



*“Vivimos en una era donde algunos de los más grandes descubrimientos científicos son el resultado de gigantescas colaboraciones, con relevantes contribuciones provenientes de un gran número de personas”.*

Kip S. Thorne  
Nobel de Física 2017

# Premios NOBEL 2018 madri+d

 **fundación** para el  
**conocimiento**  
madri+d



# SUMARIO

<b>Premio NOBEL de FÍSICA 2018</b>	6
<b>Premio NOBEL de FISIOLOGÍA O MEDICINA 2018</b>	8
<b>Premio NOBEL de QUÍMICA 2018</b>	10
<b>Premio NOBEL de LA PAZ 2018</b>	12
<b>Premio NOBEL de ECONOMÍA 2018</b>	14

**Premio NOBEL de FÍSICA 2018**

*"Por sus invenciones revolucionarias en el campo de la física láser"*



Arthur Ashkin.  
Bell Laboratories, Holmdel,  
NJ, USA



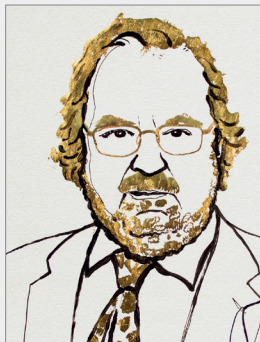
Gérard Mourou.  
École Polytechnique,  
Palaiseau, France,  
University of Michigan,  
Ann Arbor, MI, USA



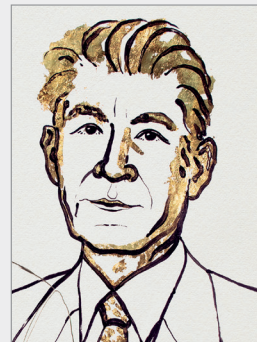
Donna Strickland.  
University of Waterloo,  
Waterloo, Canada

**Premio NOBEL de FISIOLÓGÍA O MEDICINA 2018**

*"Por su descubrimiento de la terapia contra el cáncer por la inhibición de la regulación inmune negativa".*



James Allison. University of Texas MD  
Anderson Cancer Center, Houston, TX, USA,  
Parker Institute for Cancer Immunotherapy,  
San Francisco, CA, USA



Tasuku Honjo. Kyoto University,  
Kyoto, Japan

## Premio NOBEL de QUÍMICA 2018

*"Por la evolución dirigida de las enzimas" y "Por la presentación en fagos de péptidos y anticuerpos".*



Frances H. Arnold.  
California Institute  
of Technology (Caltech),  
Pasadena, CA, USA



George P. Smith.  
University of Missouri,  
Columbia, USA



Greg Winter. MRC  
Laboratory of Molecular  
Biology, Cambridge, United  
Kingdom

## Premio NOBEL de LA PAZ 2018

*"Por sus esfuerzos para acabar con el uso de la violencia sexual como arma de guerra y de los conflictos armados"*



Denis Mukwege.  
Ginecólogo, República  
Democrática del Congo



Nadia Murad.  
Activista iraquí

## Premio NOBEL de ECONOMÍA 2018

*"Por integrar los estudios sobre el cambio climático y las innovaciones tecnológicas en el análisis macroeconómico"*



William D. Nordhaus.  
Yale University, New Haven,  
CT, USA



Paul M. Romer.  
NYU Stern School of  
Business, New York, NY, USA

# Premio NOBEL de FÍSICA 2018



Juan Diego Ania Castañón. Director del Instituto de Óptica "Daza de Valdés", CSIC

## Premio Nobel de Física 2018

El pasado mes de octubre se produjo el anuncio del Premio Nobel de Física correspondiente al año 2018 que ha recaído sobre los investigadores Arthur Ashkin, Donna Strickland y Gérard Mourou "por sus invenciones revolucionarias en el campo de la Física del Láser".

Desde la demostración experimental del láser en 1960, esta extraordinaria herramienta ha dado lugar a grandes avances en diferentes ramas de la ciencia, desde la Física hasta la Medicina pasando por la Química y la Biología. El legado del láser queda patente en la multitud de descubrimientos galardonados con el Premio Nobel de Física, Química o Medicina relacionados de un modo u otro con su aplicación directa, que supera la decena en los últimos 15 años e incluye, por ejemplo, el premio otorgado el año pasado a la detección de ondas gravitacionales utilizando interferometría láser. Paradójicamente, Gordon Gould y Theodore Maiman, responsables respectivamente del primer diseño y la primera implementación del láser, no recibieron nunca un Nobel, que no obstante sí recayó a lo largo de los años en grandes precursores o pioneros de la tecnología como Charles Townes y Arthur Schawlow.

Las contribuciones premiadas este año por la Academia Sueca son un buen ejemplo de la versatilidad del láser y su capacidad transformativa en diferentes áreas de la ciencia.

Los trabajos de Arthur Ashkin (1922, EE.UU.), receptor de la mitad del premio y que es a sus 96 años el galardonado de mayor edad en la historia del premio, dieron lugar a la invención de las pinzas ópticas. Sus estudios sobre la manipulación física de micropartículas utilizando luz comenzaron en los años 70 y dieron lugar en 1987, mientras trabajaba para Bell Labs, a la primera demostración de captura sin daño de células vivas mediante haces de luz. El principio que Ashkin demostró y aplicó, denominado "atrapamiento por fuerza de gradiente en haces individuales", permite capturar partículas dieléctricas mediante la luz, como hemos visto en multitud de novelas y filmes de ciencia-ficción, atrayéndolas hacia el centro del haz, donde el campo eléctrico es más fuerte. Las pinzas ópticas se aplican hoy ampliamente en Biología y Medicina para investigar el funcionamiento de las células y sus orgánulos individuales. La técnica permite también el estudio y desarrollo de los motores moleculares, trabajo que fue merecedor en sí mismo del premio Nobel de Química en 2016.

