

# Vida Científica

## SEMBLANZAS DE LOS PREMIOS NOBEL 2010

### EN QUÍMICA

El Premio Nobel de Química 2010 fue concedido a los científicos RICHARD F. HECK (EE.UU.), EI-ICHI NEGISHI (Japón) y AKIRA SUZUKI (Japón) por sus trabajos sobre la síntesis orgánica.

Estos tres científicos fueron galardonados por haber desarrollado, por separado, distintas reacciones químicas que enlazan el carbono-carbono mediante emparejamientos cruzados empleando catalizadores de paladio. En concreto, estos descubrimientos servirán para sintetizar moléculas nuevas con aplicaciones para la medicina, la agricultura, el sector industrial químico e incluso para el desarrollo de componentes electrónicos.

Tal como anunció la Academia Sueca de las Ciencias, con este premio se estaba premiando a un “arte grandioso en un tubo de ensayo”.

### TRABAJO PREMIADO

La química orgánica o química del carbono es la base de la vida. Según los expertos, los átomos de carbono no reaccionan entre sí fácilmente, con lo que los científicos

necesitan agentes externos para provocar su reacción y, a partir de ahí, sintetizar nuevas moléculas. Por eso, los primeros métodos utilizados estaban basados en hacerlo más reactivo a través de diferentes sustancias. Ese tipo de soluciones funcionaban cuando se trataba de crear moléculas simples, pero al sintetizar otras más complejas el método fallaba.

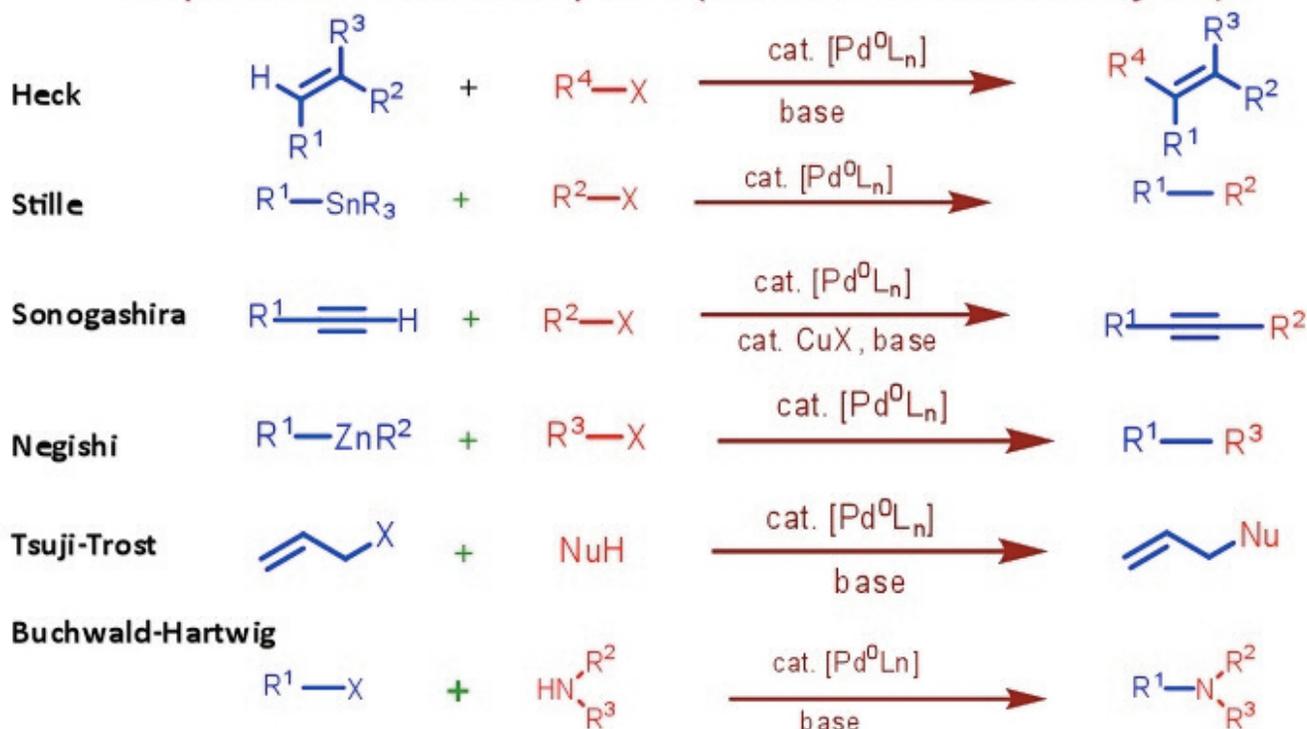
La unión cruzada, catalizada a través del paladio, resolvió este problema y proveyó a los químicos de una nueva herramienta más eficiente. En las reacciones producidas por Heck, Negishi y Suzuki, los átomos de carbono se encuentran con átomos de paladio (rico en electrones y, por lo tanto, un “imán” para el carbono) provocando una rápida reacción química (es decir, una catálisis).

Lo que los tres químicos lograron es un conjunto de reacciones químicas que permiten la creación de elementos químicos cada vez más complejos mediante un acoplamiento por medio de paladio catalizado.

La reacción descubierta de manera independiente por Mirozoki y Heck a comienzo de los años setenta, que posteriormente desarrolló Heck, fue pionera y abrió el camino a posteriores desarrollos. La reacción de Heck es el acoplamiento entre una olefina (nucleófilo) y un electrófilo (generalmente un haluro poco reactivo en reacciones de sustitución nucleófila).



