

# NEXO

por Shirley Ann Jackson

## El punto de encuentro entre la ciencia y la sociedad



*En una era de descubrimientos e innovación, ¿cómo se pueden transmitir sus beneficios?*

**La ciencia y los científicos desempeñan un papel primordial en la sociedad.** El grado de influencia que ejerce la opinión científica, la reputación que tienen los organismos científicos de reflejar sus conocimientos de forma imparcial, la prioridad que se da a la investigación y a la educación científicas, todo ello ha contribuido al éxito de algunas naciones.

Las fronteras de la ciencia nunca han parecido más prometedoras que hoy. Las oportunidades abundan. Desde la nanotecnología, la bioingeniería, la proyección de imágenes terahertz y la teoría de cuerdas hasta la ciencia espacial, estamos en la era del descubrimiento y la innovación. El desafío consiste en cómo explotar estas oportunidades al máximo para que repercutan en la salud y el bienestar humanos, así como en la seguridad física, y para que el público conozca mejor la ciencia, la respete y la valore.

Como marco de estas ideas, me gustaría introducir la sencilla metáfora de lo que los antiguos griegos llamaron el “ágora”, espacio en el que históricamente tenían lugar las interacciones entre los sectores sociales y el “público en general”. El gobierno ocupaba un cuadrante - los responsables públicos, legisladores, burócratas, legisladores, tribunales y el poder judicial. La industria y el sector económico privado - desde los comerciantes a las corporaciones - tenían su

participación. La religión - iglesia, mezquita, sinagoga o templo - también tiene su sitio en el ágora. Y, por último, pero no por ello menos importante, la academia - los educadores y alumnos que construyen el futuro. El ágora es el nexo social.

Este ágora es el lugar donde el público escoge su “verdad”, o, dicho de otro modo, lo que la sociedad aceptará como un “hecho.” Aquí es donde los dirigentes harán públicas sus decisiones políticas. Pero, ¿qué papel desempeña la ciencia? ¿Cuál es el lugar del científico en este foro? Y, ¿cuál es su papel en la definición de las políticas públicas, nexo real entre la ciencia y la sociedad?

### La multidisciplinariedad

Antes de intentar hacer un esquema del ágora de nuestro tiempo - comienzos del siglo XXI - es importante entender la convergencia de algunas tendencias clave. Una de ellas es inherente a la propia investigación científica y técnica, a saber, la multidisciplinariedad.

Veamos, por ejemplo, el auge de la nanotecnología. Si alguien le pidiera a usted que diseñara una armadura más efectiva para los soldados, ¿empezaría usted por el estudio

de la manipulación de la materia a escala molecular? Probablemente no. Y, sin embargo, los investigadores en nanotecnología – la práctica de la manipulación de la materia en el nivel atómico o molecular— han hecho grandes avances para desarrollar ropas que protegen considerablemente a los soldados, una especie de “armadura dinámica” que se puede activar rápidamente en el campo de batalla.

En otro ejemplo, los científicos de la Universidad Johns Hopkins han desarrollado un gel proteínico de autoensamblaje que estimula señales biológicas para acelerar el crecimiento de las células. Gracias a una combinación de células, materiales manipulados y factores bioquímicos, el gel puede sustituir, reparar o regenerar tejidos dañados.

Así pues, existe un nexo inherente en la multidisciplinariedad de buena parte de la investigación fundamental y aplicada.

## Mundialización y seguridad física

Una segunda tendencia clave es la mundialización. La facilidad de los viajes por el mundo y de la comunicación por satélite, la interrelación de los sistemas financieros, el constante movimiento de mercancías, de ideas y conocimientos tecnológicos, y el intercambio electrónico de información a través de Internet - otra innovación sinérgica en sí misma - han transformado el ágora en un foro mundial de ideas. La interdependencia entre naciones y culturas es ahora más compleja que nunca.

Esta interdependencia tiene aspectos positivos y negativos. Nos aporta un conocimiento y entendimiento mejores de las necesidades mundiales, y una mayor valoración de nuestros objetivos comunes, pero también conlleva riesgos para la seguridad física y facilita el movimiento incontrolado de terroristas y las actividades ilícitas. Los esfuerzos del OIEA para descubrir la red tecnológica de armas nucleares de A. Q. Khan y sus asociados ilustran dramáticamente la vulnerabilidad que ha llegado de la mano de la mundialización.