Las contribuciones de Ashkin a la Física van mucho más allá de las pinzas ópticas, siendo también uno de los padres de la Óptica No Lineal en fibras ópticas, así como un pionero en el estudio de la presión de radiación y el enfriamiento de átomos con láser. Precisamente ese trabajo le valió el premio Nobel de Física en 1997 a su compañero Steven Chu, pero no a él, en lo que muchos científicos consideraron en su día una notable injusticia. Afortunadamente, la extraordinaria calidad de las múltiples contribuciones de Ashkin a la Física y su longevidad (recordemos que la Academia sólo premia a los vivos) le han permitido recibir finalmente este galardón.



Arthur Ashkin      Gérard Mourou      Donna Strickland

Donna Strickland (1959, Canada) y Gérard Mourou (1944, Francia) son los ganadores conjuntos de la otra mitad del Premio Nobel de Física de este año, por otra contribución clave que abrió la puerta al desarrollo de láseres capaces de generar pulsos de luz extremadamente cortos y de enorme intensidad. Cuando un pulso de luz se comprime en el tiempo, volviéndose más corto pero conservando o aumentando su energía, la intensidad máxima del mismo aumenta considerablemente. Si esta intensidad se vuelve demasiado elevada los pulsos de luz pueden llegar a dañar o destruir el medio por el que se propagan y amplifican. Debido a este hecho, los láseres pulsados estaban limitados en cuanto a la potencia y duración de los pulsos generados. El trabajo de Strickland y Mourou, llevado a cabo en los años 80 durante la realización de la tesis doctoral de la primera bajo la supervisión del segundo, consistió en el desarrollo de una técnica cuyo nombre podríamos traducir como “amplificación de pulso con gorjeo” que permitió superar esa limitación.

La solución ideada por estos investigadores consiste en el ensanchamiento temporal del pulso previo a su amplificación, de modo que la energía del pulso pueda aumentarse considerablemente sin dañar el medio. Una vez fuera del amplificador, el pulso se recomprime para dar lugar a un pulso ultracorto y ultraintenso. El uso de esta técnica desbloqueó las potencias máximas y duraciones mínimas de los pulsos en láseres, y pronto se volvió habitual en el desarrollo de láseres ultrarrápidos.

Gracias a esta técnica existen a día de hoy láseres con pulsos que alcanzan potencias de varios petavatios (10<sup>15</sup> vatios) o duraciones de unos pocos attosegundos (10<sup>-18</sup> segundos). La versatilidad de estos láseres pulsados ha permitido su uso como herramientas en la medida de tiempo en procesos extraordinariamente cortos, habilitando los estudios de estados de transición de reacciones químicas que le valieron el premio Nobel de Química a Ahmed Zewail en 1999, así como en la generación de peines de frecuencia, premiada con el premio Nobel de Física a Theodor Hänsch y John Hall en 2005, o en el desarrollo de nuevas técnicas de cirugía láser de uso generalizado hoy en día. El uso de láseres pulsados de alta potencia tiene además multitud de aplicaciones en áreas como la ciencia de materiales, la biología o incluso el mecanizado de precisión.

Donna Strickland es la primera mujer en recibir el Nobel de Física en 55 años, y tan sólo la tercera en obtenerlo en la historia del galardón, tras Marie Curie y Maria Goeppert Meyer. A pesar de que la representación de las mujeres en Física no llega al 30%, el área ha contado con extraordinarias contribuciones realizadas por multitud de científicas a lo largo de los años sin que estas se hayan visto en general reconocidas por la Academia Sueca. En algunos casos estas omisiones han dado lugar a importantes polémicas, como en el caso de la no concesión del premio a Jocelyn Bell en 1974 pese a su participación fundamental en el descubrimiento de los púlsares. En este contexto, la muy merecida obtención del premio por parte de Donna Strickland es especialmente relevante, en tanto que visibiliza la labor realizada por científicas en un área tradicionalmente asociada en el imaginario colectivo a los hombres y supone un potencial estímulo para futuras investigadoras.

---

---

La muy merecida obtención del premio por parte de Donna Strickland es especialmente relevante, en tanto que visibiliza la labor realizada por científicas en un área tradicionalmente asociada en el imaginario colectivo a los hombres

---

---

# Premio NOBEL de FISIOLÓGÍA O MEDICINA 2018



Eduardo Díaz-Rubio. Vicepresidente de la Real Academia Nacional de Medicina de España. Oncólogo Emérito del Sistema Madrileño de Salud. Prof. Emérito de la Universidad Complutense

## El Premio Nobel de Medicina o Fisiología 2018 y la nueva inmunoterapia contra el cáncer

James Allison, americano, trabaja actualmente en el MD Anderson Cancer Center de Texas, y fue el descubridor en 1990 de la molécula CTLA-4, que inhibe la activación de los linfocitos T tras la interacción con la célula presentadora de antígeno. A esta fase del ciclo inmunidad-cáncer se le conoce como fase inicial, ya que permite identificar antígenos tumorales y por tanto iniciar la activación y proliferación de los linfocitos que finalmente podrán destruir a las células tumorales.

