

# El trípode diagnóstico en neumonología: Radiología, cuantificación volumétrica y función pulmonar

## *Integrated Diagnostic Approach in Pulmonology: Imaging, Volumetric Quantification, and Pulmonary Function Tests*

Hugo Trabadelo<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Clínica San Bernardo, Buenos Aires, Argentina

### Tres miradas complementarias sobre el mismo pulmón

En la evaluación de la patología pulmonar parenquimatosa hemos trabajado tradicionalmente con dos aproximaciones: la mirada experta del radiólogo que identifica patrones morfológicos, y la medición objetiva del fisiólogo que cuantifica la función. Ambas son indispensables, pero frecuentemente quedan aisladas: el radiólogo describe “acentuación del intersticio”, el espirómetro muestra una **Curva Flujo-Volumen (CVF)** del 67%, y nos preguntamos: ¿estos dos hallazgos se explican mutuamente?

Durante años, atribuimos esta brecha a la complejidad inherente de correlacionar imagen y función. Pero el problema real no es de complejidad, sino de **dimensionalidad**: el radiólogo tiene una mirada bidimensional y cualitativa que permite reconocer patrones; el análisis computacional tiene una mirada tridimensional y cuantitativa que permite medir volúmenes. No son excluyentes, sino complementarias: **el radiólogo ve lo que el algoritmo no puede reconocer; el algoritmo mide lo que el ojo humano no puede cuantificar.**

### El trípode diagnóstico en acción

Este enfoque integrado no es teórico: lo venimos implementando sistemáticamente en nuestro servicio con resultados que han modificado decisiones terapéuticas en casos complejos. La clave conceptual es reconocer lo siguiente:

- **El radiólogo VE, pero no puede medir:** Identifica patrones morfológicos (“panal de abeja”, “vidrio esmerilado”, enfisema), reconoce distribuciones espaciales, define fenotipos. Pero no puede cuantificar con precisión milimétrica volúmenes o porcentajes.
- **El algoritmo MIDE, pero no puede ver:** Identifica según valores Hounsfield vóxel por vóxel (parénquima normal, infiltrados, vascular, enfisema, colapso) y calcula el volumen de cada compartimento por lóbulo, segmento o región con precisión digital. Cuantifica volúmenes totales y compartimentales, calcula distribuciones regionales objetivas, permite seguimiento evolutivo numérico reproducible. Pero no diagnostica etiologías ni reconoce patrones morfológicos sutiles: no distingue si una infiltración es fibrosis, neumonitis, sarcoidosis o edema.

**Correspondencia:** Hugo Trabadelo. Correo electrónico: htrabadelo@gmail.com

Rev Am Med Resp 2026;26:20-22. <https://doi.org/10.56538/ramr.TSKE4587>



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

– **El fisiólogo INTEGRA:** correlaciona la estructura (vista + medida) con el impacto funcional real, guía *timing* terapéutico, evalúa respuesta al tratamiento.

**Ninguna mirada es superior: son complementarias, y las tres son necesarias cuando enfrentamos fenotipos complejos.**

### Caso índice: cuando ninguna mirada aislada alcanza

Paciente masculino, 66 años, 183 cm, 120 kg (IMC 35,8), exfumador de 136 paquetes-año. Consulta por disnea progresiva. La espirometría muestra una CVF 67% del valor predicho, un VEF1 del 81%, una relación VEF1/CVF del 119%: restricción moderada sin obstrucción.

### Primera mirada - Radiología (bidimensional/ cualitativa)

El radiólogo identifica dos patrones relevantes: - “Acentuación del intersticio interlobulillar subpleural en segmentos posteriores de ambos lóbulos superiores e inferiores” - “Múltiples zonas lucentes pequeñas en ambos lóbulos superiores, compatible con enfisema centrolobular con áreas lucentes paraseptales”.

Esta descripción es precisa y relevante: el radiólogo **VE el patrón mixto** (enfisema + engrosamiento intersticial basal/posterior). Pero no puede responder: ¿cuánto de cada uno? ¿Es suficiente para explicar una CVF del 67%?

### Segunda mirada - Cuantificación (tridimensional/ cuantitativa)

- Procesamos la misma TC con segmentación volumétrica (Lung CT Segmenter, 3D Slicer):
- Volumen pulmonar total: 4,118 mL
- Parénquima funcional: 3,254 mL (79,0%)
- Infiltración: 791 mL (19,2%)
- Enfisema: 521 mL (12,6%)
- Atelectasia/colapso: 643 mL (15,6%)
- Distribución regional: Ventral 13,1% vs. dorsal 24,2% infiltración

El algoritmo **MIDE** con precisión los volúmenes de cada compartimento. Pero no puede distinguir si esa «infiltración» es fibrosis, neumonitis, sarcoidosis o edema: el algoritmo mide, pero no diagnóstica.

### Tercera mirada - Función pulmonar

- CVF 67% del valor predicho

- Relación VEF1/CVF del 119% (sin obstrucción)
- Restricción pura

### Integrando las tres miradas

Ninguna mirada aislada era suficiente:

- **Solo radiología:** Identifica el patrón mixto, pero no cuantifica el impacto funcional.
- Solo cuantificación: Mide volúmenes, pero no define etiología ni patrón morfológico.
- Solo función: Documenta la restricción, pero no explica el mecanismo estructural.

