

Curso base

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESDE CERO

## LECCIÓN 16

# Error y evaluación en regresión

Cómo interpretar MAE y MSE con ejemplos sencillos para decidir si una predicción realmente es útil

<b>Lección</b>	16	<b>Tema</b>	Error y evaluación en regresión
<b>Nombre del participante</b>	_____	<b>Fecha</b>	_____

### Actividad central

**Actividad principal:** análisis de errores en dos ejemplos sencillos de regresión, con cálculo manual y en notebook de MAE y MSE, seguido de una interpretación prudente.

**Producto esperado:** conclusiones sobre error con MAE, MSE e interpretación comprensible sobre la utilidad del modelo.

**Meta de la lección.** Comprender qué significa cometer error en un modelo de regresión y aprender a interpretar dos métricas básicas, MAE y MSE, con ejemplos muy sencillos. Al finalizar la guía, el participante podrá leer una predicción con más criterio y decidir si el modelo parece útil o si todavía necesita mejorar.

## Idea central

Cuando un modelo de regresión produce una predicción numérica, no basta con mirar el número que entrega. La pregunta importante es qué tan cerca estuvo del valor real. Evaluar el error significa medir la distancia entre lo que el modelo predijo y lo que realmente ocurrió.

En esta lección no buscamos entrar en fórmulas difíciles. La meta es construir una intuición clara: un modelo puede parecer bueno a simple vista, pero solo al comparar predicción y realidad podemos decidir si sus resultados son útiles. Para ello estudiaremos dos métricas muy conocidas: **MAE** y **MSE**.

### ¿Qué vamos a hacer en esta guía?

- Comprender por qué todo modelo de regresión comete error.
- Distinguir entre valor real, predicción, error absoluto y error cuadrático.
- Calcular MAE y MSE en un ejemplo manual, paso a paso.
- Repetir el proceso en un notebook con ayuda de Python.
- Interpretar si un error parece pequeño o preocupante según el contexto.

### ¿Por qué medir el error?

Un mismo valor de error no significa lo mismo en todos los problemas. Un error de 2 unidades puede ser pequeño al predecir ventas de cientos de productos, pero puede ser muy delicado si estamos estimando una dosis médica o el tiempo de respuesta de un sistema crítico.

Por eso el error nunca debe leerse en el vacío. Siempre debemos compararlo con la escala del problema, con la variabilidad normal de los datos y con la decisión que se tomará a partir de la predicción.

<b>Situación</b>	¿Cómo se lee el error?
<b>Vivienda</b>	Un error de varios millones puede ser pequeño o grande según el rango de precios del mercado.
<b>Ventas</b>	Conviene comparar el error con el nivel normal de ventas y con el impacto de una mala predicción.
<b>Consumo de energía</b>	La utilidad del modelo depende de si el error cambia decisiones como compra, ahorro o distribución.

### Vocabulario mínimo para comenzar

<b>Elemento</b>	Explicación sencilla
<b>Valor real</b>	Número que realmente ocurrió en el caso observado.
<b>Predicción</b>	Número que entrega el modelo como estimación.
<b>Error</b>	Diferencia entre el valor real y la predicción.
<b>MAE</b>	Promedio del error absoluto. Se lee en la misma unidad del problema.
<b>MSE</b>	Promedio del error al cuadrado. Penaliza más los errores grandes.

#### Recomendación pedagógica antes de empezar

En esta lección no nos interesa memorizar fórmulas. Nos interesa mirar una tabla, comparar valores, detectar cuánto se aparta la predicción y sacar una conclusión razonable. Primero comprenderemos el proceso manualmente y después lo haremos con apoyo del notebook.

## Ejemplo guiado 1. Comparar ventas reales y predicciones del modelo

Supongamos que un modelo intenta predecir ventas diarias. Para cuatro días distintos tenemos el valor real y la predicción. A partir de esta tabla construiremos el error absoluto, el error cuadrático, el MAE y el MSE.

