

El Premio Nobel de Química (2005)

El francés Yves Chauvin y los estadounidenses Robert H. Grubbs y Richard R. Schrock son los galardonados este año. La mención de la Real Academia de Ciencias sueca es "por el desarrollo del método de metátesis en la síntesis orgánica". [https://s3.eu-de.cloud-object-storage.appdomain.cloud/kva-image-pdf/assets/globalassets-priser-nobel-2005-pop ke en 05.pdf](https://s3.eu-de.cloud-object-storage.appdomain.cloud/kva-image-pdf/assets/globalassets-priser-nobel-2005-pop_ke_en_05.pdf)

Conviene identificar el recorrido de este descubrimiento y cómo las contribuciones de los premiados se han sucedido en el tiempo y cómo aún continúan. La primera de las aportaciones es de Chauvin en 1970 y consiste en proponer el mecanismo por el que transcurriría una reacción, conocida desde finales de los años 50, y que apuntaba grandes posibilidades en la preparación de polímeros. Esta reacción se denomina metátesis, "cambio de lugar" atendiendo al origen griego de este término. La propuesta concreta de Yves Chauvin es que la reacción se cataliza mediante un carbeno (carbono unido a un metal mediante un doble enlace). Estos compuestos eran conocidos, y reconocidos en el premio Nobel de 1973 (Ernst Otto Fischer). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/macp.1971.021410112>

La reacción de metátesis tiene lugar entre dos cadenas de olefinas (alquenos). Un átomo de carbono del doble enlace de cada cadena cambia de lugar produciendo la unión de las cadenas acompañada de la pérdida de una molécula pequeña. Esta reacción permite acceder a polímeros con dobles enlaces en su estructura -hecho infrecuente en las polimerizaciones y que amplía las aplicaciones de este tipo de compuestos-. También hace posible la formación de moléculas con grandes ciclos -de difícil acceso por otras vías- como ocurre en la síntesis del *balanol*, un inhibidor de la proteína *quinasa* -implicada en la proliferación celular- y por tanto un atractivo anticancerígeno. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jo991611g>

Aunque el mecanismo de la reacción estaba establecido no había catalizadores suficientemente buenos; esto es, estables al aire y a la humedad, selectivos en el sentido de no afectar a otras partes de las moléculas, estructuralmente bien definidos. Y esto, como en muchas otras ocasiones, indujo una gran actividad de numerosos grupos de investigación. La Academia ha destacado a Richard R. Schrock quien trabajó durante toda la década de los 80 con diversos metales: tántalo, wolframio y molibdeno; siendo este último el que proporcionó mejores resultados, aun siendo algo sensible al oxígeno y a la humedad. Era ya 1990. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ar00173a007> El catalizador de Schrock es ampliamente utilizado, p.e. en la citada síntesis del *balanol*, y también en versiones quirales (ver premio Nobel de 2021) para la preparación de moléculas con centros asimétricos. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/1521-3773%2820010417%2940%3A8%3C1452%3A%3AAID-ANIE1452%3E3.0.CO%3B2-G>

El propio galardonado sigue ampliando sus utilidades en un artículo de 2021. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.inorgchem.0c03173>

El catalizador de Grubbs, el tercer galardonado de este año, aparece en 1992. El metal usado es rutenio. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja00036a053> El primer catalizador de Robert H. Grubbs tiene una estructura sencilla, es más selectivo, pero menos reactivo que el de Schrock, y es estable al aire. Sobre este primer catalizador se han producido muchas modificaciones estructurales que han ampliado sus propiedades y aplicaciones. Se conocen como de segunda

generación <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.200800470> y de tercera generación. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.9b08835>

Los catalizadores de Grubbs son ampliamente utilizados en síntesis orgánica. Por ejemplo, Kyriacos C. Nicolau -un gran químico de síntesis- lo aplicó en la síntesis de *epotilonas*, fármacos útiles en la quimioterapia de cánceres. <https://www.nature.com/articles/387268a0>

También hay ejemplos importantes en la síntesis de feromonas -moléculas que permiten la comunicación entre insectos-, por ejemplo, la feromona de *Platynota sultana* -mariposa y larva- que se usa para un control eficaz y ecológico de plagas de muchos tipos de frutales. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1615-4169\(200208\)344:6/7%3C728::AID-ADSC728%3E3.0.CO;2-4](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1615-4169(200208)344:6/7%3C728::AID-ADSC728%3E3.0.CO;2-4)

Son catalizadores especialmente útiles en la síntesis de los compuestos implicados en el premio Nobel de 2016: catenanos (Grubbs y Sauvage) <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jo990268c> y rotaxanos (Grubbs y Stoddart). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.200453963>

En el campo de los polímeros el grupo de Grubbs ha desarrollado materiales útiles en biomedicina, en fotónica y en energía. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja802010d>
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja306430k>

El uso intenso de la reacción de metátesis se mantiene tras la concesión del premio Nobel en la síntesis de muy diversos compuestos y queda bien resumido en esta revisión de 2018. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/CS/C8CS00027A> En 2021 una búsqueda de la aplicación de la reacción de metátesis en *Web of Science* arroja más de 900 citas.

Los premiados

Yves Chauvin (1930, Menen, Bélgica; †2015). *Directeur de Research Honoreur*, Instituto del Petróleo, Rueil-Malmaison, Francia.

Robert H. Grubbs (1942, Calvert City, Kentucky, E.E.U.U.; †2021). Doctor (1968, Columbia University, Nueva York, Nueva York, E.E.U.U.) *Professor* de Química, Instituto Tecnológico de California (Caltech), Pasadena, California, E.E.U.U.

Richard R. Schrock (1945, Berne, Indiana, E.E.U.U.). Doctor (1971, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, E.E.U.U.) *Professor* de Química, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusetts, E.E.U.U.