### El trípode diagnóstico completo:

- 1 **Patrón morfológico (radiología):** Enfisema centrolobular + engrosamiento intersticial basal/posterior → El radiólogo identifica **CPFE**.
2. **Correlación cuantitativa (volumetría):** Infiltración 19,2% + colapso 15,6% + enfisema 12,6% = 47,4% compromiso total → **Los números explican matemáticamente CVF 67%**.
3. **Fenotipo funcional (espirometría):** Restricción pura sin obstrucción → Compatible con mecanismo restrictivo predominante.
4. **Síntesis clínica:** CPFE definido con predominio restrictivo. Gradiente ventral/dorsal (13% vs. 24%) sugiere componente gravitacional de ILD, no solo atelectasia mecánica por obesidad.

**Conclusión integrada:** El paciente requiere derivación a centro ILD especializado para la evaluación del tratamiento antifibrótico. No es «obesidad + patrón tenue inespecífico».

El trípode funcionó porque cada pilar aportó información única e insustituible: - El radiólogo vio el patrón que define el fenotipo (CPFE) - La cuantificación midió el impacto estructural que correlaciona con la función - La espirometría objetivó la severidad funcional que guía el *timing* terapéutico.

### Ninguna mirada reemplaza a las otras: se potencian mutuamente

### Por qué necesitamos el tercer pilar (cuantificación) ahora

Los términos descriptivos («acentuación», «múltiples», «parcheado») son válidos para comunicar patrones, pero no permiten lo siguiente:

- **Correlación estructura-función cuantitativa:** ¿Cuántos mL de infiltración se necesitan para reducir una CVF un 10%?
- **Fenotipificación objetiva en casos limítrofes:** ¿el 12% de enfisema es CPFE o enfisema dominante con fibrosis mínima?

- **Seguimiento evolutivo preciso:** ¿La infiltración aumentó de 450 mL a 800 mL en 12 meses, o es variabilidad interobservador?
- **Decisiones basadas en umbrales terapéuticos:** ¿Cruzamos el punto de corte que justifica anti-fibróticos según *trials*?

No es que el radiólogo “deba medir”: es que cuando necesitamos números para correlacionar con función o para seguimiento longitudinal cuantitativo, la mirada cualitativa (por precisa que sea) no fue diseñada para ese objetivo.

El análisis computacional no reemplaza al radiólogo: completa su mirada con la dimensionalidad que la descripción morfológica no puede proveer.

#### Barreras para implementar el trípode completo en Argentina

La cuantificación volumétrica pulmonar no es una tecnología experimental. El *software* es de código abierto (3D Slicer), las técnicas de segmentación están validadas internacionalmente, y los algoritmos de análisis regional están publicados. Sin embargo, su adopción clínica es mínima en nuestro país.

#### Barreras identificadas

1. **Ausencia de protocolos estandarizados argentinos:** ¿Qué grosor de corte? ¿Qué kernel de reconstrucción? ¿Inspiración máxima o tidal?
2. **Falta de métricas consensuadas:** ¿Reportamos volumen absoluto (mL), porcentaje (%), o masa (gramos)? ¿Definimos compartimentos por densidad HU o por textura?
3. **Sin valores de referencia poblacionales:** No existen nomogramas argentinos de volúmenes pulmonares normales por TC para edad/sexo/talla según características étnicas de nuestra población.
4. **Ausencia de QA/QC explícito:** ¿Cómo validamos que la segmentación no tiene «fugas» en el mediastino o la pared torácica?

5. **Capacitación profesional limitada:** Los servicios de diagnóstico por imágenes no tienen formación específica en cuantificación volumétrica.

6. **Adquisición inadecuada para reconstrucción 3D:** Muchos centros entregan solo un plano (típicamente axial) o únicamente imágenes en formato JPG/PNG. **El análisis volumétrico requiere adquisición multiplanar (axial, sagital, coronal) y provisión de archivos DICOM originales** que preserven la información tridimensional completa. Sin este estándar mínimo, la cuantificación volumétrica es imposible.

Estas barreras no son técnicas sino organizacionales y de protocolización. **Podemos resolverlas mediante trabajo colaborativo interdisciplinario, para lo cual convoco a los lectores a contactarme con el objetivo de lograr dicha organización, y así crear con el tiempo un grupo de trabajo interdisciplinario con el apoyo y colaboración de la Asociación Argentina de Medicina Respiratoria, entidad ya al corriente de esta propuesta y esta publicación.**

#### Notas finales

Esta perspectiva surge de la experiencia clínica directa en la implementación del trípode diagnóstico en casos complejos. El objetivo no es promover una tecnología específica, sino impulsar un cambio conceptual: pasar de aproximaciones disciplinarias aisladas a integración cuantitativa sistemática.

La convocatoria interdisciplinaria es genuina: el éxito de esta iniciativa depende de que neumólogos, radiólogos y fisiólogos trabajen **como iguales** en la construcción de estándares, no como una disciplina que impone su visión a las otras.

#### Conflictos de Interés

El autor declara no tener conflictos de interés relacionados con este trabajo. El *software* mencionado (3D Slicer) es de código abierto y libre acceso, sin vinculación comercial.