**🧪 ¿Cómo harías la fusión de FTIR + Raman a nivel bajo?**

1. **Preprocesar** ambos espectros:
   * Corrección de línea base.
   * Normalización (muy importante para que los valores no estén en escalas muy distintas).
   * Suavizado si hace falta.
2. **Alinear los ejes X** si es necesario:
   * Raman Shift [cm⁻¹] y FTIR [cm⁻¹] deberían coincidir o interpolarse a un mismo rango común.
3. **Concatenar** los vectores de intensidades:
   * Para cada muestra: [FTIR | Raman] → un vector largo.
4. **Construir un DataFrame de espectros fusionados**.
5. **Aplicar análisis**:
   * PCA, HCA, KMeans, DBSCAN, Clasificación, etc.

| **Nivel** | **¿Qué implica?** | **Dificultad** | **Recomendado para vos** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nivel bajo** | Fusionar directamente las señales (concatenar los espectros). | Fácil | ✅ Ideal para empezar |
| **Nivel medio** | Fusionar después de extracción de características (por ejemplo, componentes PCA, picos, áreas). | Medio | Opcional más adelante |
| **Nivel alto** | Fusionar decisiones de modelos separados (por ejemplo, votación de clasificadores). | Avanzado | Más adelante |

**🧠 Tips muy importantes:**

* **Normalizá siempre** los datos antes de fusionar.
* **Interpolá** si los espectros no tienen la misma resolución de ejes.
* **Mantené el orden correcto de las muestras** entre FTIR y Raman.
* **Guardá siempre** los vectores fusionados aparte para reproducibilidad.
* **Documentá** qué preprocesamiento hiciste en cada técnica.

**🚀 ¿Cómo seguir después de la fusión?**

1. **Aplicar PCA** al DataFrame fusionado para ver si la separación mejora.
2. **Aplicar HCA o KMeans** sobre los vectores fusionados.
3. **Comparar** resultados contra usar solo FTIR o solo Raman.

| **Paso** | **Acción** |
| --- | --- |
| 1. | Leer FTIR y Raman. |
| 2. | Normalizar intensidades. |
| 3. | Alinear o interpolar los ejes si es necesario. |
| 4. | Concatenar espectros. |
| 5. | Aplicar PCA, HCA, KMeans, etc. |