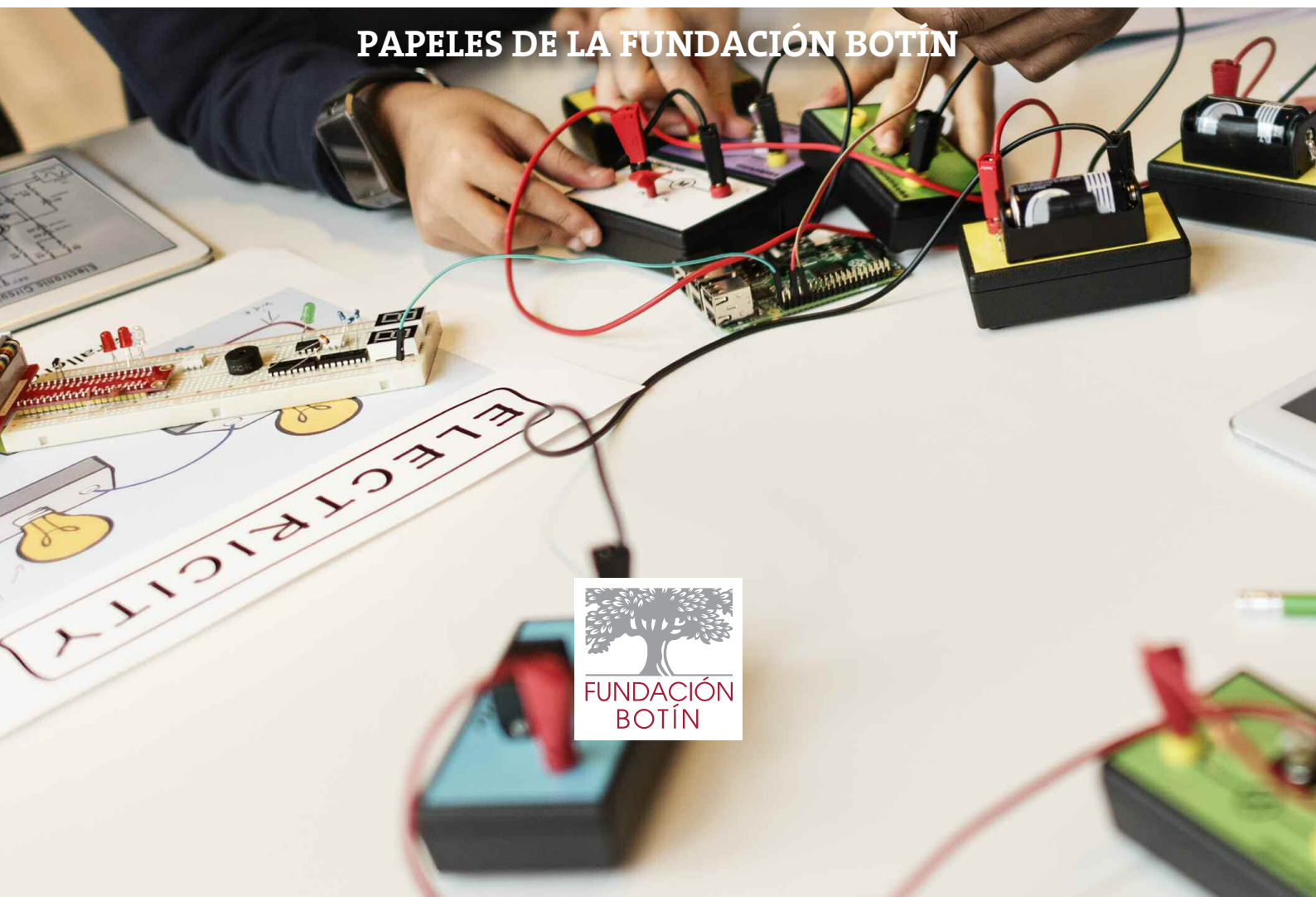




SI QUEREMOS MÁS CIENCIA NECESITAMOS VOCACIONES CIENTÍFICAS

JUAN VALCÁRCEL

PAPELES DE LA FUNDACIÓN BOTÍN



SI QUEREMOS MÁS CIENCIA NECESITAMOS VOCACIONES CIENTÍFICAS

Tenemos buenos científicos pero necesitamos más.

Mejorar nuestra capacidad de innovación científica y tecnológica es una cuestión de Estado, porque de ella depende nuestra prosperidad, e incluso en mayor medida, la de nuestros hijos y nietos. Con la ciencia nos la jugamos. Y el factor humano es decisivo.

Para “hacer científicos” es necesario detectar, alentar y promover de modo temprano las vocaciones en este campo.

Fomentar el talento capaz de descubrir y de innovar es, sin duda, una de las mayores urgencias de nuestro país para mejorar nuestro desarrollo económico y social.

