

*1- Hola, profesor. Antes de nada, quería agradecerle esta oportunidad que me ofrece de compartir con usted impresiones sobre la Ciencia. Y creo que lo justo es comenzar dedicándole la primera pregunta a Ella, que justifica este encuentro. Usted, como ya hiciera el Premio Nobel de Medicina Medawar, ha dicho en más de una ocasión que la Ciencia es el arte de lo resoluble, dentro de esa filosofía de Bismarck que afirma que la política es el arte de lo posible. ¿Podría ahondar en esta idea?*

Al decir, como Medawar, que la ciencia es el arte de lo resoluble quiero señalar por un lado que la ciencia, y esto es una obviedad, solo puede contestar a preguntas que tengan una respuesta científica. No puede contestar, a preguntas sobre destino, valores...

Pero lo que realmente quiero resaltar es la importancia de hacerse la pregunta adecuada en el momento adecuado, en el instante en el que es posible contestarla científicamente. Y esto es difícil porque es decisivo adelantarse a su tiempo, pero, y aunque parezca una paradoja, tampoco demasiado. Ni Einstein con todo su talento podía contestar en 1905 cuál es el mecanismo molecular en el que se basa la forma en que una generación transmite sus características a la siguiente.

Efectivamente a mí me gusta señalar que, así como la política es el arte de lo posible, la ciencia es el arte de lo resoluble. Quizás para completar venga bien decir algo que le oí hace más de treinta años en una conferencia a un amigo, el gran ingeniero vasco Manu Sendagorta, quien definía la ingeniería como el arte de lo realizable dentro de los límites de tiempo y coste.

La ciencia es el arte de lo resoluble, el arte de formular hipótesis que puedan ser probadas o refutadas por experimentos realizables.

*2- Santiago Ramón y Cajal escribió un discurso llamado Consejos a un joven científico, en el que decía que quien quisiera dedicarse a la investigación debía tener independencia de criterio, curiosidad intelectual, perseverancia en el trabajo, patriotismo y amor a la gloria. Más tarde, Medawar escribió un ensayo de igual título en el que decía que, además, tenía que tener perseverancia, temperamento y compromiso con la verdad. Usted, valiéndose nuevamente del mismo lema, ha llegado a elaborar una lista de veinticinco indicaciones más para jóvenes científicos. ¿No empiezan a sumar demasiadas? ¿Podría hacernos un resumen y destacar las más importantes?*

Las cualidades que señala Cajal siguen siendo válidas. Independencia de criterio, curiosidad intelectual, perseverancia en el trabajo, patriotismo y amor a la gloria. Pero la ciencia del tiempo de Cajal no tiene nada que ver con una situación en la que la ciencia es parte de la política industrial y económica de los países desarrollados. Mis consejos son consejos prácticos, sin la profundidad casi filosófica de un Cajal o Medawar. Por eso son muchos y casi todos tienen un toque dual. No seguirlos malo pero seguirlos fanáticamente tampoco sería bueno. Por ejemplo “no tengas miedo a perder el tiempo” no quiere decir, obviamente, que solo te dediques a relajarte. Si tuviese que resumirlos diría, amor por lo que se hace, trabajo duro, dejar volar la imaginación y no rendirse nunca. Como le leí a un entrenador de balonmano creo: “a la perfección se llega con la pasión”.

*3- Pasemos ahora a su investigación, a la investigación a la que usted y su grupo han dedicado buena parte de su trabajo. Podemos decir que el principal campo al que dedica su tiempo es a la nanotecnología. ¿A qué se dedica exactamente esta disciplina y cómo puede la investigación en nanotecnología mejorar nuestra vida?*