Una consecuencia directa de nuestra mayor conciencia de la seguridad es que los avances tecnológicos se evalúan y financian, ahora más que nunca, en función de su aplicabilidad a la seguridad física, algo que se podría llamar una “explotación basada en la necesidad” del descubrimiento y la innovación. Ejemplos de ello podrían ser la búsqueda de métodos biométricos ‘infalibles’ para protegerse contra el robo de identidad, o el uso de “imágenes hiperspectrales” o bien complejas bases de datos de rasgos faciales, entre otras tecnologías para seguir la pista de terroristas u otros delincuentes.

A la vez que tratamos de mantener y reforzar nuestra propia seguridad, capacidad y sostenibilidad, hemos de ser conscientes de sus vínculos con la seguridad, la capacidad y la sostenibilidad mundiales.

Aunque Estados Unidos tiene una pequeña fracción de la población mundial (en torno a 5%), es con gran diferencia el mayor consumidor de recursos naturales. Esta situación no

puede perdurar para siempre. Estados Unidos es una nación muy rica. El ancho mundo es muy pobre - todavía.

Otras naciones - unas imitando el modelo estadounidense, otras no - esperan mejorar sus niveles de vida, como es su derecho. Estamos interrelacionados a escala mundial. La comunidad científica lo ha estado siempre, gracias al contacto entre científicos. Pero, en tanto que comunidad, no siempre hemos contemplado como debíamos el papel más amplio y directo que tienen la ciencia y la comunidad científica en el logro de la sostenibilidad mundial, la salud humana y las cuestiones del bienestar.

Esto exige ensanchar nuestro campo de visión, entrar en los debates sobre políticas en la medida que afectan al mundo, y conseguir que nuestras instituciones profesionales lo vean también así.

Un desafío prioritario del mundo desarrollado es afrontar el terrorismo y la desestabilización atajando sus causas, ante todo en el Tercer Mundo. La investigación fundamental y las innovaciones que de ésta surgen nos facilitan un medio de hacerlo directamente, con beneficios acumulativos para todos, especialmente si están relacionados con la alimentación, la salud, la infraestructura y el medio ambiente.

Algunos ejemplos son: los alimentos, especialmente los manipulados genéticamente, los cultivos resistentes a las plagas; la salud, sobre todo los nuevos medicamentos y las nuevas modalidades de tratamiento de las enfermedades; la infraestructura y el medio ambiente, como las nuevas soluciones técnicas para lograr un agua limpia, y la sostenibilidad y, por supuesto, la energía. Ninguna nación puede desarrollarse y prosperar económicamente sin atender estas necesidades. Ciencias y técnicas pueden ser una fuerza poderosa al servicio de la seguridad física en este sentido positivo. Éste es el nexo en el que ciencia y sociedad confluyen en términos globales.

## La mano de obra y la educación

Otro aspecto sutil de la seguridad física está relacionado con el desarrollo de los recursos humanos y la amenaza que sobre él se cierne. ¿De qué amenaza se trata? En realidad, son cuatro.

En primer lugar, la mano de obra de ingenieros y científicos en Estados Unidos, al igual que en otros países, está envejeciendo. La mitad de los científicos e ingenieros estadounidenses tienen al menos 40 años, y el promedio de edad está subiendo. Se espera que el número de científicos e ingenieros estadounidenses en edad de jubilarse se triplique en el próximo decenio.

En segundo lugar, los acontecimientos mundiales y los correspondientes ajustes introducidos en la política de inmigración federal, han hecho que Estados Unidos sea un país menos atractivo para estudiantes y científicos internacionales, una fuente de talento que ha venido aumentando desde hace mucho tiempo el nuestro propio. Desde 2001 se han reducido las solicitudes de visado de estudiantes y científicos internacionales. Ante los nuevos

obstáculos con que se encuentran, los estudiantes de otros países deciden estudiar en otros sitios.

El número de estudiantes internacionales en las universidades americanas disminuyó en el año fiscal de 2003 en 2,4%, el primer descenso en 32 años. Entre 2003 y 2004 se produjo en Estados Unidos un descenso de 28% del número de solicitudes procedentes del extranjero para acceder a estudios de postgrado y un descenso de 36% para programas de postgrado de ingeniería en ese mismo periodo. El descenso de las solicitudes de graduados procedentes de la India fue de 28% y el de las procedentes de China, de 45%.

En tercer lugar, del total de científicos e ingenieros con grado de doctores que trabajan en Estados Unidos, casi 40% son inmigrantes (30% con una maestría). Sin embargo, las fuentes principales del talento científico y de ingeniería para Estados Unidos en los últimos tiempos - China, comprendido Taiwán, India y la República de Corea (Corea del Sur) - están aunando sus esfuerzos para formar más personal en sus países y financiar más investigación dentro de sus fronteras. Entre 1986 y 1999, el número de doctorados en ciencias e ingeniería aumentó 400% en Corea del Sur, 500% en Taiwán y 5400% (sí, así es: 5400%) en China.