La innovación científica no depende de un proceso lógico y lineal. Para fomentarla es necesario crear un caldo de cultivo, un entorno que aumente el conocimiento en general, no necesariamente vinculado a resultados prácticos inmediatos. Ya que es en el contexto de la investigación abierta y de redes de conocimiento activas donde mejor se desarrolla el talento personal.

Para fomentar la ciencia, hay que alentar la curiosidad desde la familia y desde nuestro sistema educativo.

Las experiencias anteriores a los 14 años son determinantes. Las familias que más vocaciones científicas generan son aquellas en las que se respira el interés por la ciencia.

La enseñanza de la ciencia requiere una pedagogía adecuada que ayude a hacerse preguntas, establecer relaciones causa-efecto y construir argumentos. Pero lo más importante son los profesores.

Deben existir posibilidades razonables para que nuestros jóvenes se puedan dedicar a la ciencia, valorando a los científicos y aumentando la inversión. Nuestra inversión pública y privada sigue por debajo de la media de los países de nuestro entorno. Es necesario invertir en centros, infraestructuras y tecnologías punteras, condición necesaria para desarrollar profesionales competitivos internacionalmente.

Max Planck descubrió la naturaleza cuántica de la energía cuando pensaba estar desarrollando solo un instrumento matemático. La vocación científica se desarrolla a través de la pasión por el conocer, sin buscar necesariamente resultados inmediatos.

CIFRAS

7 por mil, ese es el porcentaje de personas empleadas que se dedican a la investigación en España. La cifra es inferior a la media Europa.

4 En 4 años se determina una vocación científica, durante la adolescencia.

60% de los españoles piensa que la ciencia es muy beneficiosa para la sociedad. La imagen de la ciencia ha mejorado en los últimos años pero todavía queda mucho por hacer.

BUENAS PRÁCTICAS

Los profesores que tienen un enfoque interdisciplinar consiguen buenos resultados.

Las vocaciones científicas se alientan fomentando la curiosidad. Boston y la Bahía de San Francisco se han convertido en polos de innovación en los que se concentra el talento. En un año la inversión privada solo para la investigación en biotecnología supera los 2.000 millones de dólares.

AUTOR

Juan Valcárcel, profesor investigador del ICREA en el Centro de Regulación Genómica de Barcelona y presidente de la RNA Society.

Es esencial saber detectar y alentar las vocaciones científicas desde muy pronto. La investigación científica crea valor utilizando como materia prima la observación, la reflexión y la experimentación. A veces basta con un lápiz y un papel. Pero hay que apostar por ella. España necesita fomentar las

Es esencial, para nuestro desarrollo, crear un caldo de cultivo en el que nuestros jóvenes se sientan atraídos hacia la ciencia

vocaciones científicas, fomentar un ambiente favorable a la innovación. Nos jugamos mucho. Dependemos de nuestra capacidad para crear un caldo de cultivo fértil en el que jóvenes con talento se sientan atraídos hacia la ciencia, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería. Esos jóvenes deben estar fuertemente motivados para convertirse en líderes internacionales en sus campos de especialización. Contribuir de forma relevante al avance del conocimiento es cada vez más crucial para el desarrollo económico, social y cultural. En palabras de Jorge Wagensberg “Los países ricos saben que son ricos porque hacen ciencia. Los países pobres piensan que los países ricos hacen ciencia porque son ricos”.

Es evidente que el grado de desarrollo económico y bienestar de una sociedad

están íntimamente ligados a su nivel de desarrollo científico. La Unesco ha resaltado recientemente en su informe *The Crucial Role of Science for Sustainable Development* cómo “la ciencia es decisiva para ayudar a alcanzar las metas de un desarrollo sostenible. La ciencia básica y la aplicada son complementarias, tienen un componente educativo y son un bien público”. Los recursos destinados a la innovación marcan la geografía económica. Los países de la OCDE tienen doce veces más científicos e ingenieros dedicados al I+D y publican 25 veces más artículos que los países con menos renta del planeta. Los trabajos del **Banco Mundial** han

Hay una relación directa entre los recursos dedicados a la ciencia y la mejora de la actividad industrial

subrayado “que la ciencia y la tecnología han sido centrales en el progreso que se ha hecho para luchar contra la pobreza y para estimular el crecimiento económico”. El profesor Jonathan Haskel, del Imperial College Business School, ha publicado hace unos meses un **estudio** sobre la relación entre la inversión en investigación científica y la mejora de la industria británica. Y ha llegado a la conclusión de que se obtiene una rentabilidad del 20 por ciento en este tipo de inversiones. Incluso programas con un recorrido temporal aún corto,



como ICREA (Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados), han demostrado ser decisivos en la captación de talento internacional, generación de riqueza y puestos de trabajo. Así, por cada euro invertido en los investigadores ICREA, estos atraen tres euros de recursos externos y cada investigador genera más de siete puestos de trabajo altamente cualificados.

