

## El secret dels cristalls d'esquerra i de dreta: conferència de Cristóbal Viedma

12/2010 - **Química**. La gestació de la vida a la Terra amaga un misteri en l'homoquiralitat dels sistemes biològics, però les investigacions de Cristóbal Viedma, geòleg de la Universitat Complutense de Madrid, podrien haver-ho resolt. La seva participació en el cicle de conferències, amb el qual la UAB celebra l'Any de la Química 2011, va posar en evidència la necessitat del treball interdisciplinari en la investigació, amb una sessió apassionant, amenitzada amb anècdotes i desbordant erudició.



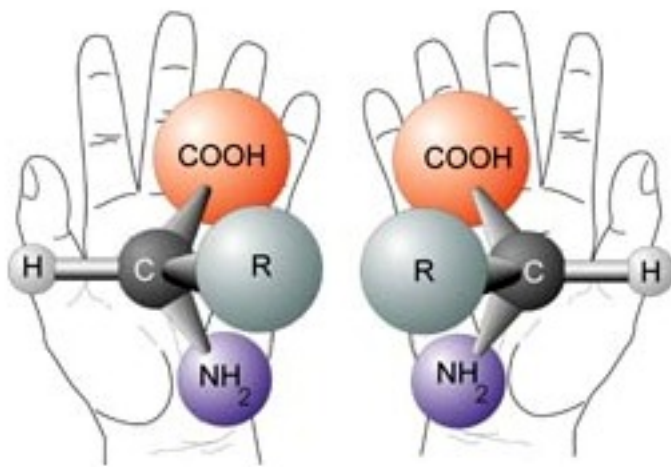
Cristóbal Viedma Molero. Imatge: Jordi Pareto.

La segona de les conferències del cicle de seminaris "Químics difonent Química", celebrada el passat 1 de desembre, va córrer a càrrec de Cristóbal Viedma, professor de Geologia de la Universitat Complutense de Madrid. En la seva conferència "Quan els cristalls d'esquerra i dreta no poden coexistir. Implicacions en l'Origen de la Vida i la Indústria Farmacèutica", el professor Viedma va analitzar la qüestió de l'homoquiralitat present en els aminoàcids i els sucres generats per sistemes biològics, un dels misteris de la vida que Cristóbal Viedma podria haver resolt amb les hipòtesis plantejades en els seus treballs publicats a *Physical Review Letters* i al *Journal of the American Chemical Society*. La conferència va traçar un recorregut apassionant per les investigacions que el van portar a aquests sorprenents resultats, mitjançant una exposició clara, un discurs fresc i bones dosis d'humor.



En paraules de J. Michael McBride (Nature 2008, 452, 161), la troballa de Viedma es pot considerar "el primer mètode original per aïllar cristalls d'una sola quiralitat en una barreja racèmica, des de que Pasteur els va separar amb pinces el 1848". L'editor de Physical Review Letters va reconèixer a Viedma que el seu article s'havia convertit en el més citat pels físics en els mesos posteriors a la publicació. No és estrany, doncs, que el professor de la Complutense es mostrés orgullós de tan positives crítiques, sobretot tenint en compte que es tracta de "ciència barata, un experiment molt senzill, per menys de dos euros, que es podria haver fet al s.XIX".

Dues molècules són quirals quan l'estructura d'una és la imatge especular de l'altra. Tenen la mateixa fórmula molecular, però la distribució espacial dels seus àtoms difereix entre si com la mà esquerra és diferent de la mà dreta, el que provoca que certes propietats físiques i químiques puguin ser diferents entre ambdues. Els aminoàcids que generen els éssers vius són només de tipus L, i mai de tipus D, i els cristalls que formen també mantenen la mateixa quiralitat. Però, al sintetitzar en un laboratori aquest tipus de compostos, s'observa sempre una barreja racèmica (50% L i 50% D), ja que ambdós compostos són termodinàmicament equivalents. És el que va obtenir Stanley Miller el 1953 en simular les condicions prebiòtiques que van donar origen a la vida, tenint mesclades racèmiques d'alanina i dels àcids glutàmic i aspàrtic.



Però, com va assenyalar Cristóbal Viedma, "la vida trenca les regles" i casos com les plantes enfiladisses, en les quals una mateixa espècie només puja en un únic sentit de gir, o les closques dels cargols, o els bacteris i virus helicoidals, fan palès que "només la vida és capaç de generar homoquiralitat". En referència al fet que, en els sistemes vius, els sucres són D i els aminoàcids són L, va recordar una broma que va fer davant d'uns mitjans de comunicació, explicant que els qui fan la feina són d'esquerres i els qui l'organitzen són de dretes. Encara que aquesta anècdota va arrencar les rialles a la Sala de Graus de la Facultat de Ciències, el professor va explicar que la reacció de la premsa en el seu moment va ser el contrari, el que li va fer veure lo delicat que és "fer broma sobre política en aquest país".

