

# Análisis de la cardiotocografía en la clasificación de la salud fetal

Lucy Campos Vega

14/03/2022

## 1. Introducción

La cardiotocografía (CTG) es un método de evaluación fetal que registra simultáneamente la frecuencia cardíaca, los movimientos fetales y las contracciones uterinas. Se utiliza comúnmente en el tercer trimestre y su propósito es monitorear el bienestar fetal. Estas mediciones ayudan a los profesionales de la salud a verificar el estado general del feto y a identificar las primeras señales de sufrimiento fetal. Sin embargo, se producen muchos falsos positivos, por lo que encontrar una relación causal podría permitir mejorar la clasificación de la salud fetal.

## 2. Objetivo

Este proyecto pretende analizar registros cardiotocográficos fetales para estudiar la relación entre características de la CTG y la evaluación del estado fetal.

Hipótesis principal:

- Existe una relación causal entre las características de la CTG y los estados de salud fetal.

Hipótesis secundarias:

- La aceleración de la frecuencia cardíaca fetal tiene una correlación negativa con la mortalidad fetal.
- La frecuencia cardíaca basal fuera del rango 110-160 lpm indica sufrimiento fetal.

## 3. Metodología

Los Datasets utilizados provienen de kaggle. Dado que se pretende conseguir resultados que se asemejen a la realidad, se han buscado Datasets que tengan un respaldo científico detrás, aunque los datos no sean recientes.

En este caso, el primer Dataset contiene registros de las características extraídas de estudios cardiotocográficos, clasificados en función de la peligrosidad de las señales: normal, sospechoso o patológico. El segundo Dataset es complementario y contiene información adicional sobre patrones morfológicos.

Datasets:

- [Fetal Health Classification](#)
- [Fetal Cardiotocography data](#)

## 4. EDA

El primer paso fue el análisis de las variables de las tablas, conocer sus valores y entender los registros. Se eliminaron los valores nulos y aquellas variables repetidas en ambas tablas. Se eliminaron las columnas de los histogramas, se renombraron algunas columnas y se juntaron en un solo Dataset.

El Dataset resultante que se ha utilizado para realizar este estudio, esta formado por 2126 registros extraídos de exámenes Cardiotocográficos. Los registros están clasificados en 3 clases:

- Normal = 1
- Sospechoso = 2
- Patológico = 3

Se realizó una primera correlación entre las variables más importantes para visualizar la existencia de relación entre ellas (figura 1). Respecto al índice de salud fetal (NSP), se observó una correlación positiva con las desaceleraciones prolongadas y las variables STV y STL anormales. Además, se pudo observar una correlación negativa con las aceleraciones, la media STV y LTV y las contracciones uterinas. Estas variables se estudiaron en profundidad a lo largo del trabajo.

	index_NSP
index_NSP	1.000000
prolongued_decelerations	0.484859
abnormal_STV	0.471191
abnormal_LTV	0.426146
Baseline_FHR	0.148151
severe_decelerations	0.131934
fetal_movement	0.088010
light_decelerations	0.058870
mean_STV	-0.103382
uterine_contractions	-0.204894
mean_LTV	-0.226797
accelerations	-0.364066

**Tabla 1.** Tabla correlación de variables con el índice NSP

A continuación, se describen las variables utilizadas:

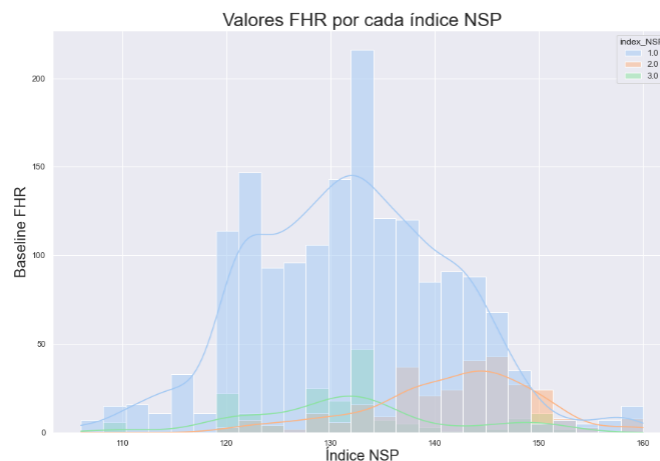
- Baseline\_FHR** (Fetal Heart Rate): La frecuencia cardiaca fetal promedio se encuentra entre 110 y 160 lpm (latidos por minuto).
- Accelerations**: Las aceleraciones son aumentos a corto plazo de la frecuencia cardiaca de al menos 15 lpm por encima de la línea basal.
- Uterine contractions**: Las contracciones uterinas se cuantifican midiendo el número de contracciones en una ventana de 10 min, promediando a un periodo de 30 minutos.
- Decelerations**: Las desaceleraciones son episodios transitorios de disminución de la FHR por debajo de la línea base de más de 15 lpm que duran al menos 15 seg. Aunque cada desaceleración tiene un mecanismo fisiológico levemente diferente, todas ellas son consecuencia de una interrupción del camino del oxígeno.
- Variability**. La variabilidad de la FHR de la línea de base se determina en una ventana de 10 minutos, excluyendo aceleraciones y desaceleraciones. Se trata de fluctuaciones que son irregulares en amplitud y frecuencia.
  - Short Term Variability** (STV): Se trata de la oscilación de la FHR alrededor de la línea de base en una amplitud de 5 a 10 lpm.
  - Long Term Variability** (LTV): En este caso, la amplitud es de 10 a 25 lpm.