Tasuku Honjo, japonés, de la Universidad de Kioto, identificó en 1992, otra molécula esencial de la reacción inmune frente al cáncer. La molécula PD-1, cuya función es evitar que los linfocitos ataquen a la célula tumoral. Esta proteína interviene decisivamente en la fase final, en lo que conocemos como el “beso de la muerte”.

Hasta el momento actual, en el tratamiento del cáncer, además de la cirugía y la radioterapia, disponemos de la quimioterapia, la hormonoterapia y las dianas moleculares. A ellas hay que sumar la inmunoterapia, mejor dicho, la nueva inmunoterapia, que ya es una realidad gracias a los trabajos de Allison y Honjo.

Un hecho evidente es que nuestro sistema inmune está capacitado para controlar y destruir a las células tumorales a través de una compleja maquinaria que incluye células activadoras, células supresoras, moléculas estimuladoras, e inhibitorias. Este juego ha de permitir reconocer los antígenos de las propias células tumorales y generar una cascada en reacción que elimine la enfermedad. Pero a su vez tiene que ser lo suficiente permisivo con las propias células del organismo para no generar desastrosas enfermedades autoinmunes. Lamentablemente en muchas ocasiones el sistema inmune es incapaz de eliminar las células tumorales, produciéndose un fenómeno de escape que da lugar a una enfermedad diseminada, o incluso a un equilibrio que pueda provocar que un cáncer aparentemente curado pueda reaparecer varios años más tarde.

La inmunoterapia frente al cáncer no es nueva (en 1890 Willian Cooley intentó la primera vacuna antitumoral) y ya en el pasado se han producido alguno logros como la BCG, la terapia con células T, el interferón o la interleuquina-2. Sin embargo sus éxitos en pacientes han sido poco consistentes, parciales y ocasionales. Hasta aquí, ya que la historia ha cambiado, tras el descubrimiento de las moléculas CTLA-4 y PD-1. Estas moléculas, que actúan como “checkpoints” en el encuentro del sistema inmune con las células tumorales, actúan como inhibidores, lo que evita que se destruyan las células tumorales (es el freno para el “beso de la muerte”). Para levantar ese freno el propio Allison en 1996 desarrolló anticuerpos monoclonales frente al CTLA-4, y aunque al principio no levantó grandes pasiones en la industria farmacéutica, finalmente dio lugar al desarrollo clínico del ipilimumab. En 2011 la FDA aprobó su utilización en el melanoma metastásico. Sus resultados fueron sorprendentes. Hoy varios años después muchos pacientes con melanoma están vivos y libres de la enfermedad, quizás curados. Pero no es un fenómeno universal, otros no han respondido.



James Allison

Tasuku Honjo



En 1992, como queda dicho, Tasuku Honjo, descubre el PD-1, lo que dio lugar al desarrollo de anticuerpos monoclonales frente a esta molécula. Pocos años después, en 2012, pudo demostrarse su actividad frente a diferentes tumores. Hoy tenemos numerosos fármacos aprobados (nivolumab, pembrolizumab, atezolizumab, etc) que levantan el freno del PD-1 o del PDL-1 (molécula similar pero expresada en la célula tumoral); y que son activos en cáncer de pulmón, cáncer de cabeza y cuello, cáncer de vejiga, cáncer de riñón, tumores digestivos, linfomas, etc. De su trascendencia puede decirse que estos “inhibidores de checkpoints” fueron portadas de las revistas Science en 2013 y en Nature en 2014, y declarados molécula del año en 2016 y 2017 por la Sociedad Americana de Cáncer (ASCO). En España todos estos fármacos están ya disponibles y son numerosos los pacientes que se están beneficiando de este impresionante descubrimiento. Todos los expertos coinciden que se trata de un cambio de paradigma en el tratamiento del cáncer y uno de los grandes descubrimientos de la medicina de los últimos 50 años.

Pero hay retos. Quizás el mayor sea saber predecir cuales son los pacientes que responden, ya que el beneficio se limita globalmente a un porcentaje de pacientes determinado: el 20%. Sabemos que cuando en los tumores hay mayor expresión de PDL1, mayor carga mutacional o una más intensa infiltración de linfocitos las posibilidades de respuesta son mas altas. También sabemos que aquellos pacientes que en sus tumores presentan alteraciones en los genes reparadores del DNA (“inestabilidad de microsátélites”) responden mejor. Son factores predictivos, pero que lamentablemente no obedecen a la ley del pacientes en que estos factores son negativas genómicas puedan ayudar, pero en herramientas para ser más eficientes. No poder producir efectos secundarios (derivados costes económicos elevados. Por lo tanto el

---

**Todos los expertos coinciden que se trata de un cambio de paradigma en el tratamiento del cáncer y uno de los grandes descubrimientos de la medicina de los últimos 50 años.**

---

Los tumores que mejor responden a este “inflamados”, en los que alrededor del tumor y donde levantar el freno inducido por la presencia del tumor. Otros tumores no res-antigénico suficiente, son los “inmuno-desérticos”; y otros presentan un componente angiogénico y estromal predominante, son los “inmunológicamente excluidos”. Para estos dos últimos casos se están ensayando combinaciones de los inhibidores de los “checkpoints” con quimioterapia, radioterapia y moléculas anti-diana para conseguir la inflamación que los haga sensibles.

todo o nada, de modo que incluso aquellos en los que no hay una clara infiltración linfocitaria, CTLA-4, PD-1 y PDL-1 puede permitir la eliminación del tumor porque no hay un reconocimiento

tipo de inmunoterapia son los denominados como hay una clara infiltración linfocitaria, CTLA-4, PD-1 y PDL-1 puede permitir la eliminación del tumor porque no hay un reconocimiento