PASIÓN POR CONOCER SIN BUSCAR NECESARIAMENTE RESULTADOS INMEDIATOS

A pesar del evidente valor de la innovación, la dinámica del proceso

que la genera sigue siendo poco conocida. Sobre todo, porque no ocurre a través de un proceso lineal, lógico y predecible.

La historia de la ciencia está llena de casos que ilustran cómo ciertos descubrimientos han cambiado nuestra sociedad sin responder a una planificación previa. Podemos recordar lo que sucedió a mediados del siglo XIX con los trabajos de Oersted y Faraday. Los dos científicos observaron la relación mutua entre el magnetismo y la electricidad. El físico Maxwell en esos años la unificó mediante ecuaciones inspiradas en la belleza simétrica de las matemáticas. Ninguno

de los tres podía imaginar que su labor nos llevaría un día a la civilización de internet, los viajes espaciales o el diagnóstico preciso de un cáncer mientras el paciente descansa en una camilla. Tampoco lo podía imaginar Fritz Haber, a principios del siglo XX, en su pequeño laboratorio de la Universidad de Karlsruhe, cuando consiguió sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno (literalmente a partir del

Es difícil planificar dónde y cuándo se producirán los avances del conocimiento

aire). No podía soñar que un siglo más tarde la cadena de alimentación de 3.000 millones de personas dependería de fertilizantes sintetizados usando su método. Pocas actividades humanas tienen este potencial transformador.

Pero tanto la historia de la ciencia como el quehacer cotidiano de los científicos, revelan lo difícil que es planificar dónde y cuándo ocurrirán los avances en el conocimiento y sus aplicaciones prácticas. Un ejemplo clásico es el de uno de los tratamientos más eficaces contra varios tipos de cáncer –la molécula de cisplatino–. Surgió de investigaciones dirigidas a entender un fenómeno tan diferente como la influencia de un campo eléctrico sobre un cultivo de bacterias. A Max Planck le sucedió lo mismo: descubrió la naturaleza cuántica de la energía, pero pensaba que su

formulación representaba solo un útil instrumento matemático, no una descripción precisa de la asombrosa estructura microscópica de la realidad. Ahora su descubrimiento nos permite conocer la composición de estrellas que nunca visitaremos y producir láseres que devuelven la visión a millones de personas.

La conclusión más honesta es admitir, con humildad, que no sabemos lo suficiente sobre el funcionamiento de la naturaleza como para predecir la forma en la que revelará sus secretos. Esencialmente porque la naturaleza no parece estar diseñada para hacerlo. En palabras de Albert Einstein, “el hecho más incomprensible de la naturaleza es que sea comprensible”. Los

Los descubrimientos surgen de forma esporádica. Por eso es tan importante expandir el conocimiento en todas direcciones

descubrimientos y sus desarrollos prácticos surgen frecuentemente de forma esporádica, encadenada y a veces explosiva. Podemos recordar que un presidente de IBM pensó en su día que nunca habría necesidad de tener más de cinco ordenadores en el mundo.

¿Si los grandes descubrimientos científicos surgen de forma impredecible, supone eso que no hay que

cultivarlos? Todo lo contrario. La innovación científica tiene un aspecto intuitivo y otro no intuitivo. Es necesario un marco conceptual en el que situar las observaciones, generar hipótesis e interpretar los resultados experimentales. Este marco está poblado por conocimientos transversales en todo tipo de áreas, incluido el estudio del propio proceso de adquisición de conocimiento y de sus limitaciones. Por ello, y aunque pueda parecer contrario a la intuición, la fórmula más eficaz para obtener innovaciones transformadoras es expandir el conocimiento de la forma más amplia y sólida posible, sin dibujar un plan detallado para generar aplicaciones prácticas. La vocación científica, el desarrollo del talento y de la capacidad de descubrir surgen y se desarrollan en un caldo de cultivo en el que la pasión por conocer no está determinada por los resultados inmediatos.

Hay que recordar que la mayor contribución para solucionar el problema de la escasez energética surgió cuando un examinador de patentes de Berna (Einstein), en sus ratos de ocio, se preguntó sobre las razones por las que la velocidad de la luz tiene un límite infranqueable. Y la mayor revolución biotecnológica de la historia, la que permitió relacionar las reacciones metabólicas con los genes y por tanto abrir la posibilidad de controlarlas mediante ingeniería genética, tuvo sus orígenes en investigaciones sobre las causas del color de ciertos hongos sin interés comercial alguno. Eran investigaciones que, desarrolladas en el contexto de la

Segunda Guerra Mundial, podían parecer frivolidades en aquel difícil momento histórico. En palabras de Planck: “los descubrimientos y conocimientos científicos los han conseguido solo los que han ido a buscarlos sin ningún propósito práctico a la vista”. También lo decía Ramón y Cajal, “¿Habría alguno tan menguado de sínderesis que no reparase que allí donde los principios o los hechos son descubiertos brotan también, por modo inmediato, las aplicaciones?”.