### 4.1. Relación entre la FHR y el índice NSP

Dado que el rango normal de la FHR es 110-160 lpm, se espera que valores fuera del rango se relacionen con índices Sospechosos o Patológicos. Se analizaron los valores mínimos y máximos del Dataset y se encontró que el rango de valores para todo el conjunto de datos se encontraba entre 106-160 lpm. Dado que se tienen índices

Normales, Sospechosos y Patológicos, esto podía indicar que la FHR no estaba relacionada con el índice NSP.

Se observó una mayor concentración de valores para el caso Normal situados entre 120-150 lpm. Para el caso sospechoso, los valores se concentraron entre 135-155 lpm. Sin embargo, en el caso Patológico los valores se encontraban más dispersos.



**Figura 2.** Valores FHR por cada índice NSP

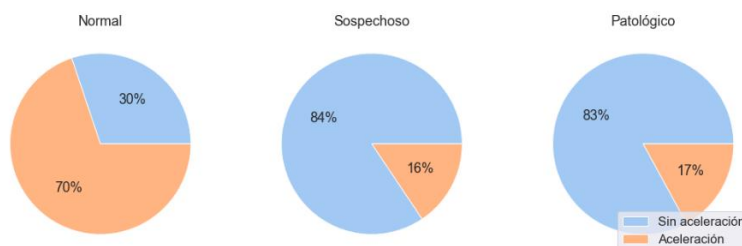
En la Figura 2 se puede observar que la distribución de los valores en los casos patológicos y normales se asemeja bastante, es una distribución casi normal con mayor concentración en valores intermedios. Para los casos sospechosos se observa una distribución sesgada a la derecha, contiene valores de FHR más altos. Sin embargo, sus valores también se encuentran dentro del rango normal.

Por lo tanto, parece que la FHR basal no tiene relación con la predicción de la salud fetal.

#### 4.2. Aceleraciones e índice NSP

Las aceleraciones son normales y saludables ya que indican que el feto tiene un suministro adecuado de oxígeno, por lo tanto, se espera que esté relacionado con un índice Normal.

Se observó la distribución de los valores y se obtuvo que la mediana para los casos Sospechosos y Patológicos era de 0, lo que indicaba que en ambos casos se producían pocas aceleraciones ya que al menos en la mitad de los casos no se produjeron. Para los casos Normales, se visualizaron valores de aceleraciones más altos, mientras que en los casos Sospechosos y Patológicos no sobrepasaron de 0.0050.



**Figura 3.** Presencia de aceleraciones por cada índice NSP.

Se estudió la presencia de aceleración en cada uno de los índices NSP (Figura 3). En la imagen se puede observar que, para los rangos Sospechosos y Patológicos, el 84 y

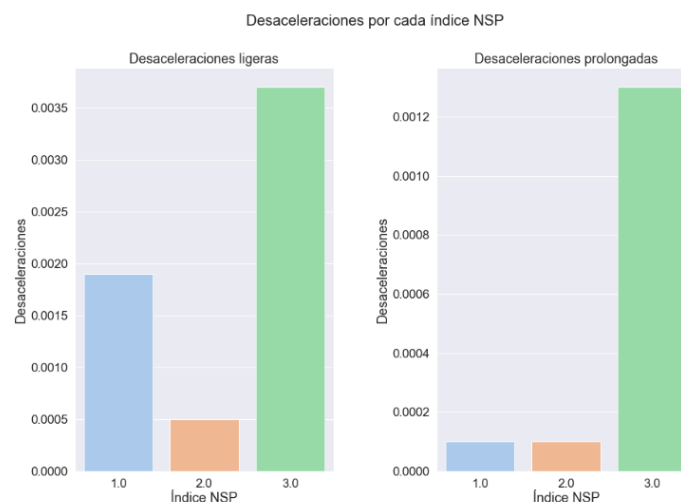
83% de los registros respectivos no presentaban aceleraciones. Además, la media de las aceleraciones registradas era mucho más baja que en el caso Normal. Por lo tanto, parece que los casos Sospechosos y Patológicos experimentan poca o ninguna aceleración. Es decir, existen indicios de que la presencia de aceleraciones de la frecuencia cardíaca fetal está relacionada con el bienestar fetal.

### 4.3. Contracciones uterinas e índice NSP

Las contracciones indican el progreso del parto. El rango normal de contracciones uterinas es entre 3-5 contracciones en 10 minutos, es decir, 0.005-0.008 contracciones/seg. Valores fuera del rango deberían indicar un compromiso fetal.