La inmunoterapia no ha hecho sino comenzar y el mundo de los inhibidores de los “checkpoints” iniciado por los recientes Premios Nobel, va a dar novedades importantes en los próximos años. Otras alternativas dentro de la inmunoterapia también comienzan a ser una realidad, como la utilización de los antígenos quiméricos capaces de modificar la conducta de los linfocitos T (“CAR-T-cells”) que ya está generando interesantes resultados en algunas leucemias y linfomas; la utilización de células TIL seleccionadas (linfocitos que infiltran los tumores) que en el grupo de Steve Rosenberg en Bethesda ya ha producido la curación en un cáncer de mama diseminado (2018); o la tecnología de edición genómica, corta-pegar, CRISPR-CAS9, que potenciará directa o indirectamente el sistema inmune. Seguro que en los próximos años estamos hablando de Premios Nobel relacionados con estos avances.

# Premio NOBEL de QUÍMICA 2018



Francisco Javier Lacadena. Profesor Titular del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid.

## Premio Nobel de Química del 2018 a la evolución dirigida de enzimas y a la presentación de péptidos y anticuerpos en fagos

*“Han logrado controlar la evolución y usarla con fines que aportan grandes beneficios a la humanidad”,* con esta afirmación tan impactante justifica la Real Academia de las Ciencias de Suecia la concesión del Premio Nobel de Química a Frances H Arnold (California Institute of Technology, Pasadena, Estados Unidos), George P. Smith (Missouri University, Columbia, Estados Unidos) y Sir Gregory P. Winter (MRC Laboratory of Molecular Biology, Cambridge, Reino Unido).

El Premio reconoce sus aportaciones para el desarrollo de proteínas con nuevas y optimizadas propiedades que son actualmente utilizadas en múltiples campos, abarcando desde la elaboración de biocombustibles más limpios hasta fármacos específicos frente a diferentes enfermedades. Para ello, han aplicado los principios de la evolución, cambio genético y selección, descritos por Charles Darwin, y los han adaptado a su uso en un laboratorio.

Desde la aparición de los primeros seres vivos hace miles de millones de años, su capacidad de adaptación al entorno ha permitido que prácticamente no haya un ambiente o nicho ecológico que no haya sido colonizado por una o más especies. Mediante un proceso dinámico, continuo y lento, de cambios producidos al azar y la posterior selección de estos cambios por la presión ambiental, los seres vivos han sido capaces de adaptarse, lo que ha supuesto la aparición de una gran diversidad de especies como producto de su evolución. Este proceso, que todos conocemos como “selección natural” o “evolución natural” de los organismos o seres vivos, sólo es posible porque nuestras moléculas responsables de llevar a cabo las diferentes funciones celulares, las proteínas, han ido modificando sus funciones y propiedades. Este mecanismo de evolución molecular, es necesario para resolver toda una serie de problemas de diferente naturaleza, incluyendo problemas químicos. Así, los cambios producidos en el DNA, mediante procesos de mutación o recombinación, se trasladan a cambios en la estructura y/o función de proteínas, responsables de las funciones celulares y fisiológicas. Aquellos cambios que proporcionan una ventaja adaptativa se seleccionarán en función de la presión selectiva del entorno.

Al igual que podemos reconstruir la historia de la humanidad o de una familia mediante un árbol genealógico y conocer cómo eran nuestros antepasados, podemos estudiar cómo ha evolucionado una familia de proteínas a partir de un ancestro común y ver las diferencias estructurales y funcionales que presentan en los diferentes seres vivos dónde aparecen. Puede sorprender descubrir que en algunos casos, una proteína que desempeña la misma función en diferentes especies, tenga la misma estructura molecular y sin embargo de su secuencia de aminoácidos sólo mantenga unos pocos invariables; mientras que en otras familias de proteínas, pequeños cambios en la secuencia implican propiedades diferentes. Sin embargo, esa diversidad molecular explica y justifica la diversidad y evolución de los seres vivos.

Considerando estos aspectos, ¿se puede “domar o controlar” la evolución para usarla en nuestro beneficio? De acuerdo con la concesión de los Premios Nobel, parece que la respuesta es sí. A pequeña escala, a nivel molecular, para resolver problemas concretos, pero sí. La gran aportación de los tres galardonados con el Premio Nobel, es que, a partir de los principios de la evolución -mutación y selección- utilizando diferentes metodologías han logrado poner las bases para poder dirigir y acelerar la evolución. En palabras de la Real Academia de las Ciencias de Suecia, *“el premio de este año supone una revolución basada en la evolución”*.



Frances H Arnold George P. Smith Gregory P. Winter

Frances H. Arnold, una de las galardonadas, desarrolló un método de evolución dirigida de enzimas que hoy en día ya ha permitido obtener nuevos y mejores biocatalizadores. A partir de sus primeros trabajos con la enzima subtilisina, diseñó un método que permitía la obtención y selección de variantes optimizadas de diferentes enzimas, con nuevas o mejoradas funciones. Este método, consta de varias etapas: Introducción de mutaciones aleatorias en el gen (o cDNA) que codifica la proteína de interés; posterior clonación en bacterias de la batería de genes mutados obtenidos para su expresión y obtención de las diferentes variantes de enzimas; y finalmente la selección de aquellas enzimas que presentan la característica buscada mediante la realización de ensayos específicos con ligandos inmovilizados. A partir de estas enzimas seleccionadas pueden realizarse nuevos ciclos de mutación-selección para continuar con la optimización de las propiedades funcionales de la enzima de interés. De este modo, y en un periodo de tiempo muy corto, se obtienen “librerías” con miles de variantes para un mismo gen, que son seleccionadas de forma dirigida en función de la característica buscada en la enzima.