Hay, sin embargo, un requerimiento clave para que el avance científico sea eficaz y rentable: la calidad del método utilizado y el rigor con el que se interpretan los resultados. Sólo si el nuevo conocimiento se apoya en bases sólidas –tan sólidas como permitan los conceptos y las tecnologías disponibles– será posible el avance a largo plazo. La ciencia necesita ser

Para que haya avance científico eficaz y rentable el método utilizado debe tener rigor y calidad

excelente para ser ciencia. Y a esa excelencia contribuyen dos factores decisivos: la disponibilidad de tecnologías, equipos e infraestructuras, y –sobre todo– el factor humano. Para ello es necesario cultivar la curiosidad, detectar de forma temprana el talento, encauzarlo y valorar a los científicos.

CULTIVAR LA CURIOSIDAD INNATA DE LOS SERES HUMANOS

Hace algunos años los autores del estudio *Does the public communication of science influence scientific vocation? Results of a national survey* (2010) preguntaron a 300 científicos qué es lo que había sido más determinante para su vocación científica. Y la respuesta más habitual fue la curiosidad.

Para alentar la innovación es necesario fomentar una cultura de la curiosidad. La curiosidad por entender las causas y efectos de lo que observamos está íntimamente ligada a la evolución de nuestra especie. “No tengo talentos especiales. Solo soy apasionadamente curioso”, decía Albert Einstein. La curiosidad nos ha permitido prever peligros, aprovechar oportunidades y planificar a una escala inédita en la historia natural del planeta. La selección

La intensa curiosidad de los niños no es algo que haya que superar sino que reconquistar

natural ha impreso la curiosidad en nuestros genes, que han modelado circuitos neuronales y hormonales que premian el entendimiento con una sensación de euforia. Comprender, especialmente cuando exige esfuerzo y dedicación, es un placer. Y una gran fuente de energía interna y motivación personal. Incluso el gran Isaac Newton decía sentirse como un niño jugando en

una playa, entretenido en encontrar una piedra más lisa o una concha más hermosa de lo normal, “mientras el gran océano de la verdad permanece sin descubrir ante mí”.

Sin embargo la intensa curiosidad característica de los niños se considera socialmente una etapa a superar dentro de su desarrollo psicológico normal. Mario Andrés Candelas, en el trabajo *Sobre las preguntas infantiles y su relevancia para el cambio educativo* (2011) ha destacado que “las preguntas e interrogantes planteados permiten a los niños relacionarse y conocer el universo (...). Pero “a pesar de esto, los adultos sienten cierto ‘temor’ hacia las preguntas de los niños”. Encauzar el espíritu inquisitivo, fomentar la curiosidad proporcionando herramientas para acceder a respuestas satisfactorias, pueden ser excelentes instrumentos para estimular vocaciones científicas desde edades muy tempranas, tanto desde el entorno familiar hasta la Universidad.

Para fomentar la curiosidad es importante presentar la ciencia, sus lenguajes –especialmente el matemático– y sus métodos, como algo accesible, transformador, útil y divertido. Sin ocultar las dificultades inherentes a tratar de descifrar la naturaleza, ni la realidad de los fracasos necesarios para conseguirlo. Pero comunicando con rigor, a la vez que con entusiasmo, el poder del razonamiento y el placer de descubrir. La educación y la divulgación deben simultáneamente satisfacer la curiosidad intelectual y capturar la imaginación, implicar tanto la razón



como la emoción. Un ejemplo del valor transformador de la comunicación “con la cabeza y el corazón” fue la labor de un divulgador excepcional, Félix Rodríguez de la Fuente que, junto con sus equipos de naturalistas y cineastas, cambiaron la percepción del medio rural y los espacios naturales en nuestro país, enseñando a amar y respetar la naturaleza a varias generaciones de españoles.

Generar instrumentos audiovisuales y –sobre todo– poblar internet con contenidos de alta calidad sobre la belleza de la naturaleza, la elegancia de los principios que sustentan su funcionamiento y la fascinación por los interrogantes aún por resolver, puede ser un catalizador clave para generar vocaciones científicas. Tan importante como mostrar sus logros es explicar el maridaje entre imaginación y escepticismo que caracteriza los métodos de la ciencia: la combinación entre la generación de ideas y su rigurosa criba dependiendo de los hechos. La forma más eficaz de entender el proceso científico y el valor fundamental de la validación objetiva de las ideas es practicándolos: necesitamos más tiempo de los científicos en las escuelas, más tiempo del horario escolar en los laboratorios.

