

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from statsmodels.graphics.factorplots import interaction_plot
```

✓ Datos

```
resistencia = [15.29,15.89,16.02,16.56,15.46,16.91,16.99,17.27,16.85,16.35,17.23,17.81,17.74,
               18.02,18.37,12.07,12.42,12.73,13.02,12.05,12.92,13.01,12.21,13.49,14.01,13.30,
               12.82,12.49,13.55,14.53]
templado = ["Rapido"] * 15 + ["Lento"] * 15
grosor = ([8] * 5 + [16] * 5 + [24] * 5) * 2
```

Propuesta de generacion de datos aleatorios.

```
templado = np.random.choice(a=["Rapido", "Lento"], size=30, p=[0.5, 0.5])
grosor = np.random.choice(a=[8,16,24], size=30, p=[0.35,0.35,0.3])
resistencia = np.random.normal(loc=15.3, scale=2.5, size=30)
```

```
datos = {"Templado": templado, "Grosor": grosor, "Resistencia": resistencia}
df = pd.DataFrame(data=datos)
print(df)
```

```
↻
```

	Templado	Grosor	Resistencia
0	Lento	8	18.315239
1	Lento	16	18.317865
2	Lento	24	15.783989
3	Lento	16	17.015137
4	Lento	16	17.708248
5	Rapido	8	11.407043
6	Lento	24	15.659337
7	Rapido	16	16.713844
8	Rapido	24	15.986632
9	Lento	16	16.825586
10	Rapido	8	13.727665
11	Rapido	8	10.559114
12	Rapido	16	16.029963
13	Lento	8	17.854543
14	Lento	8	12.720293
15	Rapido	8	13.049846
16	Rapido	24	11.324937
17	Lento	24	14.321626
18	Lento	24	12.996293
19	Rapido	8	14.283547
20	Rapido	8	17.806281
21	Lento	16	17.203779
22	Lento	8	15.562524
23	Rapido	8	12.022732
24	Lento	24	15.339702
25	Rapido	16	15.233340
26	Lento	8	18.300566
27	Rapido	24	20.317422
28	Lento	16	17.436628
29	Lento	16	16.242707

✓ Análisis descriptivo y gráfico

En primer lugar, se generan los diagramas Box-plot para identificar posibles diferencias notables, asimetrías, valores atípicos y homogeneidad de varianza entre los distintos niveles. Se calcula también la media y varianza de cada grupo.

```
plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.set_theme(style="darkgrid")
```

```
↻ <Figure size 1000x600 with 0 Axes>
```

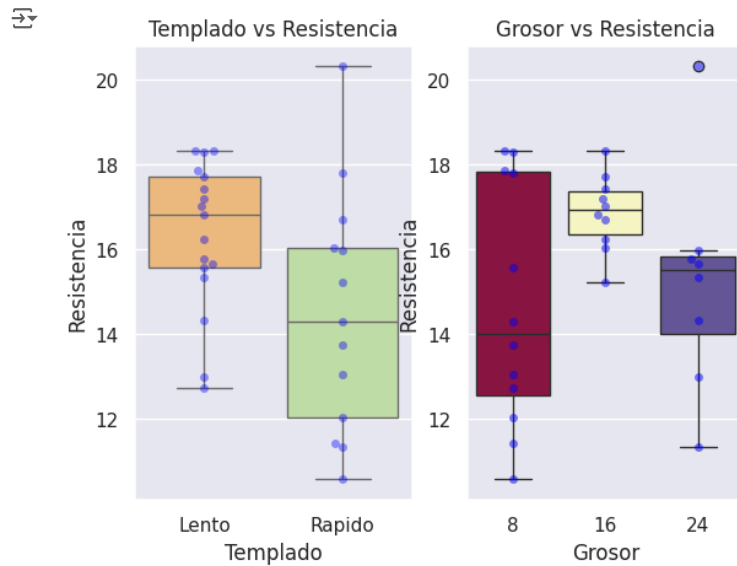
Haz doble clic (o pulsa Intro) para editar

Grafica que muestra el **templado con respecto a la resistencia** y Grafica que muestra el **grosor con respecto a la resistencia**.

