

**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
GDL Campus**



**Tecnológico  
de Monterrey**

**Inteligencia artificial avanzada para la ciencia de datos I (Gpo 101)**

Clave: TC3006C

Arah Rojas Blanco (A00834299)

**Profesor:**

Prof. Obed Noé Sámano Abonce

**Campus:** Guadalajara

13 ago 2025

## **Evaluación Inicial (Train/Test/Validation)**

Primero, se separó el conjunto de datos de Parkinsons Telemonitoring en tres subconjuntos: entrenamiento (train), validación (validation) y prueba (test). Se utilizó un 60% de los datos para entrenamiento, 20% para validación y 20% para prueba, asegurando aleatoriedad con una semilla fija para reproducibilidad. Luego se entrenó un modelo de regresión lineal múltiple (implementado con descenso de gradiente) usando exclusivamente las variables de voz y demográficas relevantes (edad, tiempo de prueba, medidas de jitter, shimmer, NHR, HNR, RPDE, DFA, PPE), excluyendo identificadores y la puntuación motor\_UPDRS para evitar fugas de información. A continuación, se evaluó el desempeño del modelo resultante en los tres conjuntos.

### **Desempeño**

Se obtuvieron los siguientes indicadores de desempeño:  
Desempeño del modelo inicial:

$R^2_{\text{train}} = 0.180$     $\text{RMSE}_{\text{train}} = 9.726$

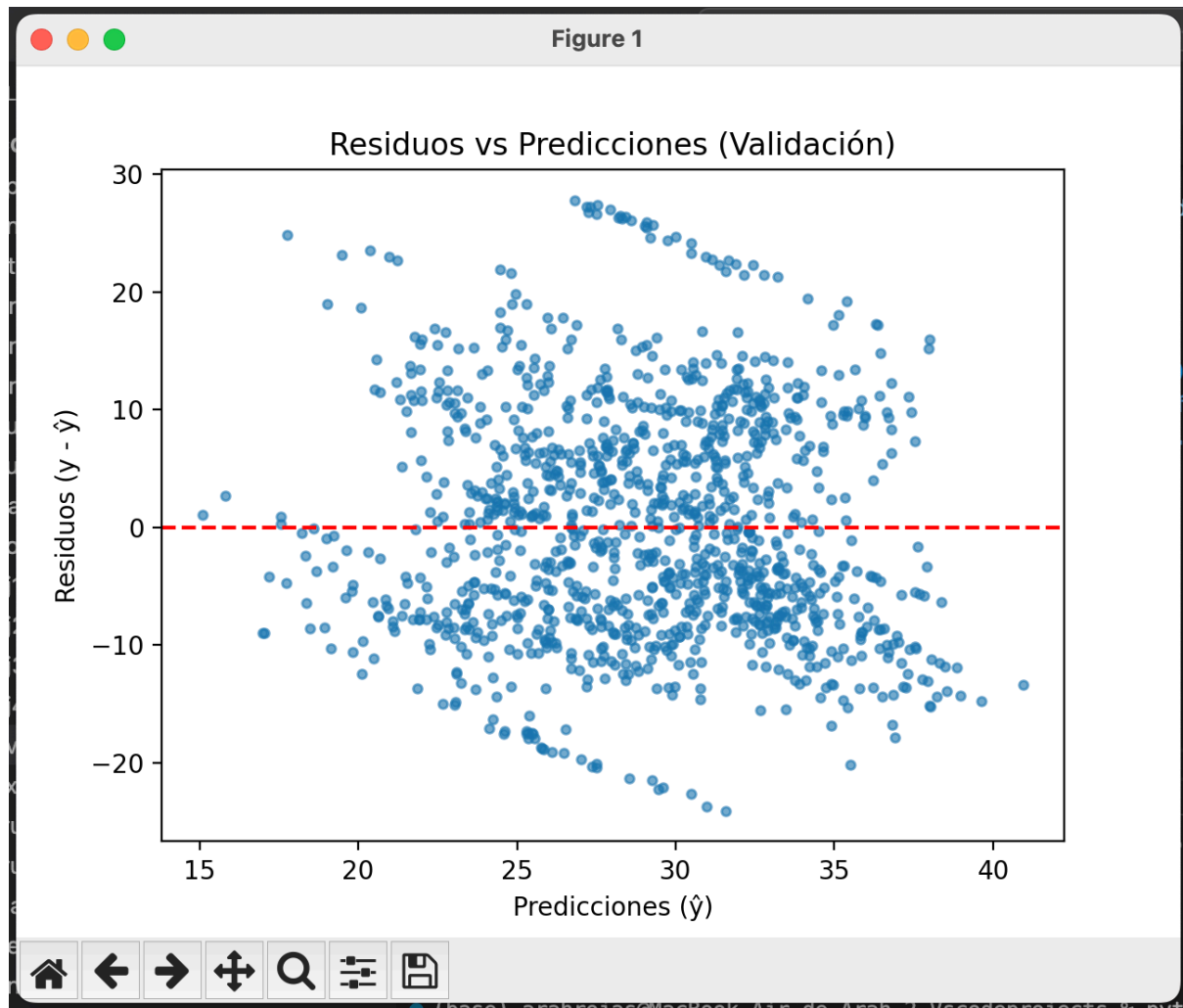
$R^2_{\text{val}} = 0.123$     $\text{RMSE}_{\text{val}} = 9.799$