Yo me dedico en general a algunos aspectos de lo que globalmente se conoce como física de materia condensada y dentro de ella en gran parte a física de superficies. Lo que ocurre en una superficie ocurre en distancias del orden del nanómetro, de la milésima de la millonésima del metro o si lo prefieren unos cuantos átomos en profundidad. Eso es nanociencia, la ciencia de lo que ocurre a escala del nanómetro, en este caso en una dimensión, en la perpendicular a la superficie. Por supuesto, también hay estructuras nanométricas en dos o tres dimensiones. La propia vida se estructura en esa escala. La anchura de la doble hélice del ADN es de 2nm. En esas dimensiones la física se rige por la mecánica cuántica. Por ello conceptualmente cuando hablamos de nanociencia hablamos de física cuántica. Hay otro aspecto importante y es que en esas dimensiones pueden aparecer propiedades cualitativamente nuevas que no son meras extrapolaciones de las propiedades del átomo, ni mera reducción de las que aparecen a escala macroscópica. "Lo pequeño es diferente". Agregados nanométricos de oro y óxidos metálicos tienen un color que depende de su tamaño. Los artesanos medievales ya lo sabían, sin entenderlo bien. La prueba la tiene en la belleza de las vitrinas de Notre Dame.

La nanotecnología hoy está ya presente en muchos de los aspectos de la vida cotidiana. Tiene aplicaciones en medicina, tanto en diagnóstico como terapia, también en nuevos materiales, cosmética, ingeniería...

Ahora bien, y como decía el añorado físico suizo Heinrich Rohrer, el gran desafío de la nanotecnología no es buscar una aplicación concreta sino poder ser capaces de colocar una partícula nanométrica con precisión atómica en un sitio dado para una función precisa. Por ejemplo, colocar una nanoesfera de sílice cubierta de una capa o cáscara de oro dentro del tumor en un cáncer de pecho. La cáscara y los materiales que la componen, ha sido diseñada para que las excitaciones electrónicas colectivas de sus interfases ocurran en el infrarrojo. De esta forma, una vez colocada en el tumor y al iluminar el pecho con un haz infrarrojo, se activan estas excitaciones colectivas, plasmones de los electrones, que liberan su energía de forma localizada, fundiendo el tumor sin dañar el resto del tejido sano. Es decir, colocar con precisión atómica, una partícula (la cáscara de oro) para una función dada (liberar la energía colectiva de sus excitaciones electrónicas que resuenan en el infrarrojo fundiendo el tumor). Esto ya ha sido probado con éxito en ratones en USA, concretamente en la Universidad de Rice por el grupo de Naomi Halas.

*4- Uno de los científicos más grandes con los que hemos contado, Pauli, decía que Dios hizo los sólidos, pero que había sido el diablo el responsable de las superficies. Esto da una idea de la complejidad que entraña su estudio teórico. ¿Podría explicarnos dónde radica esa dificultad y por qué la física actual, o más concretamente esa ciencia interdisciplinar que es la ciencia de los materiales, le otorga al estudio de las superficies tanta importancia?*

Los sólidos son materiales complejos. El análisis teórico de sus propiedades encierra una gran dificultad. En el caso de sólidos cristalinos la simetría del interior permite simplificaciones que reducen la dificultad. En las superficies, en la dirección perpendicular, esta simetría no existe lo que complica mucho las cosas. En ciencia de materiales las superficies tienen gran importancia pues es a través de ella como se relaciona el material con el mundo exterior. Es donde muchas veces se inician los procesos de transferencia de materia, de carga y de energía. En nanotecnología las superficies son decisivas, pues el peso relativo del área superficial con respecto al volumen crece linealmente al disminuir el tamaño.

