

LOS PREMIOS NOBEL DE CIENCIAS-2000

ÁNGEL SANTOS RUIZ

El Premio Nobel de Física ha sido concedido a Jack S. Kilby por el invento del circuito integrado y también a Zhores I. Alferov y a Herbert Kroemer por la puesta a punto de dispositivos semiconductores de alta velocidad.

Alan J. Heeger, Alan G. McDiarmid y Hideki Shirakawa recibieron el Premio Nobel de Química por el descubrimiento y auge de los plásticos conductores de electricidad.

Comparten el Premio Nobel de Medicina Arvid Carlsson, Paul Greengard y Eric Kandel por un hallazgo sobre un tipo de transmisión de señales entre las células del sistema nervioso.

Fue otorgado el Premio Nobel de Ciencias Económicas a James J. Heckman y a Daniel L. McFadden por sus teorías y métodos microeconómicos para el análisis estadístico de economías individuales, domésticas y de ciencias sociales.

PREMIO NOBEL DE FÍSICA

El Premio Nobel de Física ha sido, como se ha expuesto antes, otorgado a tres eminentes hombres de ciencias: Zhores I. Alferov bieloruso, nacido en 1930 en Vitebsk, Director del Instituto Físico-Técnico Joffe de San Petersburgo; Herbert Kroemer, de 72 años, alemán naturalizado estadounidense, profesor de la Universidad de California en Santa Bárbara; Jack S. Kilby de 72 años, norteamericano nacido en Jefferson City (E.E.U.U.) y miembro científico de la empresa «Texas Instruments». Los dos primeros comparten la mitad de la dotación económica del Premio y el 50% restante lo ha recibido Kilby. A todos ellos se les considera como fundadores de la moderna tecnología de la información, especialmente a través de la invención de los transistores rápidos, diodos láser y los circuitos integrados.

Igual que el circuito integrado fue un paso clave de la tecnología de los ordenadores, los transistores ultrarrápidos y los láseres semiconductores basados en heteroestructuras desempeñan un papel decisivo en las modernas tecnologías de las telecomunicaciones. Esas heteroestructuras son dispositivos formados por muchas capas de semiconductores y diseñados de manera que producen los efectos electrónicos deseados, y se utilizan, por ejemplo, en amplificadores de alta frecuencia y bajo ruido de los

satélites de comunicaciones y en los sistemas de telefonía móvil que reducen el ruido. Los láseres semiconductores de heteroestructuras se usan en las comunicaciones por fibra óptica y en los sistemas de almacenamiento óptico de datos.

El progreso de los ordenadores realmente arrancó con el de los circuitos integrados en los años sesenta y del microprocesador en 1970, cuando el número de componentes en un chip fue suficientemente grande como para crear toda una microcomputadora. En realidad, los avances en la tecnología de los dispositivos electrónicos moderno culmina con la invención del transistor, un componente mucho más pequeño y eficaz que las antiguas válvulas. La carrera por aumentar la complejidad de los sistemas se había atascado en unas mil lámparas, mientras que asociando transistores en un circuito integrado se llegaba a los 10.000 transistores. Pero enseguida se vio claro que esta estrategia de poner más y más transistores también tenía un límite. El siguiente paso revolucionario se basó en una idea de los años cincuenta que consistía en hacer bloques de materiales semiconductores contaminados con diferentes elementos, para que funcionaran como minúsculos transistores, resistencias y condensadores en un único soporte o circuito integrado.