Gracias a este método, no sólo se han obtenido enzimas que han visto mejorada su estabilidad, afinidad o actividad como catalizadores o detergentes aplicadas en diferentes procesos; sino que se puede “redirigir” su especificidad para que puedan catalizar nuevas reacciones, claves en procesos industriales bio-sostenibles, que no habían surgido durante su evolución “natural”.

Con la misma idea de dirigir la evolución de proteínas, George P. Smith desarrolló una metodología diferente, basada en bacteriófagos, virus que infectan bacterias. Esta técnica conocida como “*Phage display*”, permite la presentación en la superficie de estos bacteriófagos de péptidos y proteínas de interés, convirtiéndolos en “máquinas productoras de proteínas”. Para ello, se inserta el DNA de interés en el gen codificante de una de las proteínas de la cápside del virus, de modo que cuando se expresa dicho gen, el virus expone en su superficie nuestro péptido o proteína de interés. De este modo, pueden obtenerse librerías de fagos que expresan millones de variantes de estos péptidos o proteínas, que serán seleccionados en función de sus propiedades de unión a otras proteínas o ligandos. Esta técnica, fue empleada para el estudio de uniones proteína-proteína y para la identificación de ligandos de interés biomédico.

En este sentido, Sir Gregory P. Winter aplicó este método a la evolución dirigida de anticuerpos con usos terapéuticos. A partir de librerías de fagos que expresan el DNA codificante de diferentes variantes y fragmentos de anticuerpos, y mediante ciclos de mutación-selección, se han obtenido anticuerpos con funciones y propiedades optimizadas, incluyendo la obtención de anticuerpos humanizados, que solventan los problemas de rechazo inmunológico en su uso terapéutico. Así, aplicando la técnica de *Phage display* se obtuvo el *adalimumab*, el primer anticuerpo humanizado aprobado en 2002 para su uso como terapia frente a la artritis reumatoide y otras enfermedades.

En resumen, gracias a las aportaciones de los galardonados con el Premio Nobel de Química de este año, disponemos de las herramientas necesarias para poder acelerar y dirigir la evolución de enzimas o anticuerpos, para la producción de nuevos materiales y biocarburantes, o para el desarrollo de nuevas terapias innovadoras frente a diferentes enfermedades. De este modo, frente a los miles de millones de años necesarios para que se lleve a cabo la selección natural de una mutación en una proteína, que pueda suponer una ventaja evolutiva; la revolución de la evolución dirigida de enzimas o anticuerpos no sólo permite acelerar este proceso a un periodo de semanas o meses, sino que permite en un laboratorio dirigir la selección, entre millones de variantes de proteínas obtenidas, de aquella que posee la característica o propiedad deseada.

En mi opinión, su trabajo abre un abanico infinito de posibilidades en la obtención de nuevas proteínas con funciones que hasta ahora sólo estaban en nuestra imaginación. Si bien no podemos olvidar, como dijo Frances Arnold en una conferencia en 2014, que “*la naturaleza es el ingeniero más brillante de todos los tiempos*”.

---

La gran aportación de los tres galardonados, es que, a partir de los principios de la evolución -mutación y selección- utilizando diferentes metodologías han logrado poner las bases para poder dirigir y acelerar la evolución.

---

# Premio NOBEL de LA PAZ 2018



Jessica Almqvist. Profesora de Derecho Internacional Público, Universidad Autónoma de Madrid. Investigadora Senior Asociada, Real Instituto Elcano

## Premio Nobel de la Paz 2018

El Comité Nobel de Noruega ha dado el Premio Nobel de la Paz de 2018 a Denis Mukwege y a Nadia Murad por sus extraordinarias contribuciones a la lucha contra la violencia sexual (violación y esclavitud sexual) como arma de guerra, el enjuiciamiento de los autores de estos delitos y por reconocer y apoyar a sus víctimas.

Denis Mukwege, ginecólogo y cirujano, ha dedicado su vida a la defensa de niñas y mujeres que han sido víctimas de la violación y violencia sexual en el conflicto de la República Democrática del Congo. Desde que él estableció el Hospital Panzi en Bukavu en 1999, Mukwege y su equipo han tratado a miles de víctimas de estos delitos. Cuando la situación en su país empeoró de nuevo en 2012, decidió utilizar su voz, nacional e internacionalmente, como medio para abordar las causas de la violencia sexual y exigir la paz y la justicia en este conflicto, ello a pesar de poner en riesgo su seguridad personal. Ha condenado repetidamente la impunidad por estos delitos y ha criticado al gobierno congoleño y a otros países por no haberse implicado suficientemente en la lucha contra la violencia sexual o no hacer lo suficiente para poner fin al uso de la violencia sexual en tiempos de guerra. Asimismo, destaca la importancia de apoyar y reconocer a las mujeres y niñas que han sufrido estos delitos.

Nadia Murad es miembro de la minoría yazidi que ha sido objeto de ataques sistemáticos perpetrados por el Estado Islámico en el conflicto en Siria e Iraq. En agosto de 2014, el Estado Islámico lanzó uno de sus ataques contra esta minoría en el distrito de Sinjar en el norte de Iraq. Durante el ataque, las niñas menores de edad y las mujeres más jóvenes, incluida la propia Murad, fueron secuestradas y mantenidas como esclavas sexuales. Durante su cautiverio Murad fue violada repetidamente y sometida a otros abusos sexuales como arma de guerra. Murad, logró huir y desde entonces ha abogado abiertamente en contra de la violencia sexual en los conflictos armados. En 2016, a los 23 años, fue nombrada Embajadora de Buena Voluntad de Naciones Unidas para la Dignidad de los Supervivientes de la Trata de Personas. Relatando su sufrimiento y el de otras víctimas de los mismos delitos, ha conseguido romper los códigos sociales que obligan a las mujeres a permanecer en silencio y avergonzarse de los abusos que han sufrido.