MEJORAR LOS MÉTODOS DE ENSEÑANZA: RESOLVER PROBLEMAS REALES

Es un hecho que nuestros sistemas educativos no consiguen explotar el enorme recurso natural de la curiosidad. Incluso a veces tienden a

reprimirla, dando preferencia a la interiorización de modelos establecidos sobre la discusión abierta de las bases que los sustentan, o a la memorización de datos sobre el desarrollo de habilidades para resolver problemas.

No deja de ser sorprendente que el instrumento pedagógico más común, desde la escuela primaria hasta los cursos de doctorado, siga siendo la clase magistral, un método de enseñanza utilizado desde antes de que la imprenta facilitase el acceso a los libros. Y tampoco deja de sorprender la insistencia en la retención y enumeración de datos –a todos los niveles de la enseñanza– cuando cualquier teléfono inteligente pone a nuestra disposición cantidades enciclopédicas de información en cualquier punto del mundo donde exista una conexión a internet. Se podría argumentar que hoy es más importante entender el concepto que permite usar el teorema de Pitágoras para hacer funcionar a un GPS, localizar el epicentro de un terremoto o calcular la distancia a una estrella que recordar su fórmula exacta.

El concepto de aprendizaje activo se basa en la adquisición de conocimiento científico a través de un programa estructurado de participación reflexiva de los alumnos en la resolución de problemas reales. En él se prioriza la comprensión profunda de los procesos que se estudian por encima de la transmisión de información, y en ello juega un papel clave la discusión

crítica y abierta entre los alumnos, y entre estos y el profesor. La educación activa impulsada por la curiosidad es la base para cultivar el talento de nuevas generaciones de científicos e innovadores. Y es particularmente importante erradicar socialmente el concepto errado –pero aún extendido– de que estudios que impliquen matemáticas o ingeniería son menos aptos para las mujeres.

La clave es aprender haciendo: resolver problemas reales, enfrentándose a la realidad de desconocer las respuestas. Desarrollar la metodología –y la intuición– para acotar las preguntas y validar las posibles respuestas. Este tipo de métodos, aplicables desde la educación pre-escolar hasta los estudios de grado, ayudarán a identificar y cultivar los talentos científicos. De forma más general, puede contribuir a formar ciudadanos más críticos y autónomos, con opiniones basadas en el peso de la evidencia.

Hasta los 10 años a los alumnos les gustan las ciencias, pero a partir de ese momento su interés decae. Es la conclusión a la que llegó Colette Murphy de la Queen's University of Belfast, en *Primary Science in the UK: a Scoping Study*. El reto es conseguir en unos pocos años cruciales una forma de enseñanza científica que sea adecuada. En un trabajo que es ya una referencia clásica *Science Education in Europe: Critical Reflections* (2008), los profesores Jonathan Osborne y Justin Dillon hacían algunas recomendaciones que están todavía

por aplicar. Los currícula tradicionales en el ámbito científico desarrollan conceptos fragmentarios, de modo que los alumnos tienen la sensación de viajar en un tren del que no conocen su destino. Ese destino es cosa del maquinista al que no tienen acceso. A menudo los profesores de ciencias se limitan a transmitir una información y no ayudan a construir argumentos, incluso cuando la enseñanza es experimental.

Una buena educación científica supera la sensación que tienen los alumnos de estar viajando en un tren del que no conocen su destino

La enseñanza de la ciencia en la adolescencia tiene que tener en cuenta que en ese momento los jóvenes están buscando una identidad. La investigación puede ser presentada como una ayuda para desarrollar los valores y los ideales que son propios de su cultura y para construir esa identidad. Las evaluaciones deben servir para determinar si los estudiantes realmente han entendido los procesos, las prácticas y los contenidos.

En su reciente trabajo *¿Cómo podemos estimular una mentalidad científica?* la profesora Cristina Simarro ha señalado los límites de participar en actividades



España también tiene científicos

Un ejemplo histórico del valor único del factor humano fue el enorme impulso que supuso para la ciencia y la cultura del Reino Unido y de Estados Unidos haber acogido el éxodo de científicos e intelectuales de Alemania desde la subida de Hitler al poder en 1933. Se aprovechó así el talento de un país que hasta entonces había acaparado un tercio de los premios Nobel en ciencia y que en ese momento dominaba el panorama científico y de innovación industrial en el mundo. Max Perutz, uno de esos exiliados, descubridor de la primera estructura de una proteína y fundador del legendario Laboratorio de Biología Molecular en la Universidad de Cambridge (donde se descubrió también la estructura del ADN), escribió que en Cambridge encontró profesores y colegas extraordinarios, el rigor científico, el estímulo y la tradición de atacar problemas importantes, por difíciles que fuesen. Talento y entorno son la combinación ganadora para la innovación.

