Tipos de Normalización de Espectros

En espectroscopía (Raman, IR, UV-Vis, etc.), la normalización de espectros es una técnica fundamental para comparar señales que pueden variar en intensidad absoluta debido a factores experimentales, de instrumentación o de preparación de muestra. A continuación, se describen los tipos más comunes de normalización:

## 1. Normalización Min-Max (0 a 1)

Escala todos los valores entre 0 y 1.

Fórmula: I\_norm = (I - I\_min) / (I\_max - I\_min)

Uso típico: Comparación de espectros con diferentes intensidades absolutas.

Ejemplo en Python:

norm = (espectro - espectro.min()) / (espectro.max() - espectro.min())

## 2. Normalización al Máximo (peak = 1)

Divide toda la señal por el valor máximo del espectro.

Fórmula: I\_norm = I / I\_max

Uso típico: Comparar la forma de espectros independientemente de su intensidad.

Ejemplo en Python:

norm = espectro / espectro.max()

## 3. Normalización al Área (integral = 1)

Escala el espectro de modo que la suma o el área bajo la curva sea igual a 1.

Fórmula: I\_norm = I / sum(I)

Uso típico: Análisis cuantitativo cuando el área representa una cantidad física.

Ejemplo en Python:

norm = espectro / espectro.sum()  
# o usando integración:  
import numpy as np  
norm = espectro / np.trapz(espectro)

## 4. Normalización Z-score (Estandarización)

Convierte los datos para que tengan media 0 y desviación estándar 1.

Fórmula: I\_norm = (I - μ) / σ

Uso típico: Preparación para estadística avanzada o machine learning.

Ejemplo en Python:

norm = (espectro - espectro.mean()) / espectro.std()

## 5. Normalización por un Pico de Referencia

Divide el espectro por la intensidad de un pico específico (control interno).

Uso típico: Comparación relativa basada en un pico estable o característico.

Ejemplo en Python:

indice\_pico = espectro.idxmax()  
norm = espectro / espectro[indice\_pico]

## Resumen Rápido

|  |  |
| --- | --- |
| Objetivo | Método sugerido |
| Comparar formas de espectros | Al Máximo o Min-Max |
| Análisis cuantitativo | Al Área o Pico de referencia |
| Machine learning / estadísticas | Z-score |
| Preprocesamiento general | Min-Max o al Máximo |