La importancia del trabajo de los destinatarios del Premio Nobel de la Paz de 2018 ha de entenderse a la luz de la impunidad generalizada de la violación y otras formas de violencia sexual que prevalece en los conflictos armados, ello a pesar de tratarse de conductas que han sido prohibidas internacionalmente desde hace más de cien años. Primero fueron reconocidos implícitamente como crímenes de guerra en el Convenio de La Haya en 1907 y en el Estatuto del Tribunal Militar Internacional de 1945. No obstante, mientras el Tribunal de Núremberg, creado por el mencionado Estatuto, tenía el mandato para juzgar a los máximos responsables por crímenes contra la paz, de guerra y de lesa humanidad cometidos durante la segunda guerra mundial, no juzgó a ningún caso de violencia sexual y tampoco lo hicieron los Tribunales de Tokio, que habían sido creados en 1946 para juzgar a los miembros del ejército japonés pese a ser ampliamente conocido que tuvieron esclavos sexuales (“mujeres de confort”).

La adopción de los cuatro Convenios de Ginebra en 1949 marcó un hito hacia una protección internacional más adecuada de las mujeres en tiempos de guerra ya que establecieron un deber de protegerlas “contra la violación, la prostitución forzada o cualquier forma de asalto indecente” (art. 27.2 del Cuarto Convenio de Ginebra). Sin embargo, tuvimos que esperar casi 30 años hasta que se reconociera que “los atentados contra la dignidad personal, en particular, los tratos humillantes y degradantes, las violaciones, la prostitución forzada y cualquier forma de asalto indecente” como conductas claramente prohibidas no solo en conflictos armados internacionales entre los estados sino también en los conflictos internos entre gobiernos y grupos armados (Art. 4.2.e del Protocolo Adicional II de 1977). Pese a este avance normativo, resulta llamativo que no se aclarase dónde, cuándo y cómo iban a ser juzgados estos delitos en los conflictos internos. De hecho, no contamos con ningún caso juzgado durante toda la guerra fría.

Las atrocidades perpetradas durante el conflicto yugoslavo y el genocidio de Ruanda dieron lugar a un cambio de política judicial internacional hacia la violencia sexual. Los tribunales penales internacionales *ad hoc* para la ex Yugoslavia (TPIY) y Ruanda (TPIR) creados en 1993 y 1994 respectivamente, con el mandato de juzgar a los responsables de las atrocidades cometidas no tuvieron un mandato explícito de sancionar a la violación y la violencia sexual. Aún así, decidieron considerar esta categoría de delitos como constituyentes al genocidio, crímenes de guerra y de lesa humanidad. Las ilustraciones paradigmáticas de sus contribuciones al desarrollo progresivo del derecho internacional en este sentido son el caso Akayesu (ICTR, 2 de septiembre de 1998) y Furundžija (TPIY, 10 de diciembre de 1998). Aparte de definir la violación, reconocieron otras formas de violencia sexual y de género, incluida la esclavitud sexual, la prostitución forzada, la esterilización forzada, la mutilación sexual y la humillación pública de naturaleza sexual.



Denis Mukwege

Nadia Murad

En el mismo año que fueron emitidas estas dos sentencias, la comunidad internacional adoptó el Estatuto de Roma que establece la Corte Penal Internacional (CPI). A diferencia de sus predecesores, el Estatuto de esta Corte establece que “la violación, la esclavitud sexual, la prostitución forzada, el embarazo forzado, la esterilización forzada o cualquier otra forma de violencia sexual de gravedad comparable” equivalen a crímenes contra la humanidad cuando se cometen como parte de una práctica generalizada o sistemática. Ataque dirigido contra cualquier población civil (art. 7.1.g); que la violación, la esclavitud sexual, la prostitución forzada, el embarazo forzado y la esterilización forzada son crímenes de guerra, en particular cuando se cometen como parte de un plan o política o como parte de una comisión a gran escala de tales delitos (art. 8.2.b.xxii) incluso en los conflictos armados internos (art. 8.2.e.vi). De modo parecido, el Estatuto del Tribunal Especial para Sierra Leona (SCSL), aprobado en 2002, reconoce explícitamente que las violaciones y otras formas de violencia sexual constituyen crímenes de lesa humanidad y crímenes de guerra (arts. 2.g. y 3.e.).