La integración y la miniautilización que se lograron en estos dispositivos después —los chips— no sólo significó reducir el tamaño, sino acelerar la velocidad del procesamiento de información, ya que las señales recorren caminos más cortos. Fundamental ha sido la utilización de un único material semiconductor: el silicio. El silicio, sin embargo, tiene sus limitaciones, en particular su escasa capacidad de emitir o absorber luz. Este problema se solventó con el empleo de uniones de diferentes semiconductores (por ejemplo, arseniuro de galio / arseniuro de galio y aluminio). La contribución primordial del bielorruso Alferov y del americano Kroemer consistió en la propuesta de las doble uniones, creando nuevos caminos para el desarrollo de los láseres de semiconductores. Esa fue la idea básica que abrió la puerta al mundo de la optoelectrónica, omnipresente en nuestra sociedad a través de los lectores ópticos de los supermercados, los discos compactos y los medios masivos de almacenamiento de información. Alferov y Kroemer, crearon componentes microelectrónicos de alta velocidad basados en estructuras de semiconductores dispuestos en capas, que reciben el nombre de heteroestructuras semiconductoras. Esto ha dado lugar a los transistores de alta velocidad que ahora se utilizan en las estaciones de telefonía móvil y en los enlaces por radio entre satélites. Esta tecnología es la base de los diodos láseres que se encuentran en los reproductores de discos CD, los lectores de códigos de barras y los punteros láser.

Más recientemente, los diodos láseres han contribuido al intercambio veloz de información en Internet a través de cables de fibra óptica. Para entender el alcance de las aplicaciones de estos trabajos pioneros, cabe recordar también que estos potentes diodos emisores de luz láser se emplean también en los semáforos que regulan el tráfico en todas las ciudades. En el futuro, estos diodos láser podrían llegar a sustituir a las bombillas de luz eléctrica. Cuando trabajaba en la empresa estadounidense RCA, Herbert Kroemer publicó en 1957 el primer estudio teórico sobre transistores semiconductores. Poco después, en 1963, Alferov y Kroemer propusieron de forma independiente el principio del llamado láser de heteroestructuras. Jack Kilby contribuyó a la invención y posterior desarrollo del circuito integrado, la base fundamental de los «chips» o microprocesadores que han revolucionado la tecnología de la información. Gracias a su trabajo, el campo de los microprocesadores que reúnen, procesan y con-

trolan información se ha extendido a numerosos dispositivos y tecnologías de la vida cotidiana: desde las lavadoras y los vehículos, hasta los equipos de diagnóstico médico y las naves espaciales. Los expertos sitúan el origen de esta revolución tecnológica en 1947, cuando se inventó el transistor. Esta innovación fue galardonada, en 1956, con el Nobel de Física. Los primeros transistores estaban dotados de válvulas de gran tamaño, lo que favoreció la investigación de nuevas tecnologías capaces de producir y mejorar la fabricación y eficacia de los transistores. Jack Kilby y Robert Noyce, entonces dos jóvenes ingenieros, demostraron la posibilidad práctica de sustituir estas válvulas por circuitos integrados. Robert Noyce falleció en 1990 y todavía se le sigue considerando como coinventor del circuito integrado. Kilby continuó su carrera acumulando más de sesenta patentes. Es, por ejemplo, coinventor de la calculadora de bolsillo, una de las primeras aplicaciones de los circuitos integrados.

Carlos Tejedor, Luis Viña y Félix Indurain, profesores de la Universidad Autónoma de Madrid, han indicado que la próxima frontera a nuestro alcance es el manejo de la última característica cuántica del electrón: su espín. Las uniones de semiconductores magnéticos son la base del nuevo mundo de la *espintrónica* y la información cuántica.

En relación con España es de consignar que Viacheslov Osipov e Igor Savelieos, dos colegas rusos de Alferov, hace tiempo que trabajan en Madrid en el laboratorio de Nano-tecnología del Consejo Superior de Investigaciones científicas. Ambos han pertenecido al equipo de investigación del nuevo Premio Nobel de Física, que es el octavo que obtiene Rusia; el séptimo lo obtuvo Piotr Kapitsa en 1978.

PREMIO NOBEL DE QUÍMICA

El Premio Nobel de Química de 2000 ha sido concedido a los estadounidenses Alan J. Heeger y Alan G. McDiarmid y al japonés Hideki Shirakawa por el descubrimiento y desarrollo de los polímeros conductores.

