comenzar a operar en un periodo de prueba o testing, donde se use el 80% de los datos históricos para enseñar al modelo y que no memorice los casos, si no que aprenda los patrones.

### **Decisión Automatizada.**

Se debe de seguir un protocolo ético y médico todo el tiempo, es el hecho que la IA no toma la decisión final, si no que se encarga de ser un intermediario para los doctores especialistas. Este sistema se clasifica como un **CDSS** (*Clinical Decision Support System*), Tiene que dar datos comprobables del porqué de su hipótesis,

como un porcentaje de riesgo la decisión clínica es ejecutada 100% por los doctores.

## Riesgos.

El margen de riesgo es muy alto, ya que con un simple dato erróneo, o un diagnóstico falso un neonato puede perder la vida. La sepsis debe de ser pronosticada al menos 6 horas antes de que el bebé sea infectado, por lo tanto si se puede detectar antes mejor.

### Riesgos Operativos

- Generación de muchos casos falsos positivos, es decir, el bebé está bien, pero por un indicador fuera del perímetro se envía una alerta.
- Si la mayoría de los datos históricos para el entrenamiento del sistema son casos de una población específica como bebés con ciertas complicaciones, el sistema no tendría el rendimiento esperado.
- Posibilidad de una vulnerabilidad de seguridad ya que los datos clínicos de menores de edad se encuentran en manipulación, se viola la privacidad.

### Riesgos Clínicos.

- Riesgo de que los doctores confíen mucho en lo que dice el sistema y reducir el monitoreo por el personal médico.
- El personal médico obvie las recomendaciones dadas por el sistema y pueda saltar algunos pasos importantes sobre el protocolo de alerta.
- Dependencia al criterio del sistema y que no puedan tomar decisiones por sí mismos.

## Mitigación.

Para garantizar la seguridad del paciente y la viabilidad operativa del sistema, se deben de implementar medidas y estrategias de control y de gobernanza. Las siguientes pueden ser consideradas como posibles opciones.

- Mecanismos de retroalimentación: Despues de una alerta el sistema debe de pedir por medio de una interfaz al personal médico evaluar la alerta enviada. Ejemplo: “¿Fue útil esta alerta? Si/No”. De esta manera se puede entrenar al modelo con los datos reales de operación.

- El modelo debe de estar calibrado según el contexto del paciente. Ejemplo: un bebe que fue prematuro tiene rangos vitales diferentes a los de un bebe a término.
- Además de mandar una alerta, el sistema mostrará los signos vitales fuera de rango que fueron detectados, esto se indicará 3 horas antes de cumplir las 6 horas de mitigación de infección. Ejemplo: Frecuencia cardiaca inestable de 105 lpm.
- Políticas de diagnósticos médicos, se prohíbe estrictamente dar un diagnóstico basado en las alertas dadas por el sistema de IA, los médicos deben de justificar los tratamientos con base a medidas médicas no por las alertas digitales.
- Protocolo de capacitación al personal médico para utilizar el sistema de manera responsable, en el mismo plan de capacitación, debe de haber un apartado en el cual los médicos puedan saber si las alertas son erróneas por diversas razones, por ejemplo, un sensor desconectado o apagado.
- Cumplir con la Ley Federal de Protección de Datos Personales.

## Conclusión.

Los sistemas de inteligencia artificial son clave para la automatización de las tareas en el sector de la salud, sin embargo los riesgos de un diagnóstico digital erróneo son altos, es por eso que es muy importante establecer protocolos, medidas y políticas de gobernanza de datos y usar el sistema de apoyo con monitoreo diario y por “humanos”, para evitar la dependencia de los expertos médicos a un sistema que tiene cierto margen de error tanto por factores externos, como por ejemplo las evaluaciones del personal médico o consultas al sistema no son lo suficientes claras, lo que puede atrasar o crear sesgos en el auto aprendizaje del sistema, por otro lado otros factores como si algún aparato médico no está respondiendo de manera correcta. Los grandes volúmenes de datos pueden crear a un sistema muy capaz, pero así mismo la variabilidad de los datos puede poseer ciertas inconsistencias. El buen manejo del sistema de inteligencia artificial depende totalmente de dos partes igualmente responsables, La estructura técnica y operativa que debe ser diseñada justo al alcance que pueden proporcionar los datos y los usuarios finales quienes usarán el sistema por tiempo indeterminado.

## Bibliografía.

Forrester, J. (2024) *Sepsis y shock séptico. Manual MSD*. Sepsis y choque séptico - Infecciones - Manual MSD versión para público general. [Sepsis y choque séptico - Infecciones - Manual MSD versión para público general](#)

Fonseca Silva, E. A., Fonseca Silva, S. P., Castro, Y., Gea Izquierdo, E., Naranjo, A., & Hinojosa Sandoval, M. (2018). Variabilidad de la frecuencia cardiaca como método de diagnóstico precoz para sepsis en neonatos con factores de riesgo. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 39(2), 151–157. <https://doi.org/10.26807/remcb.v39i2.653>

Ribeiro, S. (2022) Frecuencia cardiaca en niños y bebés: valores normales y alteraciones. Tua Saude. [Frecuencia cardiaca en niños y bebés: valores normales y alteraciones - Tua Saúde](#)

Schinkel, M., Paranjape, K., Nannan Panday, R., & Nanayakkara, P. (2019). Clinical applications of artificial intelligence in sepsis: A narrative review. *Computers in Biology and Medicine*, 115, 103488. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2019.103488>