Caso	Valor real y predicción	
<b>Caso 1</b>	Real: 100	Predicción: 98
<b>Caso 2</b>	Real: 120	Predicción: 125
<b>Caso 3</b>	Real: 90	Predicción: 87
<b>Caso 4</b>	Real: 110	Predicción: 118

### Secuencia sugerida

1. Observar la tabla y reconocer si el modelo quedó por encima o por debajo del valor real.
2. Calcular la diferencia en cada caso.
3. Obtener el error absoluto, luego el error cuadrático.
4. Calcular los promedios MAE y MSE.
5. Interpretar si esos errores parecen aceptables según el contexto.

### Paso 1. Observar la tabla

Antes de calcular, mire con calma los datos. En algunos casos el modelo quedó por debajo del valor real y en otros quedó por encima. Eso es normal. Lo importante es medir qué tan lejos quedó en cada caso.

### Paso 2. Calcular la diferencia en cada caso

Podemos restar valor real menos predicción. A veces el resultado será positivo y otras veces será negativo. Ese signo indica hacia qué lado se equivocó el modelo, pero todavía no nos dice el tamaño del error de manera práctica.

Caso	Valor real	Predicción	Error absoluto
<b>1</b>	100	98	2
<b>2</b>	120	125	5
<b>3</b>	90	87	3
<b>4</b>	110	118	8

### Paso 4. Calcular el error cuadrático

Ahora elevamos al cuadrado cada error. Esto hace que los errores grandes pesen más en la evaluación.

Caso	Error absoluto	Error cuadrático
<b>1</b>	2	4
<b>2</b>	5	25
<b>3</b>	3	9
<b>4</b>	8	64

**Paso 5. Calcular MAE**

$$\text{MAE} = \frac{2 + 5 + 3 + 8}{4} = 4.5$$

**Paso 6. Calcular MSE**

$$\text{MSE} = \frac{4 + 25 + 9 + 64}{4} = 25.5$$

**Paso 7. Interpretar el resultado**

En este ejemplo, el MAE nos dice que el modelo se equivoca en promedio 4.5 unidades. El MSE, en cambio, nos alerta de que existe al menos un error relativamente grande, porque la diferencia de 8 unidades pesa bastante al elevarla al cuadrado.

La interpretación correcta no es solamente decir “4.5” y “25.5”. La verdadera interpretación consiste en preguntar: ¿un error promedio de 4.5 ventas es aceptable en este contexto o puede afectar decisiones importantes?

**Prompts de IA generativa para acompañar el ejemplo 1**

*Explícame con palabras muy sencillas qué significa error absoluto en un modelo de regresión.*

*Ayúdame a interpretar un MAE de 4.5 y un MSE de 25.5 en un ejemplo de ventas diarias.*

*¿Por qué el MSE castiga más los errores grandes? Explícalo para un principiante.*

*Redáctame una conclusión corta y prudente sobre la utilidad de un modelo que comete algunos errores moderados y un error grande.*

**Comentario pedagógico**

El estudiante debe mirar primero la tabla y tratar de interpretar por sí mismo qué está ocurriendo. Después puede usar la IA generativa para contrastar su explicación, mejorar la redacción o corregir un posible malentendido.

**Ejemplo guiado 2. Evaluar predicciones de nota final en un notebook**

Ahora pasamos a un segundo ejemplo guiado, esta vez con apoyo de Python. El contexto será educativo, cercano a la experiencia del estudiante. Tenemos valores reales de nota final y valores predichos por un modelo.

Estudiante	Nota real	Predicción
1	3.0	2.9
2	3.4	3.6
3	3.8	3.7
4	4.2	4.0
5	4.5	4.8

**Pasos 1 a 3. Crear la tabla y calcular MAE y MSE**

```
import pandas as pd
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error

datos = pd.DataFrame({
    "nota_real": [3.0, 3.4, 3.8, 4.2, 4.5],
    "prediccion": [2.9, 3.6, 3.7, 4.0, 4.8]
})
datos

datos["error_abs"] = (datos["nota_real"] - datos["prediccion"]).abs()
datos["error_cuad"] = (datos["nota_real"] - datos["prediccion"]) ** 2
datos

mae = mean_absolute_error(datos["nota_real"], datos["prediccion"])
mse = mean_squared_error(datos["nota_real"], datos["prediccion"])

print("MAE:", round(mae, 2))
print("MSE:", round(mse, 2))
```

**Paso 4. Interpretar los resultados**

Si el MAE resulta pequeño frente a la escala de notas, podemos decir que el modelo se equivoca poco en promedio. Si el MSE se dispara, debemos sospechar que hay uno o varios casos en los que la predicción quedó más alejada de lo deseable.