```
plt.subplot(1, 2, 1)
sns.boxplot(x="Templado", y="Resistencia", hue="Templado", legend=False, data=df, palette="Spectral")
sns.swarmplot(x="Templado", y="Resistencia", data=df, color="blue", alpha=0.4)
plt.title("Templado vs Resistencia")

plt.subplot(1, 2, 2)
sns.boxplot(x="Grosor", y="Resistencia", hue="Grosor", legend=False, data=df, palette="Spectral")
sns.swarmplot(x="Grosor", y="Resistencia", data=df, color="blue", alpha=0.5)
plt.title("Grosor vs Resistencia")

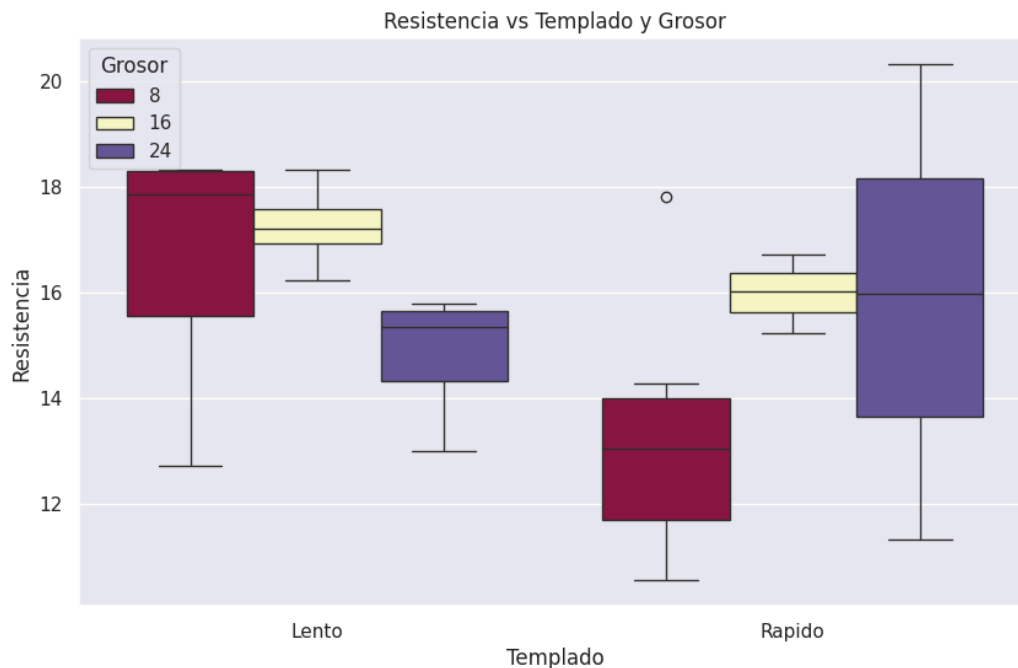
plt.show()
```



Grafica que muestra la resistencia con respecto al templado y grosor.

```
plt.subplots(1, 1, figsize=(10, 6))
sns.boxplot(x="Templado", y="Resistencia", hue="Grosor", data=df, palette="Spectral")
plt.title("Resistencia vs Templado y Grosor")
```

Text(0.5, 1.0, 'Resistencia vs Templado y Grosor')



Calculo de la media y la desviacion estandar de la resistencia por cada tipo de templado.

```
print("Resistencia media y desviacion tipica por templado")
df.groupby("Templado")["Resistencia"].agg(["mean", "std"])
```

Resistencia media y desviacion tipica por templado

	mean	std
Templado		
Lento	16.329651	1.753661
Rapido	14.497105	2.869737

Calculo de la media y la desviacion estandar de la resistencia por cada tipo de grosor en cada tipo de templado.