En 2009, el SCLE emitió una sentencia por crímenes de lesa humanidad contra la esclavitud sexual y el matrimonio forzado (Sesay, Kallon y Gbao, 1 de marzo). Representa la primera condena de estos delitos por un tribunal penal internacional. En cambio, hasta la fecha, la CPI no ha conseguido emitir una sentencia firme por la violencia sexual en tiempo de guerra. En las acusaciones contra el líder de la milicia congoleña Thomas Lubanga, que fue el primer caso juzgado por la CPI, el fiscal general decidió presentar cargos únicamente por el reclutamiento y el uso de niños soldados, a pesar de tener pruebas de que las niñas soldados habían sido víctimas de esclavitud sexual y la violación (Sala de Primera Instancia, 14 de marzo de 2012). Posteriormente, el fiscal general de la CPI decidió presentar cargos de violencia sexual en el caso de Germain Katanga, también líder de la milicia congoleña. No obstante, en su sentencia, la CPI le absolvió por la violación y la esclavitud sexual. Según la Corte, aunque existían pruebas de la perpetración de estos delitos tras un ataque dirigido por Katanga contra la aldea de Bogoro, no había sido posible comprobar que el acusado había estado directamente vinculado con estos delitos (Sala de Primera Instancia, 23 de mayo de 2014). En 2016, la CPI condenó al comandante militar congoleño Jean-Pierre Bemba por la violación por haber alcanzado el umbral de crímenes de lesa humanidad y de guerra en el marco del conflicto en la República Centroafricana (Sala de Primera Instancia, 21 de marzo de 2016) pero dos años más tarde fue absuelto por falta de pruebas (Cámara de Apelaciones, 8 de junio de 2018).

Según el derecho internacional humanitario, corresponde a los estados que se encuentran en un conflicto armado prevenir, criminalizar y juzgar como delito la violación y otras formas de violencia sexual, así como garantizar que las víctimas de estos delitos puedan acceder a la atención médica, la justicia y las reparaciones. Sin embargo, en la práctica, es bien sabido que estos estados por regla general no son capaces de desempeñar estas funciones de modo eficaz. En 2017, Guatemala se convirtió en el primer país donde un tribunal nacional había emitido una sentencia por esclavitud sexual como crimen de guerra. La condena en el caso Sepur Zarco se produjo 35 años después de los delitos cometidos y fue gracias a la queja presentada por 15 víctimas sobrevivientes ya mayores (Tribunal de Mayor Riesgo, 26 de febrero de 2016).

La violación y otras formas de violencia sexual causan graves daños físicos y psicológicos que también tienen un impacto importante en sus familias y comunidades. Algunos sobrevivientes, a pesar de temer por sus vidas y las de sus familias, y con traumas físicos y psicológicos continuos, han dado sus testimonios ante los tribunales penales nacionales e internacionales. Sus testimonios son esenciales para la Fiscalía que ha de presentar las pruebas necesarias para condenar a los responsables de estos delitos como crímenes de guerra y de lesa humanidad. Al tiempo, es difícil romper el silencio y la cultura de impunidad que rodea estos delitos. En la práctica, la mayoría de las víctimas son silenciadas y sus voces no son escuchadas o reconocidas.

De hecho, hasta la fecha y como hemos relatado aquí, ha habido muy pocas condenas a nivel internacional y nacional que no refleja en absoluto el uso sistemático de la violencia sexual como arma de guerra en los conflictos armados actuales, como en la República Democrática del Congo, Siria e Irak u otros lugares, como Sudán del Sur. Las contribuciones de los elegidos como los recipientes del Premio Nobel de la Paz de 2018 han de entenderse en este contexto. Han ayudado a dar mayor visibilidad a la incesante violencia sexual como arma de guerra. Ambos han arriesgado su seguridad personal para luchar contra estos delitos y otorgar reparaciones y reconocimiento a las víctimas. Ambos han contribuido a la investigación y el enjuiciamiento de los perpetradores de este crimen a nivel nacional e internacional.

---

---

## La importancia del trabajo de los destinatarios del Premio Nobel de la Paz de 2018 ha de entenderse la luz de la impunidad generalizada de la violación y otras formas de violencia sexual que prevalece en los conflictos armados

---

---

# Premio NOBEL de ECONOMÍA 2018



Pedro Linares. Profesor del Dpto. de Organización Industrial, ICAI, Universidad Pontificia Comillas

## Premio Nobel de Economía 2018

Este año, el Nobel de Economía ha sido otorgado a dos profesores norteamericanos, Paul Romer y William Nordhaus, por ayudarnos a entender mejor cómo funciona el proceso de crecimiento económico, tanto en lo que respecta a sus causas principales (la innovación - Romer) como a los límites impuestos por la naturaleza (el cambio climático - Nordhaus).

La importancia de su contribución radica en que, hasta que ellos lo plantearon, tanto el conocimiento (o la innovación) como el cambio climático se consideraban exógenos al proceso de crecimiento económico. Por decirlo de forma gráfica, no aparecían en el famoso “flujo circular de la renta” que está en la base de los modelos macroeconómicos. Por supuesto, no es que no se hubieran identificado los efectos sobre la economía, pero seguían considerándose “externalidades”, esto es, beneficios (en el caso de la innovación) o costes (en el caso del cambio climático o la contaminación) que no eran tenidos en cuenta por los agentes económicos en sus procesos de decisión (ni por los modelos económicos). El origen de esta externalidad es que, en esencia, tanto el conocimiento como el clima son bienes llamados “públicos”: no rivales (el que uno los disfrute no afecta al disfrute de los demás), y no excluibles (todos se benefician, o se ven afectados por, ellos). La consecuencia, que en ausencia de intervención gubernamental (o de algún tipo de acuerdo social) no pueden ser gestionados de forma adecuada: se producirá demasiado poco conocimiento, y demasiada contaminación.

El mérito de Romer y Nordhaus fue incorporar estas externalidades de forma coherente al modelo estándar de crecimiento económico (básicamente, el modelo de Solow, precisamente supervisor de la tesis doctoral de Nordhaus en el MIT, curiosamente en el tema por el que ha sido premiado Romer, el progreso tecnológico endógeno). Con esta incorporación no sólo mejoraban nuestra capacidad de explicar el crecimiento económico y de orientarlo en la dirección adecuada, sino que además hacían más visibles para los economistas y para la sociedad la importancia central de estos dos elementos, algo a lo que estoy seguro que contribuirá aún más la concesión del Nobel.