$R^2_{\text{test}} = 0.151$     $\text{RMSE}_{\text{test}} = 9.959$

### **Análisis de resultados**

Los indicadores muestran que el modelo de regresión lineal con descenso de gradiente logra explicar solamente entre 12% y 18% de la variabilidad de la variable objetivo (total\_UPDRS), por lo que la capacidad predictiva del modelo es baja, ya que la mayor parte de la variación en los datos no está siendo capturada por la relación lineal aprendida.

El RMSE se encuentra alrededor de 9.7–9.9 unidades, lo que significa que en promedio el modelo se equivoca en casi 10 puntos de la escala de total\_UPDRS. lo cual puede considerarse un error alto.



### Diagnóstico de Sesgo (Bias)

El sesgo refleja la capacidad del modelo para capturar la relación real entre las variables de entrada y la salida. En este caso, el modelo obtuvo un  $R^2_{\text{train}} \approx 0.18$  y un  $\text{RMSE}_{\text{train}} \approx 9.7$ , lo que significa que apenas explica alrededor del 18 % de la variabilidad de total\_UPDRS. Estos valores son bajos y apuntan a que el modelo está cometiendo mucho error sistemático: no logra representar bien la complejidad de los datos. La gráfica de residuos en validación muestra dispersión y cierto patrón alrededor de la línea horizontal, confirmando que la regresión lineal no captura todas las dependencias. En conclusión, el modelo presenta un sesgo alto (high bias): es demasiado simple para describir correctamente la dinámica del dataset.

### Diagnóstico de Varianza

La varianza indica cuánto cambia el modelo al aplicarse sobre nuevos datos. En este caso, el desempeño en los distintos conjuntos es muy parecido:  $R^2_{\text{train}} \approx 0.18$ ,  $R^2_{\text{val}} \approx 0.12$ , y  $R^2_{\text{test}} \approx 0.15$ , con errores (RMSE) todos cercanos a 9.7–9.9. Esto muestra que el modelo generaliza de manera estable, sin diferencias marcadas entre entrenamiento y validación/prueba. No hay señales de sobreajuste, ya que el error no crece significativamente al pasar de train a test. La varianza es baja, y el

modelo falla de forma consistente en todos los conjuntos porque es incapaz de aprender relaciones más profundas.

### **Nivel de Ajuste del Modelo (Underfitting vs Overfitting)**

Combinando las observaciones de sesgo y varianza:

- Sesgo alto (error alto en train)
- Varianza baja (error train  $\approx$  error test)

Este patrón es característico de un modelo con bajo nivel de ajuste, es decir, estamos ante un caso de underfitting . El modelo lineal con descenso de gradiente no logra capturar la complejidad de la relación entre las variables acústicas y la progresión de la enfermedad de Parkinson (total\_UPDRS). Aunque su desempeño es estable en todos los conjuntos, el nivel de ajuste es insuficiente: aprende poco de la estructura de los datos y deja gran parte de la variabilidad sin explicar.