Heeger de 64 años, dirige el Instituto de Polímeros de la Universidad de California en Santa Bárbara. McDiarmid, de 73 años y nacido en Nueva Zelanda, enseña química en la Universidad de Pensilvania. Shirakawa es profesor en el Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad de Tsukuba (Japón).

Tomás Torres Cebada, catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid, ha trabajado en lo que en el último medio siglo se ha definido como la época de los plásticos (polímeros), pero también como la de los semiconductores y la microelectrónica. La superposición de ambas áreas será, con toda probabilidad, uno de los soportes básicos sobre los que se asiente la tecnología más avanzada del siglo XXI. Los plásticos son polímeros, es decir, largas cadenas formadas por muchas repeticiones de una molécula simple, y generalmente no conducen la electricidad: de ahí que se usen como aislantes en los cables eléctricos. Pero Heeger, McDiarmid y Shirakawa descubrieron a finales de los años setenta que los plásticos sometidos a ciertas modificaciones podían conducir la electricidad.

El campo de los plásticos conductores se inició en el laboratorio de Shirakawa gracias a un afortunado error, cuando uno de sus colaboradores confundió las concentraciones de sus reactivos y añadió en un recipiente una cantidad de catalizador mil

veces mayor de lo correcto. El resultado fue un plástico con un insólito color plateado. Y el siguiente paso fue debido a una casualidad. En 1976, McDiarmid acudió a Tokyo para dar una charla sobre otro misterioso polímero plateado en el que estaba trabajando con Heeger y tuvo la suerte de encontrarse accidentalmente con Shirakawa durante una pausa para tomar café. Tras esa conversación, y de vuelta a Pensilvania, Heeger midió la conductividad eléctrica del plástico plateado de Shirakawa y comprobó con stupefacción que conducía la electricidad diez millones de veces más que un plástico normal.

En cierta manera, el Nobel de Química supone un reconocimiento a desarrollos que han sido claves para la revolución de las tecnologías de la información. Se atribuye a los tres científicos el descubrimiento y desarrollo de los polímeros conductores, materiales plásticos que están íntimamente asociados al rápido desarrollo de la electrónica molecular. Antes de los trabajos de estos investigadores se pensaba que los plásticos, a diferencia de los metales, no pueden transmitir corrientes eléctricas. Pero este trío de especialistas demostró que, con ciertas modificaciones estructurales, sí es posible. Los plásticos son moléculas con estructuras que se repiten de forma regular a lo largo de cadenas. A finales de los años 70, Heeger, McDiarmid y Shirakawa encontraron la fórmula para convertir a los plásticos en conductores, desarrollando los primeros conductores que, rápidamente, se convirtieron en una línea de investigación que atrajo enormemente el interés tanto de los químicos como de los físicos. En la actualidad, este tipo de plásticos es utilizado con numerosos fines industriales, como por ejemplo para la fabricación de sustancias antiestáticas destinadas a las películas fotográficas, los protectores de pantallas de ordenador que reducen la radiación electromagnética o las ventanas «inteligentes» que regulan la intensidad de la luz solar. En los últimos años se han conseguido polímeros semiconductores, que se emplean para la fabricación de células solares así como de pantallas de tamaño diminuto para televisiones y teléfonos móviles. En el futuro, estos polímeros permitirán diseñar transistores y otros componentes electrónicos formados por moléculas individuales, lo que podrá aumentar espectacularmente la velocidad y el tamaño de los ordenadores.