Romer fue el primero en modelar satisfactoriamente el proceso de innovación tecnológica, representando tanto las decisiones de los innovadores en función de las condiciones de la economía, como los efectos beneficiosos de la innovación para el crecimiento económico. Así, fue el precursor de lo que se ha llamado posteriormente la teoría del crecimiento endógeno. El supuesto clave de Romer fue que los innovadores podían (mediante, por ejemplo, una patente) convertir sus ideas en “excluibles”, de forma que pudieran venderlas (algo que no se puede hacer con los bienes no excluibles) y recuperar los costes de su inversión. Alternativamente, también el gobierno podía estimular la innovación mediante subsidios. De esta forma, Romer nos permite incorporar el conocimiento, y sobre todo, cómo promoverlo, como una variable endógena más del crecimiento económico. Y esto no es baladí, porque es precisamente la innovación la que permite (en ausencia de mayor disponibilidad de otros recursos) mantener el crecimiento económico a largo plazo. Hasta que Romer no planteó esta ampliación del modelo, todos los supuestos de crecimiento a largo plazo eran eso, supuestos. Gracias a él, ya contamos con las herramientas necesarias para decidir qué recursos y estrategias dedicar a la creación de conocimiento, y saber qué influencia tendrá esto en el crecimiento económico a largo plazo. En estos tiempos en que, según algunos como Gordon, el progreso tecnológico parece haberse aminorado, y que la amenaza del estancamiento económico sigue viva, este premio a Romer, aunque sea por ideas formuladas en los 90, es un estupendo acicate para continuar trabajando en este tema, como hacen grandes



William Nordhaus

Paul Romer

economistas como Acemoglu, Aghion, o el español Diego Comín, para encontrar vías para incentivar la innovación y el desarrollo asociado.

De hecho, y es otro elemento más de conexión entre los dos premiados, la innovación tecnológica también es un elemento fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Pero esta innovación nunca se producirá si no se tiene en cuenta el coste del cambio climático (y por tanto, los beneficios de la reducción de emisiones). Nordhaus fue pionero en integrar la variable climática, los costes del cambio climático, dentro del modelo de crecimiento económico (en lo que se conoce como modelos de evaluación integrada), permitiendo de esta forma entender cómo evolucionan conjuntamente

la economía y el clima (la economía produce emisiones de gases de efecto invernadero, que modifican nuestro clima, y a su vez, causan daños sobre nuestras economías). De hecho, Nordhaus hizo algo que se venía demandando desde hacía mucho tiempo (quizá con más fuerza desde el famoso informe sobre los límites del crecimiento del Club de Roma): incluir en los modelos de crecimiento económico los límites impuestos por los recursos naturales (en este caso ejemplificados en el clima). Sus modelos RICE y DICE, disponibles además de forma gratuita en su página web, permiten determinar las sendas de crecimiento económico compatibles con el respeto a los límites impuestos por la naturaleza, o, alternativamente, establecer los patrones de contaminación compatibles con ellos. Aunque estos modelos no cuentan con desarrollo tecnológico endógeno, ya contamos con otros modelos como el WITCH, o el desarrollado por Acemoglu, Aghion, Bursztyń y Hemous, que sí lo hacen, combinando de esta forma las dos ideas premiadas.

En el caso del modelo de Nordhaus, sin embargo, hay algunas complejidades adicionales dada la naturaleza del problema. El cambio climático es un fenómeno de largo plazo (la mayoría de los daños causados por las emisiones actuales se producirán a lo largo de decenas de años), y además con efectos distintos según la zona geográfica. Esto hace que aún existan varios aspectos en discusión respecto a su modelo: fundamentalmente, la elección del descuento que se debe aplicar a los beneficios futuros, la consideración de eventos extremos no lineales (los famosos “tipping points”), y los aspectos éticos debidos a quienes sufren más.

Ambos premios nos recuerdan también la importancia de la cooperación, tanto para la innovación tecnológica como para la lucha contra el cambio climático, y la importancia de contar con las instituciones apropiadas. En este sentido, también me parece oportuno mencionar dos contribuciones adicionales en esta dirección de cada uno de los premiados. En el caso de Romer, su propuesta de “charter cities”, o “ciudades concertadas”, esto es, ciudades situadas en un país (generalmente en desarrollo) pero sujetas a las reglas e instituciones de un país desarrollado. Para Romer esto es una forma muy interesante de contribuir, mediante el ejemplo y la difusión de ideas, al desarrollo institucional de los países en desarrollo. Por su parte, Nordhaus, consciente de la naturaleza global del problema del cambio climático, ha planteado recientemente la creación de “clubes del clima”, en los que grupos de países emisores acordarían reglas comunes para luchar contra el cambio climático, de forma que no se generaran distorsiones comerciales entre ellos.

Como decía al principio, el premio Nobel de Economía de este año subraya de nuevo la importancia de la innovación, y de los límites impuestos por el cambio climático, en el crecimiento económico. Creo que son dos pasos muy importantes en esa evolución que necesitamos hacer hacia un modelo económico sostenible, en el que se valore de forma adecuada el bienestar humano en todas sus facetas, y la integración correcta de nuestra sociedad en la naturaleza.

---

El premio Nobel de Economía de este año subraya de nuevo la importancia de la innovación, y de los límites impuestos por el cambio climático, en el crecimiento económico

---

# Premios NOBEL

2018

madri+d



**fundación** para el  
**conocimiento**  
madri+d