No es de extrañar que a finales del decenio de 1990 disminuyera el número de estudiantes surcoreanos y chinos que se doctoraron en Estados Unidos. Durante el decenio de 1991 a 2001, aunque el gasto estadounidense en investigación y desarrollo aumentó en torno a 60%, ese aumento fue superior a más de 300% en Corea del Sur y en torno a 500% en China, si bien se partía de una base inicial mucho más pequeña. Además, las economías mundiales en vías de mejora están ofreciendo a los jóvenes científicos de éstos y otros países más oportunidades de empleo, tanto en el propio país como en otros.

En cuarto lugar, está disminuyendo el número de jóvenes estadounidenses que cursan estudios de ciencia e ingeniería. Es más, el interés proporcional en ciencias e ingeniería es mayor en otras naciones. Los títulos en este tipo de carreras representan 60% de todas las licenciaturas obtenidas en China, 33% en Corea del Sur y 41% en Taiwán. En cambio, el porcentaje de licenciaturas en ciencias e ingeniería en Estados Unidos sigue rondando aproximadamente 31%. La matrícula de postgrado en estas materias alcanzó el máximo en 1993 y, pese a alguna mejora reciente, sigue estando a un nivel inferior al de hace diez años.

Cada uno de estos cuatro factores sería problemático por sí solo. Todos juntos podrían ser devastadores.

## Opiniones y voces múltiples

El último conjunto de tendencias que voy a mencionar se refiere al aumento exponencial del volumen y la disponibilidad de la información, y a la influencia de este hecho en la función del científico y en el diseño de políticas públicas.

Al introducir la metáfora del ágora, he limitado mi lista de participantes a cuatro fundamentales: el gobierno, la industria, la religión y la academia. Ahora bien, en el siglo pasado, han aparecido otros factores y actores influyentes que compiten para atraer la atención, tanto de los ciudadanos como de los gobernantes. Me refiero a los medios de comunicación, que transmiten información objetiva, pero que también la filtran, la tratan y la comentan. También me refiero a las asociaciones profesionales, que, aunque llevan existiendo siglos, han crecido de forma espectacular, tanto en número como en diversidad, en la última mitad del siglo XX.

Los “comités de asesoramiento” son otro ingrediente de la mezcla. En el decenio de 1970, cuando empezaron a surgir, se centraban generalmente en el logro de determinados propósitos o en el análisis de una cuestión social concreta, y los resultados se presentaban en un libro o una conferencia. Hoy, el número de comités de asesoramiento se eleva a 200 en Washington DC, los presupuestos de las mayores organizaciones representan decenas de millones de dólares, y los centenares de expertos a los que emplean inundan el foro con revistas, comentarios de opinión y apariciones en radio y TV sobre cada uno de los aspectos de los asuntos públicos, desde los subsidios a los cultivos hasta la renovación urbana, pasando por cuestiones de ética y moral.

Y, por último, tenemos Internet, un motor sin igual de información y desinformación que, mundial por su alcance e impresionante por su poder, está transformando la Era de la Información.

¿Qué ocurre cuando el mercado está poblado por individuos que se autoproclaman expertos, cuando tenemos acceso instantáneo a autoridades que defienden cualquier opinión? El resultado es la devaluación de la información e incluso la devaluación de la ciencia. Esta tendencia pone en peligro la imagen del científico como la voz objetiva y desapasionada de la razón y, de paso, la autoridad de la ciencia en su función de contribuir a configurar unas políticas públicas coherentes.

## Reforzando las fuerzas

Me he centrado básicamente en factores que afectan a la capacidad de innovación, que tienen sus raíces en la fuerza y la vitalidad del quehacer científico y se complementan: la multidisciplinariedad inherente a las cuestiones científicas importantes, en la aplicación de la ciencia, la mundialización y la seguridad física nacional, la disponibilidad de talento científico y técnico, y las múltiples voces que hablan a favor de la ciencia en el ámbito de las políticas públicas.

Así pues, ¿qué debemos hacer?

En primer lugar, hemos de reconocer la importancia de la ciencia y la ingeniería para la seguridad física, la salud de la economía y el bienestar de una nación y su capacidad de contribuir a aliviar el sufrimiento humano en todo el mundo.

