

Estabilización de la fase metaestable vaterita del CaCO_3 vía nanoestructuración

Soldati, Analía Leticia^{1,2}; González, María Magdalena^{1,2,3}; Lamas, Diego Germán⁴

¹ Departamento de Desarrollo de Radioisótopos y Radiofármacos, Centro Integral de Medicina Nuclear y Radioterapia de Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), (8400) San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, Argentina.

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA - CONICET, Nodo Bariloche, Av. Bustillo 9500, (8400) San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, Argentina.

³ Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM, (1650) San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina

⁴ Instituto de Tecnologías Emergentes y Ciencias Aplicadas (ITECA), CONICET - UNSAM, Escuela de Ciencia y Tecnología, Laboratorio de Cristalografía Aplicada, Av. 25 de mayo 1169, (1650) San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

dlamas@unsam.edu.ar

Área temática: C. Propiedades de nanomateriales

El carbonato de calcio es uno de los sistemas polimórficos más estudiados en cristalografía y biomineralización. Entre sus polimorfos, la vaterita es la fase termodinámicamente menos estable en condiciones ambientales; sin embargo, se observa frecuentemente en sistemas sintéticos, geológicos y biogénicos. En este trabajo, a partir de muestras sintetizadas por vía húmeda, mostramos como esta aparente contradicción está estrechamente relacionada con la naturaleza nanoestructurada del polimorfo vaterita. En lugar de formar monocristales de gran tamaño, la vaterita se desarrolla típicamente como agregados de dominios nanocristalinos de unas pocas decenas hasta aproximadamente 150 nm. A esta escala, las energías superficiales e interfaciales dominan la energía libre total, modificando la estabilidad efectiva del polimorfo.

La vía de formación de la vaterita refuerza el papel central de la nanoestructuración en la persistencia de esta fase. Bajo alta sobresaturación, la precipitación de carbonato de calcio ocurre a través de precursores amorfos, seguida por la cristalización de dominios nanométricos de vaterita bajo control cinético. La agregación de estas nanopartículas produce mesoestructuras jerárquicas, como partículas esféricas, lenticulares o framboidales [1]. Esta organización reduce la superficie expuesta de alta energía y genera interfaces internas que dificultan el transporte de masa y ralentizan la transformación hacia calcita.

La combinación de técnicas de difracción, espectroscopía, modelado atómico e imágenes de alta resolución ha revelado que la vaterita constituye un sistema estructuralmente flexible. Su estructura en capas puede acomodar variantes de apilamiento rotacionalmente restringidas con pequeñas diferencias energéticas. Como consecuencia, múltiples configuraciones localmente ordenadas pueden coexistir dentro de dominios nanométricos coherentes, generando variabilidad similar a la observada en sistemas politípicos y firmas cristalográficas difusas. La multiplicidad histórica de modelos estructurales puede reinterpretarse así como representaciones promediadas de un material estructuralmente heterogéneo.

Desde esta perspectiva integrada, la vaterita emerge como un polimorfo intrínsecamente nanoestructurado, cuya complejidad estructural, politipismo y diversidad morfológica son consecuencias directas de su formación a escala nanométrica.

REFERENCIAS

[1] M. M. Gonzalez, P. Prátula, Diego G. Lamas and A. Soldati, *ACS Applied Nano Materials* 8 (38) (2025) 18300-18310.