Los plásticos conductores constituyen actualmente un área de investigación muy activa, y la industria los utiliza ya para muchas aplicaciones: pantallas de ordenador que amortiguan las radiaciones, películas fotográficas sin electricidad estática, ventanas inteligentes que filtran a voluntad la luz solar, células solares, diodos emisores de luz (LED) y las pantallitas de los teléfonos móviles y de las minitelevisiones. Las espectaculares propiedades eléctricas y ópticas de estos polímeros, de origen orgánico, han generado una dedicación intensa de químicos, físicos y tecnólogos en los últimos años con el fin de sintetizar este tipo de materiales, estudiar sus propiedades y aplicarlos industrialmente. Como muestra de la viabilidad industrial de las investigaciones, Alan J. Heeger ha fundado una empresa, que produce este tipo de polímeros y estudia sus aplicaciones. Este modelo de investigador, muy extendido ya en Estados Unidos, se impondrá pronto en Europa.

Además de los tres laureados, otros científicos han contribuido a estos descubrimientos, como Fred Wudl, ahora en la Universidad de California en Los Angeles, quien ha participado de manera destacada en la preparación de estos *plásticos conductores*. En el futuro, y gracias en parte a los plásticos conductores, podrán construirse «componentes electrónicos formados por moléculas individuales que aumentarán de forma extraordinaria la velocidad de los ordenadores».

PREMIO NOBEL DE MEDICINA

El Instituto Karolinska de Estocolmo, ha echado esta vez la vista atrás para recuperar tres hitos en el esclarecimiento de la función cerebral que, además, han abierto vías muy fértiles al tratamiento actual del Parkinson, la esquizofrenia, la depresión y otras enfermedades neurológicas. El sueco Arvid Carlsson y los estadounidenses Paul Greengard y Eric Kandel comparten el Premio Nobel de Medicina, por sus hallazgos sobre un tipo de transmisión de señales entre las células del sistema nervioso.

Arvid Carlsson, nacido el 25 de enero de 1923 en Uppsala (Suecia), pertenece al Departamento de Farmacología de la Universidad de Gothenburg.

Paul Greengard nació el 11 de Diciembre de 1.925. Es neoyorquino y trabaja en el Laboratorio de Neuro-ciencia Molecular de la Universidad Rockefeller de Nueva York.

El tercer galardonado es Eric Kandel. Nació el 7 de noviembre de 1929 en Viena, aunque tiene nacionalidad estadounidense. Trabaja en el Centro de Neurobiología y Comportamiento de la Universidad de Columbia, en Nueva York.

La neurociencia ha sido este año la disciplina protagonista del prestigioso galardón, ya que se ha reconocido la labor pionera de esos tres investigadores que arrojaron luz sobre la comunicación entre los cientos de miles de millones de células nerviosas que existen en el cerebro. La conexión entre las neuronas se efectúa a través de una entramada red de complejos nerviosos, en los cuales los mensajes entre una célula y otra son transmitidos a través de compuestos químicos los neurotransmisores. Este intercambio de señales se produce en puntos concretos de las células, que son los sinapsis. Los tres investigadores premiados realizaron descubrimientos hace décadas, pero fueron claves para desvelar un tipo de transmisión de señales, conocido como «transmisión sináptica lenta». Sus aportes han sido cruciales para entender el funcionamiento normal del cerebro, y cómo anomalías en esta transmisión de señales puede dar lugar a enfermedad.

Un gran mérito científico ha sido el descubrimiento de la dopamina como neurotransmisor cerebral y de su gran importancia para el control de los movimientos. Sus investigaciones condujeron al hallazgo de que el Parkinson es una enfermedad causada por falta de dopamina en ciertas partes del cerebro, y que podría encontrarse un remedio eficaz. Estos trabajos fueron realizados a finales de los cincuenta cuando se creía todavía que la dopamina era sólo un precursor de otro neurotransmisor, la noradrenalina. Gracias a un nuevo método de gran sensibilidad, Carlsson pudo comprobar que la dopamina se concentraba en áreas del cerebro. Sus descubrimientos demostraron que la eficacia de esta sinapsis puede ser alterada a través de unos mecanismos que él desveló en su laboratorio. Utilizando el sistema nervioso de un animal marino como modelo experimental, demostró hasta que punto estos cambios en la función sináptica son fundamentales para el aprendizaje y la memoria. A la labor científica realizada a finales de los sesenta, se debe el descubrimiento sobre cómo la dopamina y otros neurotransmisores ejercen su acción en el sistema nervioso. Gracias a Greengard se sabe que los neurotransmisores actúan primero en una molécula receptora.