### **Análisis de mejora**

#### **Desempeño**

Se obtuvieron los siguientes indicadores de desempeño:

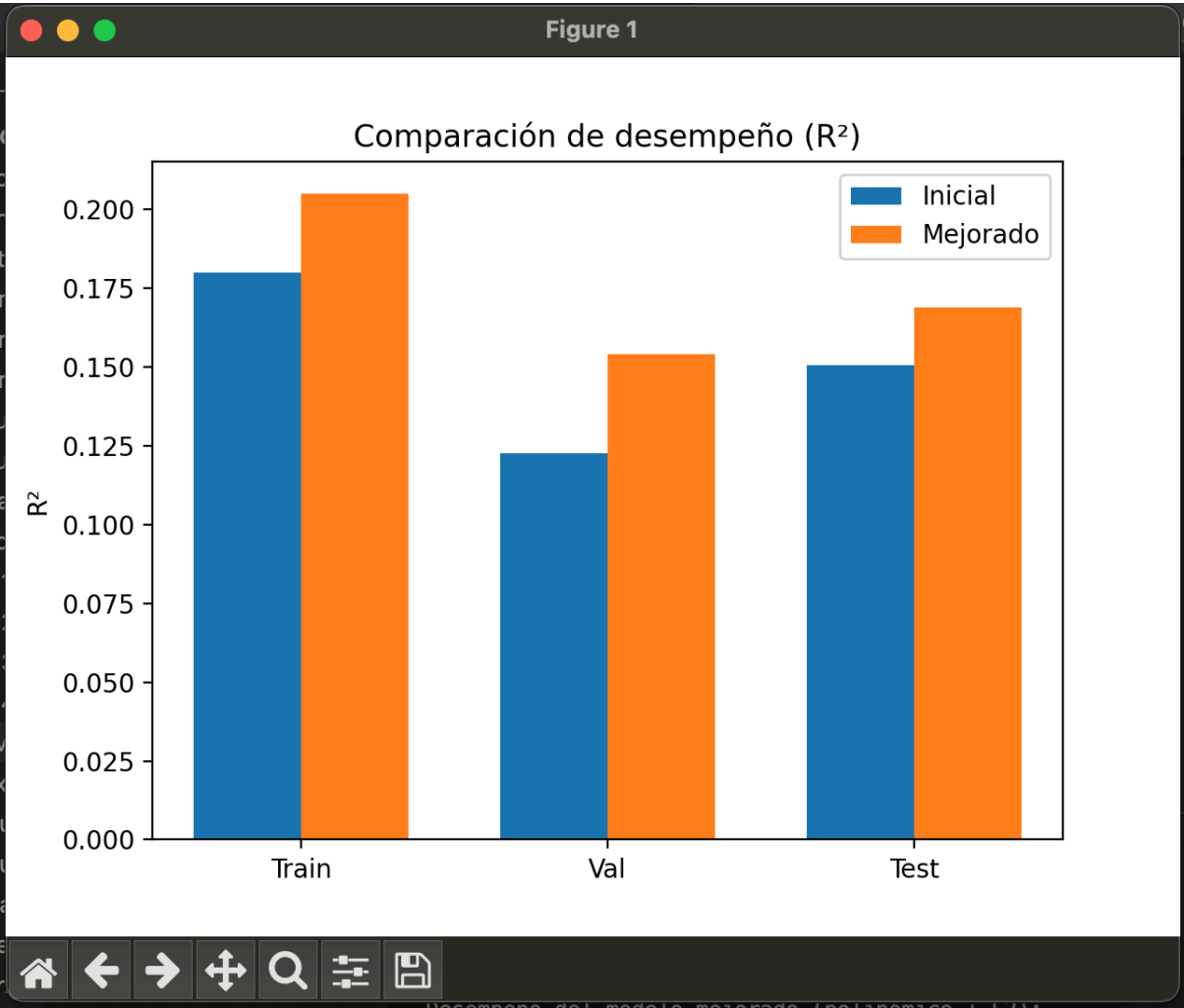
Desempeño del modelo mejorado (polinómico + L2):