Esto significa el compromiso cabal de invertir significativa, competitiva y profundamente en la investigación básica en

ciencia e ingeniería a través de un amplio frente disciplinario, incluso ante prioridades contrapuestas. Es sorprendente que la gente diga que la ciencia no es más que otro grupo de interés particular, porque la ciencia (y la tecnología) es la raíz del éxito. Pero está ya tan incorporada en la sociedad que es algo que se da totalmente por hecho.

En segundo lugar, tenemos que interesarnos y comprometernos en el desarrollo de toda fuente de talento: recuperar el interés de la gente joven por las ciencias y las matemáticas, e identificar, favorecer, acompañar y apoyar el talento que reside en las personas de todos los orígenes étnicos y de ambos sexos. Esto requiere interesarse por la educación y la preparación tempranas, sobre todo en matemáticas.

Pero ¿cómo animar a los estudiantes con talento a comprometerse con las ciencias ya desde la escuela elemental? ¿A mantenerse en los cursos, a menudo difíciles, de la educación secundaria? ¿A encontrar los medios de asistir a la universidad y seguir trabajando en los cursos de postgrado? ¿A la transición hacia el puesto de trabajo, el laboratorio, el estudio de diseño?

Algunos incentivos tienen que ser necesariamente financieros. Esto exigiría más ayuda económica para los

estar dispuestos a escuchar. Es preciso tener una mayor concienciación y un mayor respeto por los científicos y el papel de la ciencia en la resolución de cuestiones críticas nacionales e internacionales.

El nexo de la ciencia y la sociedad no siempre es cómodo para los científicos ni para el gran público, pero como las instituciones públicas financian en gran medida la investigación fundamental y la formación de los estudiantes, la ciencia y las políticas públicas (incluso la política) confluyen.

Es menester que contemplemos no sólo los aspectos técnicos de las políticas públicas, sino los aspectos políticos del cambio tecnológico que se derivan de la ciencia fundamental.

Un ejemplo del nexo existente entre la ciencia, la tecnología y las políticas públicas es la utilización de la valoración del riesgo en el ámbito nuclear.

Fui Presidenta de la Comisión de Reglamentación Nuclear (NRC) de Estados Unidos de 1995 a 1999. La responsabilidad principal de la NRC es garantizar la seguridad del diseño, la construcción y el funcionamiento de las centrales nucleares y, por ende, proteger al público y el medio ambiente, y preservar la seguridad física nacional.

**Si seguimos invirtiendo en investigación científica y técnica a través de una serie de disciplinas, desarrollando el capital humano, comprometiéndonos en las cuestiones clave de las políticas públicas activamente y con coherencia, y haciendo participar al público de maneras nuevas, creativas y respetuosas, podremos allanar el terreno y dar respuesta a las expectativas crecientes en todo el mundo.**

estudiantes y apoyo para un grupo socio-económica más amplio de estudiantes (de todos los orígenes étnicos) y de todos los niveles educativos, hasta los estudios de postgrado. A modo de ejemplo, algunos compañeros y yo hemos propuesto que se copiaran estos incentivos de becas como las que tiempo atrás se concedían en Estados Unidos en virtud de la Ley de la Educación para la Defensa Nacional para los estudios de postgrado en ciencias e ingeniería.

En tercer lugar, la comunidad científica debe comprometerse en las cuestiones clave de las políticas públicas de manera coherente, con espíritu emprendedor y no reactivo. La política pública no siempre es - tal vez casi nunca - el foro ideal para el debate imparcial. Es un turbio mercado en el que cada voz tiene sus propias intenciones y cada cuestión se puede convertir en algo velado y confuso. Pero es un mercado público de ideas, es democrático y abierto. Desde luego, el público y nuestros dirigentes políticos deben

El enfoque histórico de la NRC para conseguirlo había sido prescriptivo, con reglas fijas. El público se sentía más cómodo cuando todas las reglas se aplicaban estrictamente, aunque no comprendieran bien su fundamento. Esta falta de entendimiento ha provocado a veces una reacción excesiva por parte del público ante sucesos en las centrales nucleares, debido a la incapacidad para distinguir los sucesos significativos de los que no lo son.

A principios del decenio de 1970, se desarrolló la valoración de la probabilidad de riesgo como método cuantitativo para equilibrar el riesgo de las operaciones nucleares. Fue adoptada lentamente por la NRC y por la industria nuclear, pero fue acelerándose desde mediados del decenio de 1990. El marco reglamentario empezó a dejar de ser prescriptivo para adoptar un enfoque basado en la información del riesgo, favoreciendo un mayor uso de la evaluación de la probabilidad de riesgo para orientar, pero no necesariamente

determinar, todas las funciones y formalidades de tipo reglamentario. Así pues, la ciencia orientaba pero no determinaba la política reguladora. Pero lo que queda por hacer, incluso hoy, es pasar de la reglamentación informada por el riesgo a ayudar al público a entender cómo se evalúan y equilibran los riesgos, tanto en el ámbito de los reactores como en el de los desechos nucleares.