Las neuronas tienen unas prolongaciones muy alargadas llamadas axones. A través de ellas, la señal nerviosa viaja como un impulso eléctrico. Pero entre el final del axón de una neurona y el principio de la siguiente hay un espacio vacío (la sinapsis) donde el

circuito se interrumpe. Allí, la transmisión del impulso nervioso deja de basarse en la electricidad y se ve forzada a recurrir a la química. Los trabajos de Carlsson, Greengard y Kandel han contribuido, desde metodologías muy dispares, a dilucidar cómo viaja la señal nerviosa a través de la sinapsis. La parte final del axón está plagada de unas vesículas llenas de moléculas neurotransmisoras. Cuando el impulso eléctrico que ha viajado por todo el axón llega a esa zona, las vesículas se desplazan hasta el puro extremo y, literalmente vierten los neurotransmisores al espacio vacío de la sinapsis. La siguiente neurona capta los neurotransmisores del espacio sináptico gracias a los receptores situados en su membrana celular. Y los receptores provocan una cascada de sucesos químicos que acaban generando una nueva señal eléctrica en la segunda neurona, y es el que más se repite. Ya, a partir de los años cincuenta, los científicos sabían que el fármaco reserpina provocaba temblores y otros síntomas muy similares a los del Parkinson en animales de laboratorio. Carlsson descubrió en 1957 que esos efectos de la reserpina podían ser revertidos con inyecciones de una molécula similar a la dopamina llamada levodopa (o L-dopa). A partir de esa observación, fue capaz de demostrar que la reserpina provocaba el Parkinson debido a que reducía los niveles de dopamina del cerebro. Y que la levodopa —que, una vez dentro del organismo, se transforma en dopamina— restauraba esos niveles. Carlsson sugirió inmediatamente que se tratara con levodopa a los pacientes de Parkinson. Los medicamentos que se utilizaban contra la esquizofrenia se habían hallado por mera prueba y error. Pero, varios de ellos —los más efectivos contra la esquizofrenia— solían provocar unos temblores muy similares a los del Parkinson. Aquí hace su entrada en escena Paul Greengard, el segundo galardonado que identificó en los setenta, por primera vez, el receptor de un neurotransmisor —en concreto, el de la dopamina— y pudo demostrar que los fármacos contra la esquizofrenia actuaban bloqueando los efectos inducidos por este receptor en la neurona de destino.

Eric Kandel, ha realizado descubrimientos cruciales sobre cómo cada sinapsis puede alterar su eficacia de respuesta y cómo esos cambios explican los procesos de aprendizaje y, en último término, conforman la memoria. Está premiado con el Nobel de Medicina y fue galardonado en 1989 por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas con el diploma internacional Cajal. Además según ha recordado Ricardo Martínez, director del Instituto Cajal del CSIC, Kandel mantiene una relación constante y fluida con ese instituto de Madrid. Martínez ha destacado la contribución de Kandel a la neurofisiología, que se mantiene vigente para el entendimiento de la función cerebral.