El mundo actual funciona como una aldea global en la que el futuro de un país depende en buena medida de su grado de integración en –y compromiso con– la sociedad del conocimiento. Hemos de aceptar que la situación actual de nuestro país, con la excepción de un puñado de centros de excelencia, no se corresponde con nuestro potencial humano y económico en el contexto internacional. Una explicación tradicional ha sido asociar este retraso a características de nuestra cultura. Lo que Ramón y Cajal resumió como “el enquistamiento espiritual de la Península”, que incluye el aislamiento de Europa y el cultivo de la ciencia *formal* en contraste con la ciencia *viva* que solo se aprende conviviendo con los grandes investigadores, respirando esa atmósfera tónica de sano escepticismo, de sugestión directa, sin las cuales las mejores aptitudes se petrifican en la rutinaria labor del repetidor o del comentarista”.

Sin embargo, hay buenas razones para sostener que el talento también puede florecer en nuestro país. Científicos y centros pioneros en física, química y biología han creado escuelas de peso internacional. El físico Juan Ignacio Cirac desarrolló parte de las bases que posibilitarán el desarrollo de los ordenadores cuánticos cuando era profesor ayudante de la Universidad de Ciudad Real. El bióquímico Carlos López-Otín ha liderado proyectos a nivel mundial en el campo de la leucemia desde su pequeño laboratorio en la Universidad de Oviedo. El químico de la Universidad de Valencia Avelino Corma ha sido un pionero en el desarrollo de catalizadores utilizando materiales microporosos, con numerosas aplicaciones industriales. Francis Mojica, un microbiólogo que trabaja en la Universidad de Alicante, ha estudiado un mecanismo de protección contra infecciones víricas presente en las bacterias de los marjales de Santa Pola. Al comienzo de sus trabajos no era previsible que sus observaciones darían lugar a una revolución en la modificación del material genético con el que ha abierto expectativas médicas excepcionales y una industria de miles de millones de dólares. Lamentablemente para la Universidad de Alicante, la propiedad intelectual de este descubrimiento se la disputan hoy el Instituto de Tecnología de Massachusetts y la Universidad de California.

Las colaboraciones entre varias instituciones han puesto a Barcelona en la frontera mundial del desarrollo de aplicaciones biomédicas del grafeno. Varios centros de investigación han conseguido situarse internacionalmente entre los mejores de su especialidad, por ejemplo, en la investigación del cáncer, fotónica, astrofísica, nanotecnología o genómica, medidos con criterios objetivos como el número de ayudas del European Research Council. Estos y otros ejemplos demuestran que es posible producir conocimiento e innovar en nuestro país. La cuestión es si existe la voluntad social y política de convertir este potencial en una extensa realidad, en convertir este deseo aparentemente unánime en una cuestión de Estado.

extracurriculares. Muchas de las nuevas propuestas pedagógicas están basadas en la idea de ofrecer una educación científico-técnica más entretenida. Pero ese no es el único factor relevante a tener en cuenta. La pedagogía científica debe orientarse a comprometer a los estudiantes en la construcción de argumentos, en hacerse preguntas, en comparar, establecer relaciones causa-efecto, evaluar e interpretar datos, formular hipótesis y controlar variables.

Pero lo realmente determinante son los profesores que deben ser seleccionados entre los mejores y ser continuamente formados. Hay países como Chipre, Finlandia o Portugal donde los profesores tienen un estatus alto y se compite por entrar en la profesión. Los buenos profesores de ciencias son aquellos que conocen bien las ciencias, tienen ideas básicas sobre educación, poseen excelentes capacidades de

La nueva pedagogía de las ciencias tiende a romper barreras entre las diferentes disciplinas y a que un mismo profesor enseñe diferentes materias

comunicación y poseen una gran pasión por la materia. La tendencia es a romper barreras entre las diferentes disciplinas científicas y a que un

mismo profesor enseñe diferentes materias para darles un enfoque interdisciplinar.

La tarea no se acaba en la enseñanza secundaria. Stephen E. Bradforth, profesor en la Universidad del Sur de California, proponía hace unos meses en un artículo en *Nature* titulado “**University learning: Improve undergraduate science education**” que la buena docencia también fuera una variable para la promoción de los profesores, tal y como hace la Universidad de British Columbia en Vancouver, Canadá.

Los profesores universitarios no se pueden seguir quejando del mal nivel en ciencias con el que llegan los alumnos. Deben dejar de preguntarse “¿Qué he enseñado?”, y empezar a preguntarse “¿Qué han aprendido mis alumnos?”. Una buena práctica en este terreno es la del Yale Center for Scientific Teaching en New Haven, Connecticut, que realiza evaluación de conocimientos antes y después de un determinado curso. Los buenos profesores de ciencias se ven estimulados cuando son reconocidos como tales a través de cátedras de excelencia. Los datos disponibles en una universidad deben estar centralizados y disponibles para todos, como hacen en la Universidad Washington en St. Louis, Missouri. Y es conveniente que se fomente el debate entre los colegas de departamento sobre cómo se está enseñando, como se hace en el College of Biological Sciences de la Universidad de Minnesota.