En qualsevol cas, la importància de controlar l'homoquiralitat en la indústria farmacèutica va evocar el record del tràgic succés de les intoxicacions amb talidomida (medicament usat en la dècada de 1960 per reduir les náusees durant els primers mesos d'embaràs) ja que presentava un isòmer que provocava malformacions en el fetus.

Existien amb anterioritat mètodes per separar un enantiòmer d'un altre, però tenien un percentatge baix d'efectivitat. La importància del treball del professor Viedma rau en que permet obtenir el 100% d'un dels dos isòmers cristal·litzats, sense mesclades racèmiques, a la vegada que ofereix una explicació per a l'homoquiralitat en la naturalesa. Utilitzant com a concepte de partida la resolució quiral, que indueix la cristal·lització d'un i d'altre tipus (amb llavors de cada isòmer com a nuclis de precipitació), va aconseguir que la barreja racèmica dels cristalls generats en una dissolució de molècules aquirals de clorat sòdic formés, al cap d'uns dies, el 100% de cristalls d'un únic isòmer, davant l'estupor de l'investigador. Dels deu sistemes que va fer servir en l'experiment, en tots havia barreja racèmica excepte en un d'ells. Després d'analitzar totes les variables possibles, i realitzar innumbrables replicacions, Cristóbal Viedma va caure en compte que l'únic element present només en el sistema on no es produïa la barreja era un model molt concret d'agitador magnètic.



L'agitador de tefló del sistema que produïa el 100% d'un enantiòmer tenia un anell de pivot que feia les vegades de roda de molí. D'aquesta manera, els cristalls d'un únic tipus eren triturats, afavorint la redissolució d'aquests en molècules aquirals i, per tant, afavorint el creixement de cristalls de l'altre enantiòmer, en un cicle que afavoreix, a llarg termini, la prevalença d'un dels dos tipus de cristalls. Amb aquests resultats, després de la publicació el 2005 a Physical Review Letters, es va animar a repetir l'experiment utilitzant una dissolució racemat de tipus conglomerat de molècules quirals d'àcid aspàrtic. Va obtenir el mateix resultat: després de formar-se inicialment una barreja racèmica de cristalls, al final acabava resultant un únic enantiòmer, la qual cosa significava que tots els cristalls es convertien a un de concret. L'única explicació que semblava haver d'això era que la lenta racemització dels isòmers podria nodrir al sistema amb l'enantiòmer corresponent al cristall que s'estava formant. Aquesta suposició va despertar en el seu moment el recel d'alguns químics, degut a la formació de Viedma com a geòleg, i no com a químic.

Però finalment va aconseguir publicar al Journal of the American Chemical Society el 2008 i, tot i que encara queda per descobrir què fa que el sistema evolucioni cap a un o altre enantiòmer, les investigacions de Cristóbal Viedma ofereixen una hipòtesi plausible sobre les condicions prebiòtiques a les que es va gestar la vida. A més ha aportat un mètode per obtenir la desracemització d'enantiòmers, que ha generat ja una patent holandesa en una màquina que produeix l'abrasió del sistema per aconseguir, en uns pocs minuts, la completa conversió en un dels dos isòmers, amb l'impacte que això suposa per a la indústria farmacèutica.

La conferència va acabar deixant sorpresos als químics assistents pel fet que un geòleg realitzés una incursió tan notable en la seva disciplina, provocant cert recel en alguns, però despertant l'admiració de tots.

---

Per a més informació, [vídeo](#) sobre la transformació instantània dels cristalls trigonals de nitrat de potassi, en entrar en contacte amb la fase ròmbica d'aquest mateix compost.

1.- Cristóbal Viedma, José E. Ortiz, Trinidad de Torres, Toshiko Izumi and Donna G. Blackmond. "Evolution of Solid Phase Homochirality for a Proteinogenic Amino Acid", J. Am. Chem. Soc., 2008, 130 (46), pp 15274-15275.

2.- Cristóbal Viedma. "Chiral Symmetry Breaking during Crystallization: complete chiral purity induced by nonlinear autocatalysis and recycling", Physical Review Letters, 2005, 94, 065504.

Jordi Mora Casanova

Àrea de Comunicació i de Promoció

"Cuando los cristales de izquierda y derecha no pueden coexistir. Implicaciones en el Origen de la Vida y la Industria Farmacéutica". Conferència de Cristóbal Viedma l'1 de desembre de 2010 a la Sala de Graus de la Facultat de Ciències, dins el cicle "Químics difonent química".