En resumen, cabe decir que el farmacólogo sueco Arvid Carlsson descubrió en los años cincuenta que la enfermedad de Parkinson se debe a una reducción anómala de los niveles cerebrales de dopamina, una de las moléculas (neurotransmisores) que cada neurona usa para comunicarse con la siguiente neurona en el circuito. A partir de los años sesenta, el estadounidense Paul Greengard empezó a establecer cómo funcionan los neurotransmisores y luego su compatriota (de origen austriaco) Eric Kandel relacionó esos procesos con el aprendizaje y la memoria. Como ha referido José López Barneo, catedrático de Fisiología de la Universidad de Sevilla el Instituto Karolinska, destacando la investigación fundamental en neurociencia, ha mostrado una vez más que ésta es un pilar necesario para el avance en el tratamiento de las enfermedades neurológicas y mentales. Al premiar la investigación sobre la sinapsis, es obligado recordar que hace casi 100 años otro Premio Nobel en Medicina fue otorgado a Santiago Ramón y Cajal, precisamente por mostrar que las neuronas eran entidades individualizadas que establecían contactos funcionales, pero no citoplasmáticos, en las sinapsis. Tenemos hoy día una idea de la sinapsis mucho más sofisticada que la de Cajal, y ello se debe

tanto a la labor de nuestros predecesores, que alumbraron el camino, como a la de investigadores como Carlsson, Greengard y Kandel, que han sabido continuarlo. Según Alberto Ferrús, investigador del Instituto Cajal, de hecho, los primeros trabajos de los premiados datan de los años 1950 y 1960. Es una satisfacción para el CSIC haber otorgado al profesor Kandel la distinción del diploma Cajal en 1989. Toda la comunidad de neurocientíficos debe congratularse por este premio porque es también un reconocimiento de la influencia que la neurociencia tiene en un futuro inmediato.

PREMIO NOBEL DE CIENCIAS ECONOMICAS

Según el comunicado oficial en Suecia de la Real Academia James J. Heckman ha recibido el Premio Nobel de Ciencias Económicas por sus importantes métodos sobre la clasificación selectiva y también Daniel McFadden. De este modo, el codiciado galardón sigue en dominio estadounidense, ya que desde que en 1969 se otorgó el Primer Nobel de Economía, 29 de los 46 laureados han sido investigadores norteamericanos.

Como ha expuesto Carmen Villar Mir, queda claro que el Premio Nobel de Ciencias Económicas ha ido este año a dos profesores: James J. Heckman de 56 años de la Universidad de Chicago, y Daniel L. McFadden de 69 años, de la Universidad de California. Ambos, como ya se ha indicado, han sido galardonados por el desarrollo de teorías y métodos microeconómicos para el análisis de estadísticas de economías individuales, domésticas y de ciencias sociales.

El secretario permanente de la Real Academia de Suecia, Erling Norrby ha dejado claro que los galardonados han prestado varias aportaciones relevantes a la econometría y otras ciencias sociales a lo largo de su vida científica y profesional. Heckman ha hecho posible trabajar con muestras de datos tomando en cuenta características particulares de gente entrevistada que pueden ser desconocidas para el investigador. Ello es útil, por ejemplo, cuando se trata de estimar cómo la duración del período de desempleo de alguien afecta sus probabilidades individuales de conseguir una remunerada ocupación. McFadden, por su parte, ha conseguido llegar a métodos económicos que permiten calcular cuán probable es que una persona de determinada edad, ingreso y educación elija viajar en autobús, subterráneo o coche, según los costos y el tiempo del viaje. Su trabajo fue útil para diseñar el sistema de Transporte Rápido del Area de San Francisco. También se usa su método para calcular la demanda de energía residencial y capacidad de vivienda para ancianos.

Antes de los teoremas de Heckman y de McFadden existían estudios empíricos teóricos faltos de base. Gracias a los avances e investigaciones de estos estadounidenses sobre la microeconomía y las elecciones discrecionales se han creado nuevos sistemas de estadísticas con aplicaciones prácticas, con posibilidad de organizar diferentes sistemas como, por ejemplo el de los ferrocarriles de San Francisco, en Estados Unidos de América.

Es de lamentar que esta nueva distinción relacionada con el Premio Nobel y las Ciencias Económicas no ha tenido gran repercusión en los medios de comunicación.

Ha pasado en estos primeros tiempos un tanto desapercibida salvo, claro está, algún justo elogio esporádico.