VALORAR A LOS CIENTÍFICOS

Para fomentar la ciencia, además de alentar la curiosidad hay que valorar a los científicos y aumentar la inversión. La Comisión Europea (CE) estima que, para 2020, habrá 900.000 vacantes en el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y que no habrá suficientes trabajadores cualificados o nuevos graduados para cubrir esas plazas. Es más, año tras año, disminuye el número de jóvenes que deciden formarse en los ámbitos de ciencia (excluidas las ciencias de la naturaleza y de la salud), tecnología y matemáticas.

El informe Rocard (2007) ya advertía que “en los últimos años muchos estudios han resaltado un alarmante descenso en el interés de los jóvenes por los estudios clave de ciencias y matemáticas... Además, para la población general, está amenazada la adquisición de destrezas que se vuelven esenciales para diversos aspectos de la vida en una sociedad cada vez más dependiente del uso del conocimiento”.

En 2014 había en España 122.235 investigadores. Cifra que supone un descenso del 1,5% respecto a 2013, y sitúa a España 1,1 puntos por debajo del promedio europeo en número de

investigadores por cada mil empleados -7,9 en 2014- y lejos de los 9,9 de Francia o los 8,9 del Reino Unido según datos del *Informe Cotec 2016*.

Afortunadamente la imagen que los ciudadanos tienen sobre la ciencia ha mejorado en los últimos años. Pero todavía queda mucho por hacer. Un 59,5% afirma que esta tiene más beneficios que perjuicios frente a un 53% en 2012, lo que supone un aumento del 12,2%, según los datos de la VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología que realiza bienalmente la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, FECYT, desde 2002.

La imagen social del científico es la de un profesional enteramente dedicado a su trabajo, obsesionado por tratar de resolver un problema o desarrollar una tecnología, hasta el punto de que otras facetas de su vida quedan relegadas a un segundo término. Es cierto que la dedicación a la ciencia y la innovación requiere un alto grado de implicación personal, pero la realidad es por supuesto más compleja. Incluso contando con el motor interior de la curiosidad y el aliciente de la buena consideración social que atraen a un joven a la ciencia y a la tecnología, el joven requiere también la perspectiva de un futuro profesional y personal estimulante.

Arrancar secretos a la naturaleza es complejo, y el proceso casi siempre requiere el sobreponerse una y otra vez a la decepción de que nuestras hipótesis más queridas sean

simplemente erróneas. Requiere la entereza de considerar los fracasos como oportunidades para capturar la esencia más profunda de la realidad. Sin embargo, la desmotivación más duradera y perniciosa para una vocación científica no proviene de la dureza del camino, sino de la posibilidad de que el camino, en términos profesionales, no tenga salida o que encontrarla se convierta en algo arbitrario. Para evitarlo, deben de existir posibilidades razonables para nuestros jóvenes de poder dedicarse a la ciencia, y el acceso a esas posibilidades debe basarse de forma predecible en la dedicación, el talento y la valentía para pensar más allá de los conceptos establecidos. Otro aspecto crítico es que las oportunidades sean las mismas independientemente de cualquier otro criterio, por ejemplo, el status económico, procedencia geográfica o sexo, eliminando cualquier tipo de discriminación, y en particular el “techo de cristal”, actitudes que aún hoy en día desfavorecen a las mujeres respecto al acceso a los puestos de mayor responsabilidad.

El soporte de la ciencia ha de empezar por un acuerdo social que genere un pacto político a largo plazo, en el que exista un compromiso presupuestario para aproximar la inversión efectiva en ciencia y tecnología a los países de nuestro entorno, independientemente de los ciclos económicos. Y no solo invertir en centros y grupos de investigación españoles, sino también en alianzas y consorcios internacionales como el CERN, EMBL,

ESO, ESA donde nuestros científicos pueden formarse y también contribuir, junto a nuestras industrias, a proyectos pioneros a nivel internacional. En estos momentos esta aproximación a la inversión de otros países representaría prácticamente duplicar el presupuesto en I+D+i. Una inversión importante, pero de volumen relativamente modesto en el contexto del producto interior bruto de un país como el nuestro. Se trata de una decisión estratégica si realmente creemos que hacerlo permitirá que florezca el talento, y con él su valor añadido para apuntalar los cimientos del futuro crecimiento económico. Sería una decisión lógica si realmente estamos convencidos de que se trata de una inversión de futuro y no algo accesorio en los Presupuestos Generales del Estado.