## Acoplamiento catalizado por Pd (formación de enlaces C-C y C-N)



Reacciones similares a éstas son la de Stille, Sonogashira y Negishi que implican el uso de organoestannanos, alquinos terminales y organozincicos, respectivamente. Otra reacción útil, desde el punto de vista sintético, es la sustitución nucleófila catalizada por paladio de compuestos alílicos, conocida como la reacción de Tsuji-Trost. Un proceso análogo es la reacción de Buchwald-Hartwig, que en su variante más común consiste en el acoplamiento de aminas secundarias con haluros de arilo.

Muchas otras reacciones similares (Kumada, Hi-yama, Ito, etc.) se han descrito en la bibliografía, pero no son tan versátiles como éstas. Esquemas generales de estas reacciones se muestran en la parte superior de esta página.

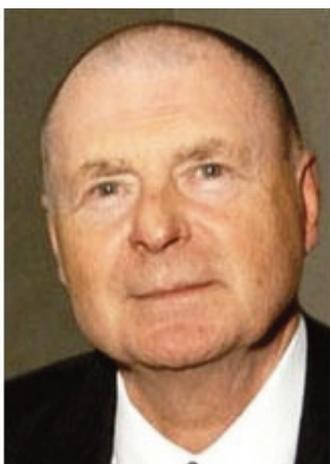
Otro proceso fundamental catalizado por paladio es el conocido como reacción de Suzuki, que consiste en la formación de enlaces carbono-carbono catalizada por paladio mediante el uso de organoboranos. La aplicación más extendida de esta reacción consiste en la preparación de biarilos y estructuras análogas, las cuales son de gran importancia en áreas como la preparación de moléculas biológicamente activas o materiales conjugados con aplicaciones tecnológicas. Desde que fuera descrita por primera vez en el año 1979, por Suzuki, esta reacción

ha estado sometida a un constante proceso de mejora enfocada a conseguir condiciones de reacción cada vez más suaves y tolerantes con el mayor número de sustratos posibles. Estas mejoras se han centrado principalmente en el desarrollo de aditivos diseñados para actuar como ligandos, entre los que destacan los basados en fosfinas y más recientemente en carbenos heterocíclicos. Así, hoy en día es posible llevar a cabo esta reacción a temperatura ambiente incluso empleando los pocos reactivos, pero económicamente más asequibles, cloruros de arilo como electrófilos.

### BREVE HISTORIA DE LOS GALARDONADOS

#### Richard Heck

Nacido el 15 de agosto 1931 en Massachusetts. Este químico estadounidense es conocido por el descubrimiento y desarrollo de la denominada *reacción de Heck*, que utiliza el metal paladio para catalizar reacciones químicas orgánicas con haluros de arilo con alquenos. Se doctoró en 1954 por la Universidad de Los Ángeles, California, y fue profesor emérito de la Universidad de Delaware, en Nueva York.



Heck



Negishi



Suzuki

En la actualidad reside en Argentina, donde vive con su esposa Socorro en la ciudad de Quezon.

### Ei-ichi Negishi

Nacido el 14 de julio de 1935 en Changchun, bajo control japonés, capital del imperio de Manchukuo, ahora la capital de la provincia de Jilin en la República Popular China. Se graduó en la Universidad de Tokio en 1958 y realizó un internado en la empresa química y farmacéutica Teijin. Se fue a estudiar a los Estados Unidos y obtuvo su doctorado por la Universidad de Pensilvania en 1963 bajo la supervisión del profesor Allan R. Day.

En 1966 se convirtió en investigador postdoctoral por la Universidad Purdue y profesor asistente en 1968, trabajando con el galardonado Premio Nobel Herbert C. Brown.

En 1979 fue nombrado profesor en la Universidad de Siracusa regresando, ese mismo año, a la Universidad Purdue.

En el año 2000 fue galardonado con el Premio de la Royal Society of Chemistry, Sir Edward Frankland Lectureship.

### Akira Suzuki

Nacido el 12 de septiembre de 1930 en Mukawa, Hokkaid, Japón. Estudió Química en la Universidad de Hokkaid y, después de doctorarse en 1959, trabajó como profesor asistente (1963-1965). Actualmente es profesor emérito de dicha Universidad.

Suzuki trabajó como postdoctorado con Herbert Charles Brown en la Universidad Purdue y después de regresar a la Universidad de Hokkaid se convirtió en profesor a tiempo completo.

A su salida de la Universidad de Hokkaid, en 1994, asumió diversos cargos en otras Universidades: en la de Ciencias de Okayama (1994-1995) y en la de Ciencias y Artes de Kurashiki (1995-2002).

Publicó por primera vez la reacción de Suzuki en 1979. La reacción orgánica de un arilo (vinilo-ácido bórico) con un arilo (vinilo-haluro) catalizada por paladio.

### CONCLUSIONES

Los descubrimientos de Heck, Negishi y Suzuki son muy importantes para la humanidad. Ya se ha utilizado esta técnica para sintetizar una sustancia, la diazonamida A, tomada de un pequeño invertebrado marino que es efectiva contra las células cancerosas del colon.

De igual manera este avance podría facilitar mucho la fabricación de antidotos para venenos de víboras y de sustancias nuevas para combatir bacterias y virus.

Actualmente, la catálisis por medio del paladio de uniones cruzadas de síntesis orgánicas es utilizada en las investigaciones de todo el mundo, en la elaboración de importantes medicamentos para combatir el cáncer o poderosos virus, o también en la producción comercial de, por ejemplo, fármacos y moléculas utilizadas en la industria electrónica.

Dolores Picón Zamora  
*Dpto. de Ciencias Analíticas*