En comparación con los casos Normales, cuya distribución se encuentra principalmente dentro de los rangos normales, la media de los casos Sospechosos y Patológicos se encontró ligeramente por debajo del rango normal. En los gráficos se puede observar que, para los casos Sospechosos y Patológicos, los valores se concentraron principalmente a la izquierda, esto significa que en la mayoría de los registros no se produjeron contracciones. Además, en los casos patológicos se observaron valores muy altos en la frecuencia de contracciones, lo que puede implicar una hiperestimulación uterina.

Se estudió la relación de las contracciones uterinas con otras variables según el índice NSP. Este estudio determinó que para cada índice NSP, las variables no tenían la misma correlación con las contracciones uterinas. Esto podría indicar que algunas variables no afectaban por igual al estado de salud fetal ya que tienen dependencia con otras variables. En el caso Patológico, las contracciones uterinas mostraron una alta correlación con las deceleraciones (0.59 - ligeras y 0.30 - prolongadas) y el MSTV (0.75).



**Figura 4.** Desaceleraciones por cada índice NSP

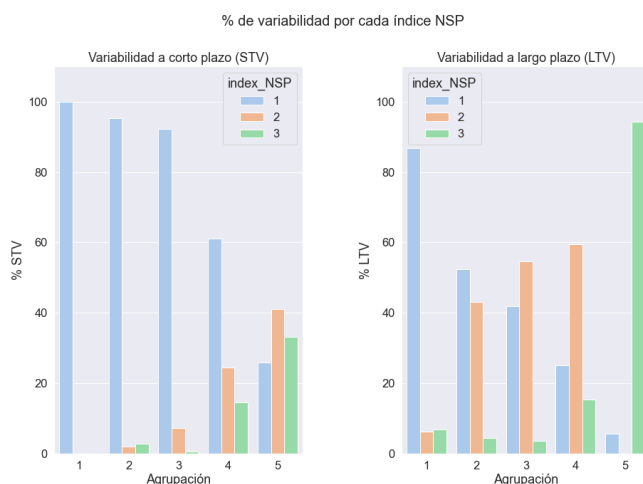
En la Figura 4 se puede observar que la media de las deceleraciones en los casos Patológicos es mayor que en los casos Normales y Sospechosos, apreciándose más la diferencia en las deceleraciones prolongadas (aquellas que tienen una duración  $\geq 2$  minutos, pero  $< 10$  minutos).

Estos resultados podrían indicar que existe una relación entre el índice Patológico y la presencia de deceleraciones. Dado que las deceleraciones muestran una correlación positiva con las contracciones uterinas de índice Patológico, se podría deducir que las contracciones uterinas tienen un efecto indirecto en el estado de salud fetal.

#### 4.4. Variabilidad e índice NSP

En la base de datos, se tienen valores de variabilidad a corto plazo y a largo plazo. Actualmente no se establece distinción entre ambas variables por lo que estas variables fueron estudiadas conjuntamente.

Se agruparon los valores STV y LTV en 5 grupos: (-18) [18-36) [36-54) [54-72) [72-). Esto permitió visualizar la concentración de valores según el índice NSP.



**Figura 5.** % de variabilidad por cada índice NSP.

En la Figura 5 se puede observar que la concentración de índices patológicos se produce cuando aumenta la variabilidad. En el primer grupo (variabilidad entre 0-18) podemos encontrar mayor concentración de índices Normales. Sin embargo, cuando la variabilidad es mayor, la concentración de índices Patológicos aumenta. Esta diferencia es más notoria en la variabilidad a largo plazo, en el grupo 5 (variabilidad mayor de 72) más del 90% son índices Patológicos. Por lo tanto, la variabilidad parece ser un indicativo del índice de salud fetal.

## 5. Conclusiones

En conclusión, se pudo observar que ciertas variables presentan más influencia en el estado de salud fetal. En concreto, se encontró que las aceleraciones, las desaceleraciones y la variabilidad, afectan directamente al estado fetal, siendo las aceleraciones la variable más importante. Además, se observó que las contracciones uterinas afectaban de forma indirecta al estado fetal ya que estaban relacionadas con las desaceleraciones. Esto sugiere que, a menor contracciones, mayor probabilidad de índice Patológico. Por otro lado, se observó que la frecuencia cardíaca basal no es indicativa de un pronóstico patológico.

En este estudio, se ha visto que a medida que aumentaba el valor de las aceleraciones, la probabilidad de un índice Normal también aumentaba, al mismo tiempo que disminuía la del índice Sospechoso y Patológico. Además, también se observó que a medida que aumentaba la variabilidad a largo plazo (LTV) y las desaceleraciones, la probabilidad de índice patológico aumentaba mientras que disminuía la del índice Normal.

El objetivo de este estudio era estudiar las variables cardiotocográficas y establecer una relación con el pronóstico del índice fetal. Se ha podido establecer variables con mayor implicación y su relación entre ellas. Un estudio con un mayor número de registros podría permitir establecer mejor las relaciones y confirmar estos hallazgos.