```
print("Resistencia media y desviacion tipica por el templado y grosor.")
df.groupby(["Templado", "Grosor"])[ "Resistencia"].agg(["mean", "std"])
```

Resistencia media y desviacion tipica por el templado y grosor.

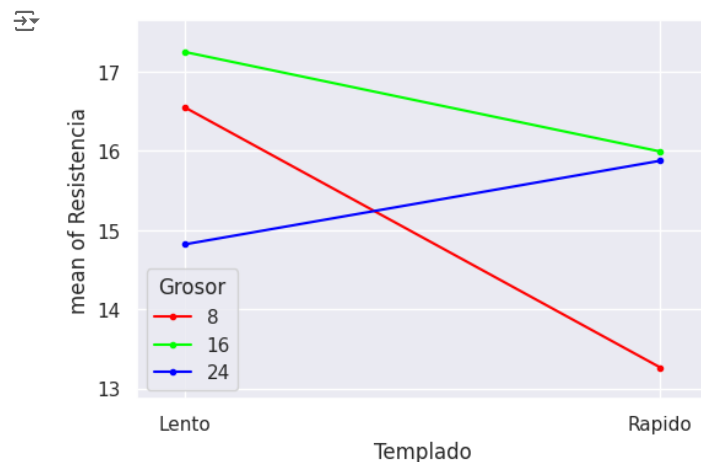
		mean	std
Templado	Grosor		
Lento	8	16.550633	2.425085
	16	17.249993	0.662976
	24	14.820190	1.170271
Rapido	8	13.265175	2.388796
	16	15.992382	0.740967
	24	15.876330	4.497257

A partir de la representación gráfica y el cálculo de las medias se puede intuir que existe una diferencia en la resistencia alcanzada dependiendo del tipo de templado. La resistencia parece incrementarse a medida que aumenta el grosor de la lámina, si bien no está claro que la diferencia en las medias sea significativa. La distribución de las observaciones de cada nivel parece simétrica sin presencia de valores atípicos. A priori, parece que se satisfacen las condiciones necesarias para un ANOVA.

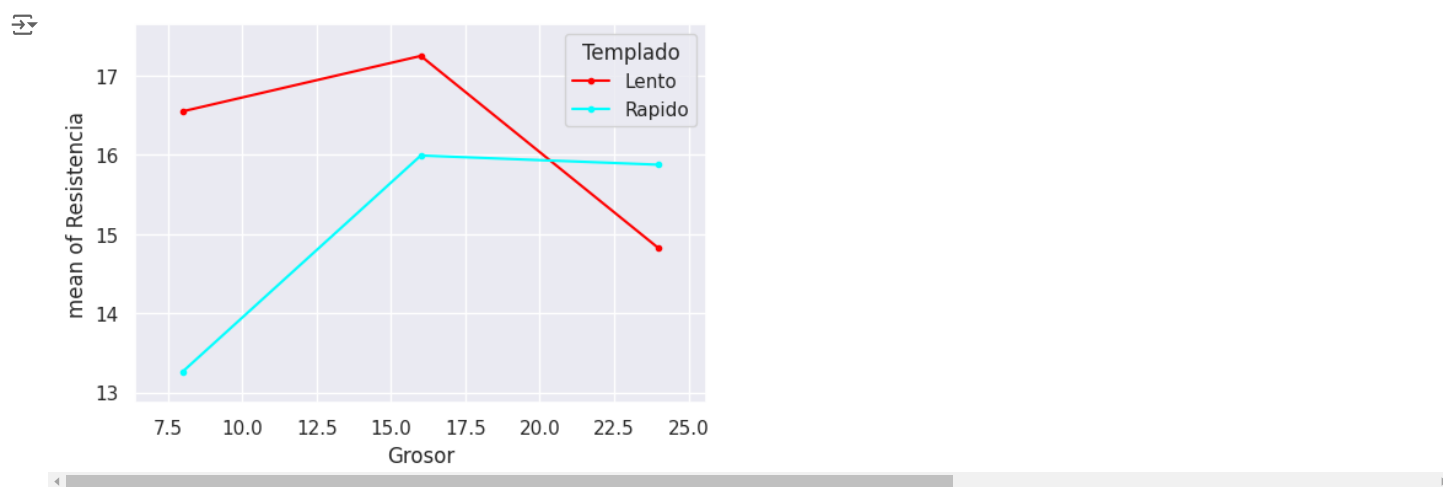
Otra forma de identificar de forma gráfica posibles interacciones entre los dos factores es mediante lo que se conocen como “gráficos de interacción”. Si las líneas que describen los datos para cada uno de los niveles son paralelas, significa que el comportamiento es similar independientemente del nivel del factor, es decir, no hay interacción.

✓ Graficos de interaccion.

```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(6, 4))
fig = interaction_plot(x=df.Templado, trace=df.Grosor, response=df.Resistencia, ax=ax)
```



```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(6, 4))
fig = interaction_plot(x=df.Grosor, trace=df.Templado, response=df.Resistencia, ax=ax)
```



El primer gráfico de interacción parece indicar que el incremento de resistencia entre los dos tipos de templado es proporcional para los tres grosores. En el segundo gráfico, se observa cierta desviación en el grosor de 24mm. Esto podría deberse a simple variabilidad o porque existe interacción entre las variables grosor y templado. Estos indicios serán confirmados o descartados mediante el ANOVA.

✓ ANOVA

```
pip install pingouin
```

[Mostrar salida oculta](#)

```
import pingouin as pg
```

```
pg.anova(
    data=df, dv="Resistencia", between=["Templado", "Grosor"], detailed=True
).round(4)
```

	Source	SS	DF	MS	F	p-unc	np2	
0	Templado	15.2249	1.0	15.2249	3.4014	0.0775	0.1241	
1	Grosor	18.9327	2.0	9.4663	2.1149	0.1426	0.1498	
2	Templado * Grosor	21.6710	2.0	10.8355	2.4207	0.1102	0.1679	
3	Residual	107.4263	24.0	4.4761	NaN	NaN	NaN	

El análisis de varianza confirma que existe una influencia significativa sobre la resistencia de las láminas por parte de ambos factores (templado y grosor) con tamaños de efecto η^2 grande y mediano respectivamente. Sin embargo, no se detecta una interacción significativa entre ellos.