La ciencia y la tecnología podrían sugerir que una manera de desechar el combustible nuclear gastado es reprocesarlo, extraer plutonio, fabricar un combustible de mezcla de óxidos y quemarlo en centrales nucleares para obtener una mayor eficiencia y cumplir los fines de no proliferación mediante la quema del exceso de plutonio. En algunas naciones esto es rutina. Pero la política del gobierno de Estados Unidos desde el decenio de 1970 ha sido no separar el plutonio mediante reprocesamiento debido a los riesgos de proliferación y optar en su lugar por la eliminación geológica, con el plutonio incorporado en una matriz de productos tóxicos residuales de fisión. La ciencia puede hablar eficientemente de los

eficaz, controlar lo que hay que controlar, molestar menos a la gente y calmar temores públicos innecesarios.

En cuarto lugar, debemos involucrar al público y hacer la ciencia más accesible para todos. Es importante que la comunidad científica, en su acercamiento al público, ayude a la gente, no sólo para que vea el lado divertido de la ciencia, sino también para que entienda lo que es la ciencia, lo que es una teoría científica (lo opuesto a una creencia), cómo se hace la ciencia, que los modelos o teorías científicos aceptados se basan en pruebas, la comprobación de las hipótesis mediante la experimentación, y que las teorías cambian a medida que surgen nuevas pruebas.

Todo esto significa realmente que la comunidad científica debe entender que el nexo de la ciencia y la política pública, equivale en sí a su nexo con los valores públicos. Hemos de ir al encuentro de la gente allí donde vive. El enfoque científico no prevalecerá en todos los ámbitos ni en todos los tiempos, pero, a pesar de ello, tenemos que participar.

## Una consecuencia directa de nuestra mayor conciencia de la seguridad física es que los avances tecnológicos se evalúan y financian, ahora más que nunca, en función de su aplicabilidad a la seguridad física, lo que se podría denominar una “explotación basada en la necesidad” del descubrimiento y la innovación.

riesgos y de la energía propios de uno u otro método, pero la elección es una decisión política. La ciencia puede informar el debate sobre las políticas, pero no controlar totalmente sus resultados.

Volvamos al momento actual. El terrorismo y la seguridad física nacional son temas prioritarios en Estados Unidos y preocupan en todo el mundo. Se están empleando distintas tecnologías para identificar y localizar a los posibles terroristas. El público, sobre todo en Estados Unidos, tiene una sensación general de incomodidad, mientras algunos se preocupan por la repercusión de las medidas de seguridad física en las libertades civiles y otros por la propia comunidad científica misma - sobre la facilidad de comunicación e interacción con los científicos de todo el mundo para el avance de la ciencia.

Lo que no está claro es en qué medida se evalúan las vulnerabilidades actuales. Aquí es donde la comunidad científica puede desempeñar una función muy necesaria y contribuir a un debate más amplio, no sobre los objetivos terroristas ni concretamente cómo se utiliza la evaluación del riesgo, pero sí al menos que se sepa que se está utilizando. No podemos proteger contra todo, pero podemos emplear la evaluación de los riesgos para desplegar recursos de manera

Si seguimos invirtiendo en investigación científica y técnica en toda una serie de disciplinas, desarrollando el capital humano, involucrándonos con ánimo emprendedor y coherente en los aspectos esenciales de las políticas públicas, y comprometiendo al público de maneras nuevas, creativas y respetuosas, podremos allanar el terreno y hacer frente a las expectativas crecientes en todo el mundo. Podemos garantizar nuestra seguridad física ayudando a los demás a sentirse seguros e inaugurar una nueva “edad de oro del descubrimiento científico.”

---

*Shirley Ann Jackson es física teórica y Presidenta del Instituto Politécnico Rensselaer de Troy, Nueva York. La Dra Jackson fue Presidenta de la Comisión de Reglamentación Nuclear de Estados Unidos (1995-1999), Presidenta (2004) de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) y Presidenta (2005) de la Junta de Directores de la AAAS. Ha presidido diversos foros del OIEA, entre otros, el Foro Científico de 2000.*

*Este artículo está basado en las observaciones expresadas en su discurso presidencial pronunciado en la Reunión Anual de la AAAS, Washington D.C., en febrero de 2005.*