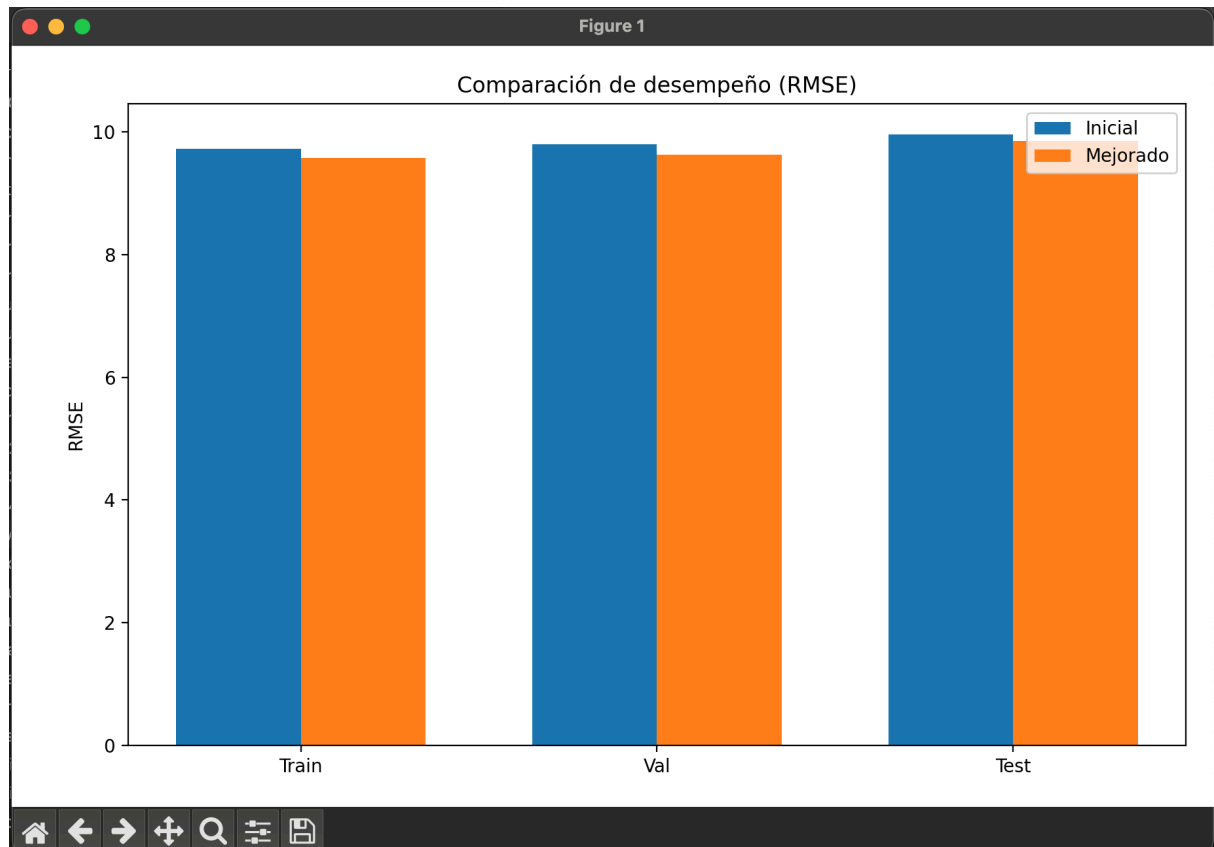
$R^2_{\text{train}} = 0.205$     $\text{RMSE}_{\text{train}} = 9.577$

$R^2_{\text{val}} = 0.154$     $\text{RMSE}_{\text{val}} = 9.623$

$R^2_{\text{test}} = 0.169$     $\text{RMSE}_{\text{test}} = 9.851$

Al aplicar características cuadráticas y regularización L2, se observó una pequeña mejora pero consistente en todas las métricas. Esto se refleja en la gráfica de barras comparativa de  $R^2$ , donde los tres conjuntos (train, validación y test) muestran un incremento en el coeficiente de determinación.





Finalmente, la gráfica de predicciones vs. valores reales se puede observar que las estimaciones del modelo mejorado se acercan más a la diagonal por lo que hubo una reducción del sesgo.