*5- En el año 1998 usted recibió, junto a su colega, el ilerdense Emilio Méndez Pérez, el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica. Pero ésta no es la única gran distinción que ha obtenido. También ha sido galardonado, entre otros, con el Max Planck o la medalla de oro de la Real Sociedad Española de Física. Los premios, para un científico, tienen un indudable componente de visualización. ¿Pero qué más aportan estos premios? En un mundo como el de la ciencia, en el que no se entiende el trabajo si no es en equipo, ¿cuál es el sentido y el papel que juegan los premios unipersonales?*

Para mí los premios han sido muy importantes y no han significado la cima de mi carrera científica sino un instrumento para realizar cosas, para impulsar proyectos nuevos que han ayudado a mucha gente y en particular, a los miembros de mis equipos. No creo, y esta es una opinión personal claro está, que el Donostia International Physics Center, el Centro de Física de Materiales o el mismo Nanogune existieran en su forma actual sin el Premio Príncipe de Asturias o el Max Planck. Los premios aportan visibilidad y muchas veces garantía de calidad de los proyectos cara a políticos y empresarios. En cierto modo no debía ser así pero sí lo es en nuestro País. Tiene usted razón, gran parte del trabajo es en equipo. Yo tengo la sensación y la fortuna de haber sido excesivamente reconocido. Es una cuestión de suerte y sí creo que mucha gente con méritos similares no ha sido reconocida en el mismo grado. Es una de mis obligaciones, y a ello dedico tiempo, trabajar para que el reconocimiento llegue a quienes se lo merecen.

*6- Decidido a estudiar la materia, podía haber optado por hacerlo en condiciones de velocidades próximas a la de la luz, en el instante justamente después al Big Bang o en una estrella de neutrones, pero decidió hacerlo en condiciones habituales. Quizá sea la forma más práctica, para un físico, de aproximarse a las grandes preguntas del hombre. ¿Pero fue esto lo que le llevó a estudiar ese 5% que hay en el mundo, que es el que está constituido por átomos? ¿Ha llegado a entender por qué las cosas son como son?*

Mi buen amigo el presidente de la Academia de Ciencias, Alberto Galindo, suele decir que los físicos somos los historiadores y los profetas del universo. Estudiando las regiones más pretéritas del Cosmos queremos saber cómo empezó todo y rompiendo la materia en los aceleradores queremos entender de qué están hechas las cosas y cuáles son las leyes y simetrías que gobiernan las interacciones para así comprender y predecir. Esta física, la de lo más grande y de lo más pequeño, "el  $\alpha$  de la gran explosión y el  $\omega$  de la

*desintegración de la materia*" tiene un encanto especial, es el encanto de los extremos al que se refiere Hoffmann. Hablar de materia oscura y energía oscura atrae por su misterio, pero hay otro tipo de ciencia, tan atrayente y no menos desafiante y sutil, incluso a veces más exigente, pues tiene que ser contrastada con el experimento, que es el entender la materia ordinaria aquí y ahora. Ese 5% de materia que está constituida por átomos, *"the matter that matters"* en bella frase de Jean Marie Lehn. El entender cómo la complejidad del mundo actual surge de la simplicidad de unas pocas leyes es una tarea fascinante. Cuando observamos la naturaleza no vemos las leyes físicas sino las consecuencias de estas leyes. Complicadísimas estructuras asimétricas resultan de unas leyes muy simétricas. Se trata de ver la emergencia de propiedades nuevas, propiedades que emergen de la interacción de muchas partículas que son consistentes con los constituyentes pero que no deducen directamente de las propiedades de éstos a escala atómica. Ver cómo el todo es mucho más que la suma de la partes. Entendemos mucho, muchísimo, del por qué las cosas son como son, pero a la vez el propio avance del conocimiento nos hace ver nuevos pozos de ignorancia. En esto radica la belleza de la ciencia en general y de mi especialidad en particular.

*7- Usted se ha formado en laboratorios británicos, estadounidenses y suecos, además de en España. Para un científico, su formación no podría considerarse integral sin ese carácter internacional. Salir de España no es una opción sino una condición, pero la situación actual está haciendo que los jóvenes científicos españoles tengan que buscarse su futuro en el extranjero como única posibilidad. No contar con un plan nacional para que esos científicos regresen no parece una buena estrategia política ni la mejor manera de luchar contra la crisis. ¿Qué valoración hace usted de esta situación? ¿Cree que estamos llegando a un punto en el que la situación será irreversible? ¿Será tarde cuando los políticos reaccionen –si es que llegan a hacerlo– y nos encontraremos en el mismo lugar en el que nos hallábamos varias décadas atrás?*