CONCENTRAR TALENTO

Tan importante como aumentar los recursos –probablemente mucho más– es establecer estructuras mediante las cuales estas inversiones generen eficazmente conocimiento científico de calidad, innovación tecnológica y eventualmente retornos económicos. Una tarea compleja, pero para la que afortunadamente tenemos ejemplos de éxito de los que podemos aprender. Las recetas son de hecho bien conocidas y han convertido a regiones de nuestro planeta como Boston o el área de la Bahía de San Francisco en polos de innovación y riqueza de primer orden. La primera y fundamental es la captación de

talento a nivel internacional, que tiene el valor estratégico de atraer más talento y recursos, además de entrenar a profesionales altamente cualificados capaces de nutrir el tejido económico con sus conocimientos técnicos y su espíritu emprendedor. La segunda es la inversión en centros, infraestructuras y tecnologías punteras, condición necesaria para atraer talento y también para producir profesionales competitivos internacionalmente. Pero para que talento e inversiones fructifiquen hace falta además que existan modelos administrativos flexibles y dinámicos, tanto a nivel de contratación como de gestión de los recursos, que permitan adaptarse con rapidez a necesidades cambiantes y oportunidades en constante evolución. Y es fundamental también que la sociedad y la clase política se impregnen de la visión del valor intrínseco del conocimiento, de la intuición de que las próximas revoluciones en el tratamiento del cáncer o de las enfermedades coronarias pueden surgir del estudio de una planta de la selva Amazónica o de las propiedades etéreas del bosón de Higgs.

Y es sobre todo clave para nuestros jóvenes que el acceso a la carrera científica y la promoción profesional se rijan exclusivamente por criterios de excelencia internacional. Hemos de premiar a los que estén dispuestos a asumir riesgos para resolver problemas complejos de forma innovadora, a los que sean capaces de pensar utilizando conceptos y tecnologías a caballo entre

distintas disciplinas, a los que quieran arriesgarse a pensar fuera del molde. En otras palabras, crear una cultura científica y profesional que busque y apoye a los pioneros. Y todo ello en un entorno en el que instrumentos clásicos de la gestión y evaluación de la ciencia, como el grupo de investigación o la medida del mérito mediante publicaciones y proyectos financiados, pueden verse pronto sobrepasados por la necesidad de abordar preguntas científicas a través de consorcios internacionales de gran tamaño, o por el intercambio instantáneo de información a través de internet.

Un último aspecto de especial relevancia para nuestro país es la necesidad de profesionales capaces de comprender la ciencia y que a la vez sean capaces de conectarla con las necesidades del tejido industrial o de convertirla en oportunidades para la creación de nuevas empresas, convenciendo a inversores dispuestos a apostar por la transferencia del conocimiento. Lamentablemente la inversión privada en investigación e innovación en España es muy limitada. La concentración de talento y de Universidades y centros de investigación pioneros ha funcionado como un estímulo para la inversión privada en otros países, desde Japón a Suiza, desde Finlandia a Singapur. Crear un entorno científico y una cultura de la innovación podría generar polos de desarrollo y riqueza que optimicen las inversiones tecnológicas, tanto públicas como privadas, también en nuestro país.

CONCLUSIÓN

Cultivar la ciencia y la innovación será imprescindible para el futuro económico de nuestro país en un mundo complejo y globalizado. Y para ello es esencial generar un entorno donde se pueda desarrollar el talento científico de nuestros jóvenes, una de las mayores riquezas de un país. El talento crece por medio de una educación que no ahogue nuestra curiosidad innata, sino que la utilice como su principal motor, una educación que convenza a nuestros jóvenes del poder inmenso de combinar imaginación y espíritu crítico para resolver problemas, incluso los más acuciantes y aparentemente insolubles. Desarrollar el talento también requiere de un entorno social, de inversión pública y privada y de estructuras en las que la dedicación a la ciencia y la tecnología ofrezca perspectivas vitales y profesionales estimulantes.

La ciencia es una actividad colectiva, el producto de redes de cerebros interconectados, que transmiten el testigo del conocimiento de generación en generación a través de la educación, influidos por la evolución social y cultural que les rodea, pero impulsados principalmente por la ambición –quizá quimérica– de comprender. El tipo de futuro que nos espera depende de que sepamos cultivar el talento de nuestros jóvenes para que contribuyan a mantener esta red. En palabras de Carl Sagan “Nuestro futuro depende poderosamente de cómo de bien conozcamos este Cosmos en el que



flotamos como una mota de polvo en el aire de la mañana”. Y no solo para que el conocimiento que surja nos proporcione bienestar y riqueza como sociedad, sino también para que nosotros –o nuestros hijos o nietos– podamos atisbar los misterios surrealistas de los agujeros negros,

llegar a entender el lenguaje de las ballenas azules o alcanzar a comprender la arquitectura de las redes neuronales que tejen la inteligencia, la creatividad o incluso lo que los seres humanos percibimos como felicidad.