Observe algo importante: un modelo puede tener un MAE aparentemente razonable y, aun así, ocultar un caso problemático. Por eso MAE y MSE deben leerse juntos.

**Paso 5. Redactar una conclusión comprensible**

Una buena conclusión no necesita lenguaje técnico exagerado. Basta con responder preguntas como estas: ¿el error parece pequeño o grande?, ¿la predicción sirve como orientación general?, ¿en qué tipo de casos habría que mejorar el modelo?

**Prompts de IA generativa para acompañar el ejemplo 2**

*Explícame la diferencia entre MAE y MSE usando el ejemplo de notas reales y notas predichas.*

*Ayúdame a redactar una conclusión de tres líneas sobre la utilidad de este modelo de regresión.*

*Revisa este código de Python para calcular MAE y MSE y dime si tiene errores.*

*Dime cómo interpretar estas métricas sin usar lenguaje muy técnico, porque soy principiante.*

## ¿Cómo interpretar un error?

Si el MAE de un modelo es 0.2 y estamos trabajando con notas que van aproximadamente de 0.0 a 5.0, el error puede parecer razonable. Pero si esa misma magnitud de error aparece en un problema donde los valores normales están entre 0.0 y 0.5, la lectura sería muy diferente.

El MSE sirve especialmente para detectar si existen errores grandes que pueden dañar la utilidad del modelo. Como eleva al cuadrado las diferencias, unos pocos casos malos hacen crecer la métrica rápidamente. Por eso es mejor usar ambas métricas de manera complementaria.

## Buenas prácticas para leer métricas

<b>Recomendación</b>	¿Por qué importa?
<b>Interpretar MAE en la unidad original</b>	Ayuda a traducir el error a una medida comprensible: pesos, grados, ventas, minutos, etc.
<b>Leer MAE y MSE juntos</b>	Una métrica muestra el error promedio y la otra advierte si existen casos especialmente problemáticos.
<b>No comparar sin contexto</b>	Un mismo valor numérico puede ser bueno en un problema y malo en otro.
<b>Revisar los peores casos</b>	Mirar ejemplos con error alto ayuda a detectar patrones y a pensar mejoras.
<b>Usar IA generativa con criterio</b>	La IA debe apoyar la comprensión y la redacción, no reemplazar el juicio del estudiante.

## Mini ruta de trabajo sugerida para el participante

### Recorrido recomendado

- Observe primero la tabla y describa con palabras sencillas dónde parecen estar los mayores errores.
- Calcule o verifique el error absoluto y el error cuadrático.
- Obtenga MAE y MSE.
- Compare esas métricas con la escala normal del problema.
- Redacte una conclusión breve sobre la utilidad del modelo.
- Si encuentra dificultad, use uno de los prompts sugeridos para pedir ayuda puntual.

## Producto esperado

El producto esperado en esta versión de la guía es un notebook corto y ordenado que muestre dos ejemplos básicos de evaluación en regresión, el cálculo de MAE y MSE y una interpretación breve, prudente y comprensible sobre la utilidad del modelo.

## Lista de verificación

Revisión	Listo
¿Se identificaron correctamente el valor real y la predicción en cada ejemplo?	<input type="checkbox"/>
¿Se calculó o verificó el error absoluto?	<input type="checkbox"/>
¿Se calcularon MAE y MSE correctamente?	<input type="checkbox"/>
¿Se explicó la diferencia entre ambas métricas con palabras sencillas?	<input type="checkbox"/>
¿Se interpretó el error según la escala del problema?	<input type="checkbox"/>
¿Se usó al menos un prompt de IA generativa para comprender o mejorar el trabajo?	<input type="checkbox"/>
¿El notebook quedó organizado, limpio y comentado?	<input type="checkbox"/>

## Cierre

Evaluar una regresión es aprender a desconfiar sanamente de la predicción automática. Un modelo puede producir números atractivos, pero solo las métricas nos permiten decidir si esos números son suficientemente buenos para apoyar una decisión. Comprender MAE y MSE es un paso fundamental para usar la IA con criterio, comparar modelos y avanzar hacia análisis más sólidos.