Esta pregunta me entristece y lo hace porque desgraciadamente es muy pertinente. La ciencia es internacional y es muy bueno, incluso aunque uno se haya formado y esté en los mejores centros del mundo, ir a otros sitios. No solamente para aprender más cosas sino especialmente para aprender otras formas de aprender, para ver formas diferentes de ver las cosas. Ahora bien, que el salir fuera sea la única posibilidad de buscarse un futuro es un desastre. España todavía está muy lejos del número de científicos y tecnólogos que le corresponderían por su nivel económico. La mejor política científica es crear oportunidades en abundancia para los más creativos de nuestros jóvenes. Esto se debería hacer y no se está haciendo. El no hacerlo no solamente es una injusticia social, es asimismo un despilfarro económico. Es algo difícil de entender y más en tiempos de crisis, pues es hipotecar nuestro futuro y es que además hacerlo no es caro. En algunas naciones desarrolladas hay un pacto de estado para estos temas, aquí desgraciadamente no existe. Lo pagaremos, lo estamos pagando ya.

*8- Además de su labor como investigador, usted es presidente de dos centros de investigación ligados a la Universidad del País Vasco: el Donostia International Physics Center (DIPC) y el*

*Centro de Investigación Cooperativa en Nanociencias (CIC nanoGUNE). ¿Cuál es el papel de estos centros? La presencia de ambos en el panorama nacional viene a unirse a la de un gran número de propuestas que otorgan a los nuevos científicos muchas posibilidades de elección. Podría pensarse que los jóvenes investigadores lo tienen hoy más fácil que hace unos años. ¿Es realmente así?*

El Donostia International Physics Center (DIPC) es un centro que tiene como objetivo fundamental la internacionalización de la investigación en física de materia condensada y ciencia de materiales. Surge, y así sigue siendo, como una institución con la mínima burocracia posible, una institución austera, sencilla y ágil. Tiene una organización institucional singular. Se articula en torno a una comunidad interna, vertebrada en torno a personas fundamentalmente de diversos departamentos de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) y del Centro de Física de Materiales (CFM), centro mixto CSIC-UPV/EHU, que actúan de anfitriones de una amplia comunidad internacional de visitantes, más de doscientos al año. En esta última etapa, Ikerbasque, la fundación para la ciencia en Euskadi, está siendo clave para nuestro centro. La verdad es que los resultados, que pueden consultarse en nuestra web y en nuestras memorias, han superado no solo nuestras expectativas sino incluso nuestros sueños. Damos gran importancia a proporcionar oportunidades de desarrollo personal y profesional a los jóvenes y también a la comunicación de la ciencia. En resumen buscamos excelencia en investigación y excelencia en comunicación. Aunque todavía soy Presidente ejecutivo del DIPC, el liderazgo está siendo brillantemente asumido, cada vez más, por nuestro director Ricardo Díez Muiño.

Nanogune surge ligado al departamento de Industria del Gobierno Vasco, con la misión de realizar investigación de excelencia en nanociencia y nanotecnología para contribuir, a largo plazo y sin simplificaciones unidimensionales, al desarrollo industrial del País Vasco. Ésta es una tarea difícil y, en mi opinión (y en este caso yo soy Presidente no ejecutivo) el liderazgo de su director general, Txema Pitarke, está avanzando también brillantemente en esa misión.

Los jóvenes investigadores no lo tienen más fácil que hace años. Los problemas a los que se enfrentan son muy difíciles y la dificultad de aportar contribuciones originales de valía es muy grande. Por otro lado, los instrumentos experimentales y conceptuales con los que cuentan han avanzado mucho. Lo tienen tan difícil o tan fácil como los de antes. Cualquier tiempo pasado no fue mejor.

*9- En su vida también ha tenido tiempo para dedicarse a la política. Entre 1980 y 1983, formó parte del primer Gobierno Vasco como consejero de Educación y Cultura. ¿Cómo vivió esta experiencia alguien como usted, con una vocación científica tan claramente definida?*

Cuando me ofrecieron entrar en el Gobierno Vasco dije varias veces que no, aunque al final el Lehendakari Garaikoetxea me convenció. Mi negativa no fue debida a tener una vocación científica definida sino a que pensaba que no estaba capacitado para el puesto. Me parecía, y en algunos muy contados casos, como descubrí luego, así era, que los políticos tenían una gran preparación de la que yo carecía. En cuatro años descubrí que no hay más leña que la que arde y ahora estoy convencido de que la política no debe dejarse sólo a abogados y economistas, lo

que habitualmente nos lleva a sistemas sobrerregulados y en el aspecto educativo e investigador infrafinanciados. Así está el sistema universitario por ejemplo, sobrerregulado e infrafinanciado. Que todas las profesiones tuviesen sitio en la política sería sin duda bueno y si fuese un camino de ida y vuelta a sus profesiones mejor. Pero por supuesto nunca en ese camino se deben usar puertas giratorias para mejorar obscenamente una situación económica personal, como hemos visto con demasiada frecuencia. En mi opinión un buen científico debe elegir la pregunta adecuada en el momento adecuado, extraer lo esencial de problemas complejos, tomar decisiones, asumir riesgo sin perder la racionalidad, cualidades todas ellas igualmente válidas para un buen político. La competencia técnica no garantiza un buen proyecto político pero no hay proyecto político a largo plazo sin competencia técnica. Siempre he tenido y sigo teniendo un profundo respeto por la política y los políticos, y en general, he visto comportamientos generosos. Una sociedad que no respeta a aquellos a los que encarga articular su convivencia y el bien común, no es una sociedad madura. Claro que ello exige actuar ejemplar, dura y rápidamente contra los corruptos, jurídicamente por supuesto, pero también socialmente. Corrupción hay en todas partes pero impunidad solamente en algunas.

Mi experiencia en política fue muy enriquecedora. Entré al Gobierno Vasco a los 29 años y tras nuestra victoria electoral, elegí salir a los 33. Volví a Cambridge a reciclarme, algo que me resultó fácil. Tuve el privilegio de contribuir a sentar las bases del sistema educativo vasco, la formación profesional, la libertad de enseñanza, de empezar un plan de ciencia y tecnología con visión internacional y anclaje en el País, de apoyar a que quien quisiera vivir su vida en euskera lo pudiese hacer de forma real y efectiva... Contribuí lo que pude, rodeado de un equipo de espléndidos colaboradores.

En resumen, para mí fue un honor y un placer, a pesar de la dureza de aquellos años, el ser miembro de aquel gobierno con excelentes compañeros liderado por un gran Lehendakari. Siempre he estado agradecido a Garaikoetxea por haber hecho una apuesta tan arriesgada, como era en aquellas circunstancias, elegir a alguien tan joven como yo para ser primer Consejero de Educación, Universidades e Investigación, cargo al que luego se añadió Cultura, Política Lingüística y ser portavoz del Gobierno.

*10- Por último, quisiera pedirle una recomendación. ¿Podría aconsejarnos algún libro, de carácter científico o no, cuya lectura resulte imprescindible?*

10- Es muy difícil recomendar un libro. Por supuesto están los clásicos de la ciencia, Euclides, Newton, Copérnico, Darwin... libros que todos citamos y pocos leen. Si tuviese que elegir dos y con gran dolor por dejar otros fuera, recomendaría *"Apology of a mathematician"* de Hardy y *"Consilience"* de Wilson. El primero ilustra elegantemente la pasión por la creatividad, como la vida que merece ser vivida es una vida creativa, y el segundo, impresionante por su visión, (lo cual no quiere decir que yo esté de acuerdo en todo) sobre la unidad de las ciencias.

*Muchas gracias por su amabilidad. Ha sido un verdadero placer.*